



產業用水規劃、管理 及節水成功案例分享

主講人：黃欣栩

中華民國104年7月17日



- 1 前言
- 2 工業用水指標管理及規範評析
- 3 用水計畫書撰寫說明
- 4 水回收再利用處理系統設計規劃
- 5 節約用水實例介紹



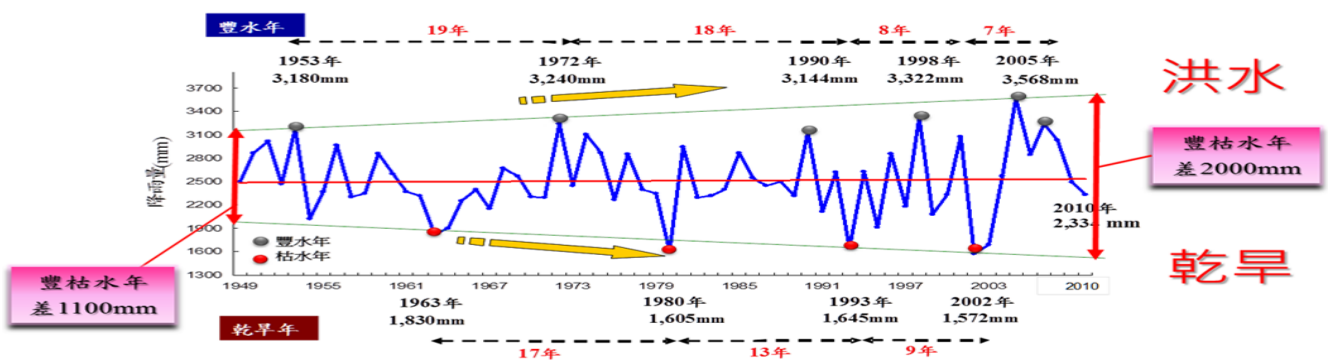
前言



前言(1/6)

1. 前言
2. 用水指標管理及規範
3. 用水計畫書製作
4. 處理系統設計規劃
5. 實例介紹

年雨量統計圖(1949-2010)



近10年旱災事件簿

2002年	2003年	2006年	2009年	2011年	2013年	2015年4月
中部以北各個水庫逼近呆水位	全年少雨旱災台灣全區7月份平均雨量為53年來最低	春季降雨偏少桃竹苗地區缺水情形達旱災一級狀況	98年7月前全臺雨量少於氣候平均值，全台颯旱	春雨雨量偏少中部、北部旱災	近58年來春雨最少水庫蓄水量較以往更低	秋冬降雨創歷史新低，逾半數縣市已進入限水階段，水情嚴峻



前言(2/6)

1. 前言

2. 用水指標管理及規範

3. 用水計畫書製作

4. 處理系統設計規劃

5. 實例介紹

聯合國警告各國應學習與氣候變遷共存：

新聞首頁 政治 社會 地方 國際 財經 科技 運動 健康 教育 藝文

資訊3C 科學發展 自然環境 照片故事 專輯 民調中心 大家推薦的新聞

新聞首頁 > 科技 > 自然環境 > 聯合

IPCC：氣候變遷沒救了 只能努力適應



聯合新聞網
udn.com

更新日期: 2007/11/18 07:10 記者: 編譯王先棠 / 報導

聯合國跨政府氣候變遷小組 (IPCC) 十七日表示, 就算各國每年花費數十億美元全力減少二氧化碳排放量, 效果仍然有限, 氣候變遷已「急遽且不可逆轉」, 各國要努力適應, 學習與氣候變遷共存。這是IPCC對全球暖化威脅所做的最嚴厲最直接警告。



前言(3/6)

1. 前言

2. 用水指標管理及規範

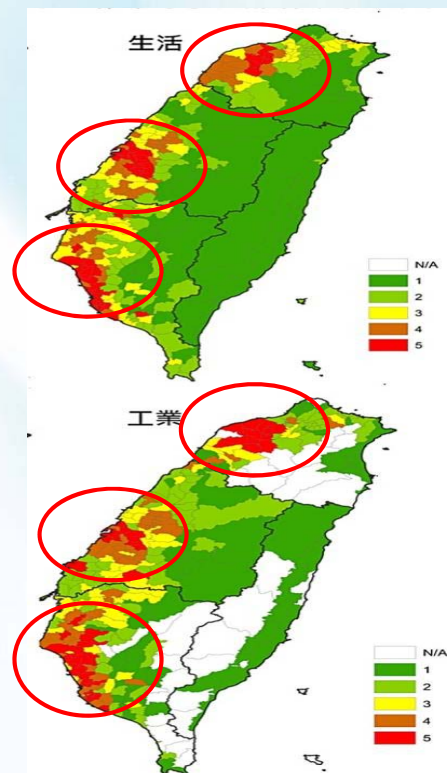
3. 用水計畫書製作

4. 處理系統設計規劃

5. 實例介紹

即便是水資源經理計畫均完成, 氣候變遷衝擊下, 水資源供應仍具高風險!

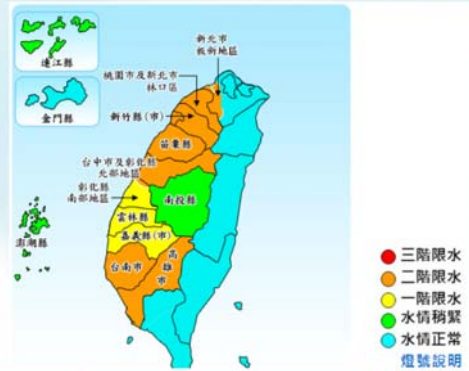
- ✓ 預估2020~2039年高風險包括桃園、新竹、台中、彰化、台南及高雄。





前言(4/6)

- 103~104年秋冬降雨創歷史新低，逾半數縣市皆曾進入限水階段
- 新竹縣市地區自103年12月啟動限水措施，104年2月進入第二階段限水措施(減量供水)
- 104年嚴峻水情直至5月底梅雨鋒面來臨，方獲得舒緩

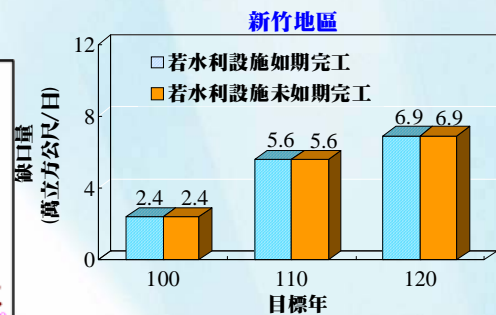
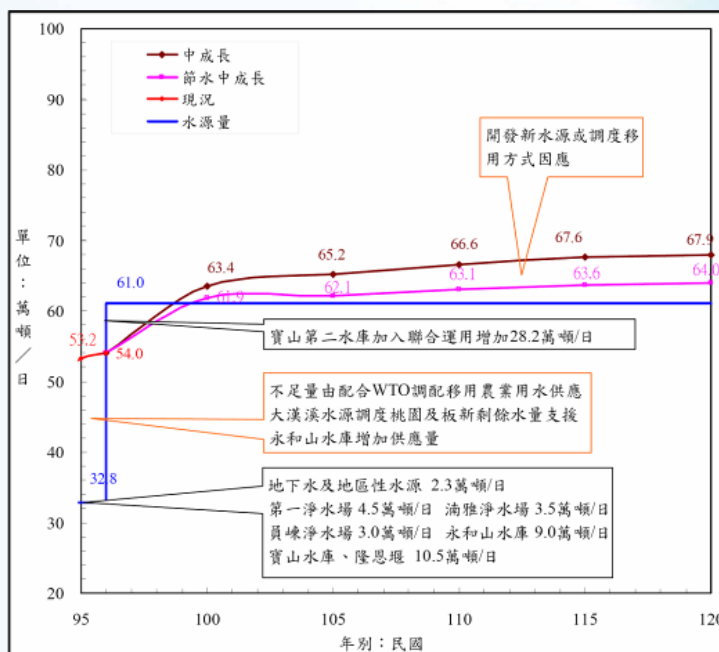


供水地區	水情稍緊(綠燈)	第一階限水(黃燈)	第二階限水(橙燈)
新北市板新地區	103.11.04~103.12.07	103.12.08~104.2.25	104.2.26~迄今
桃園市及新北市林口區	103.11.04~103.11.26	103.11.27~104.2.25	104.2.26~迄今
新竹縣(市)	103.11.04~103.11.30	103.12.01~104.2.25	104.2.26~迄今
苗栗縣	103.11.04~103.11.30	103.12.01~104.2.25	104.2.26~迄今
臺中市(含彰化縣北部)	103.11.04~103.11.30	103.12.01~104.2.25	104.2.26~迄今



前言(5/6)

❖ 新竹地區用水供需分析



- 主要水源為頭前溪，利用隆恩堰、寶山水庫以及寶山第二水庫貯蓄
- 目前每日供水能力61萬立方公尺
- 近期無水利設施相關規劃，用水缺口隨用水需求日漸增加



前言(6/6)

1. 前言

2. 用水指標管理及規範

3. 用水計畫書製作

4. 處理系統設計規劃

5. 實例介紹

供水危機

- 乾旱：水太少時會缺水
地面水源遽減，蓄水設施無力支援
- 洪水：水太多時也會缺水
濁度飆高，淨水處理設施取水量遽降

調適策略

- 節流
節約用水、提升用水效率
- 開源
未來的水~污廢水再生利用、海淡水、貯留雨水



水資源發展趨勢

1. 前言

2. 用水指標管理及規範

3. 用水計畫書製作

4. 處理系統設計規劃

5. 實例介紹

傳統水資源

氣候變遷+地形因素
=水資源時空分配不均
=供應不穩定性

水資源

經長：未來一年缺水
將是10年最嚴重

【世界經濟論壇】世界經濟論壇日前在瑞士達沃斯舉行的「全球水資源發展趨勢」報告指出，未來一年全球將有10億人面臨缺水，未來10年缺水人口將達20億。

報告指出，全球水資源發展趨勢，未來一年全球將有10億人面臨缺水，未來10年缺水人口將達20億。

報告指出，全球水資源發展趨勢，未來一年全球將有10億人面臨缺水，未來10年缺水人口將達20億。

耗水費

水利署開徵耗水費

水污費

環保署分階段徵收水污費

環保署：水污費12月中旬分期徵收

【中央社台北12日電】環保署為落實水污費徵收，自12月中旬起，將分階段徵收水污費。第一階段將徵收工業及商業水污費，第二階段將徵收一般事業水污費，第三階段將徵收一般民宅水污費。

環保署表示，水污費徵收將分三階段進行。第一階段自12月中旬起，將徵收工業及商業水污費。第二階段自明年1月起，將徵收一般事業水污費。第三階段自明年3月起，將徵收一般民宅水污費。

環保署表示，水污費徵收將有助於改善水質，保護水資源。目前水質污染嚴重，水資源短缺，徵收水污費將有助於減少水污染，保護水資源。

黑水變藍金

內政部營建署推動放流水回收利用示範推動方案

【中央社台北12日電】內政部營建署為推動放流水回收利用，特訂定「放流水回收利用示範推動方案」。該方案將在全國各地推動放流水回收利用示範工程，以減少水資源浪費，提高水資源利用效率。

營建署表示，放流水回收利用將有助於減少水資源浪費，提高水資源利用效率。目前水資源短缺，放流水回收利用將有助於緩解水資源短缺問題。

再生水資源發展條例

行政院會通過「再生水資源發展條例」草案

【中央社台北12日電】行政院會議通過「再生水資源發展條例」草案。該草案旨在推動再生水資源發展，提高水資源利用效率，減少水資源浪費。

草案內容包括：再生水資源發展目標、再生水資源發展計畫、再生水資源發展經費、再生水資源發展獎勵等。

再生水資源

=穩定水源+合理分配利用
=循環性水資源



廢污水再生趨勢評析

1. 前言

2. 用水指標管理及規範

3. 用水計畫書製作

4. 處理系統設計規劃

5. 實例介紹



產業用水管理政策目標

1. 前言

2. 用水指標管理及規範

3. 用水計畫書製作

4. 處理系統設計規劃

5. 實例介紹

- ❖ 104年5月28日行政院第3450次會議
 - ◆ 工業區「零增自來水」為短期政策目標
 - ◆ 在提高污水接管率及工業用水循環利用率的前提下，中長期目標為逐步降低工業區對自來水的使用依賴
 - ☑ 要求工業用水回收率應達80%以上
 - 除與人體接觸用水，以及食品及藥品產業用水外，其餘工業製程用水都能以再生水取代



為何要進行節水與水回收

1. 前言

2. 用水指標管理及規範

3. 用水計畫書製作

4. 處理系統設計規劃

5. 實例介紹

❖ 氣候變遷，嚴重缺水不再是百年一遇

◆ 同樣的生產量下，每減一分用水，就少一分風險

❖ 每節一噸自來水，可以省下：

- ◆ 一噸取水成本(包括即將開徵耗水費)
- ◆ 一噸廢水廠內處理成本
- ◆ 一噸廢水的納管費處理
- ◆ 一噸廢水相當之水污費

❖ 降低產品「水足跡」將成為一種趨勢



工業用水指標管理 及規範評析



科學工業園區水電輔導管理辦法(1/2)

1. 前言

2. 用水指標管理及規範

3. 用水計畫書製作

4. 處理系統設計規劃

5. 實例介紹

❖ 2004年12月22日發布

❖ 第3條 管理局應於每年定期邀集水利署、農田水利會、氣象局、園區同業公會，召開園區用水供需調配會議



第4條 園區用戶應於申請興建、租賃廠房或增資時，向管理局提送用水計畫書

◆ 用水量大於500 CMD園區用戶，每年年底提出未來五年及最終用水計畫量，送管理局審查



用水量大於500 CMD園區新用戶，儲水設施有效容量應符合使用至少24小時的需求



科學工業園區水電輔導管理辦法(2/2)

1. 前言

2. 用水指標管理及規範

3. 用水計畫書製作

4. 處理系統設計規劃

5. 實例介紹

❖ 第6條 為維持穩定充裕供水，管理局得協商園區同業公會、水利署、自來水事業，研議開發專屬備用水源及所需經費分攤原則



第7條 園區供水不足時，管理局及自來水事業，得視園區用戶執行節水成效及用水量，實施限制用水或分區輪流供水



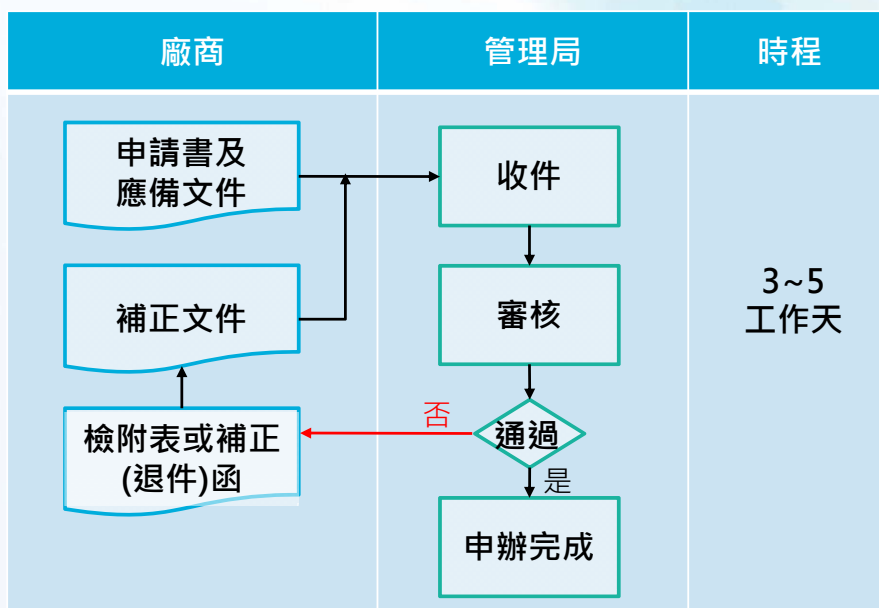
第9條 園區用戶應依環保相關法規實施用水回收率、排放率

◆ 管理局得輔導園區用戶設置用水回收系統，對用水回收具實績成效之園區用戶，得予以獎勵



用水計畫書-核備流程

❖ 用水計畫書核備流程



用水計畫書-章節內容

- ❖ 公司簡介
- ❖ 用水時程
- ❖ 用水量推估之依據
- ❖ 節約用水計畫
- ❖ 乾旱缺水或預告停水緊急因應策略
- ❖ 廠區內外供水設備之規劃
- ❖ 請求協助事項
- ❖ 聯絡人資料





經濟部水利署-用水計畫書審查作業要點(1/2)

1. 前言

2. 用水指標管理及規範

3. 用水計畫書製作

4. 處理系統設計規劃

5. 實例介紹

- ❖ 92年3月5日發布，103年11月19日修正，共13條
- ❖ 第2條 開發計畫興辦或擴充，用水量累積300 CMD者，依本要點辦理用水計畫書審查
- ❖ 第3條 計畫用水量超過3,000 CMD者，應送水利署審查，低於或等於3,000 CMD者，送水利署各區水資源局審查
- ❖ 第7條 受理機關得邀請相關單位召開會議審查用水計畫書，在水資源可供應總量管制原則下，審查需用水量合理性、是否符合節約用水原則，以及計畫書內各項措施是否確實可行



經濟部水利署-用水計畫書審查作業要點(2/2)

1. 前言

2. 用水指標管理及規範

3. 用水計畫書製作

4. 處理系統設計規劃

5. 實例介紹

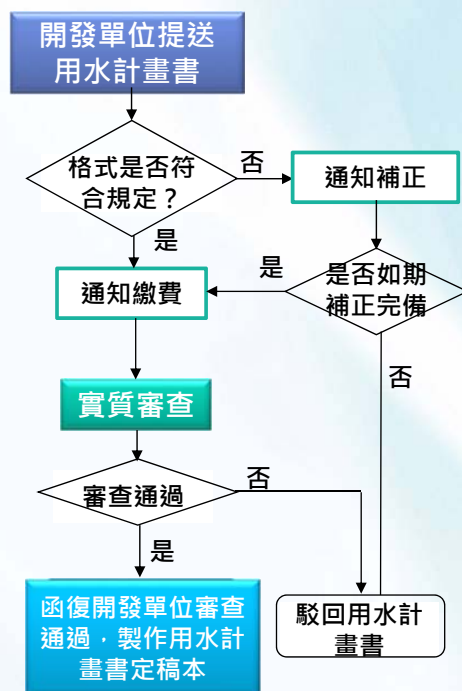
- ✔ 第8條 經核定用水計畫，開發或管理單位應依用水計畫及承諾事項辦理，並依經濟部通知，每年提報實際用水量至受理機關
 - ◆ 若有與原核定計畫用水量或節約用水承諾等事項不符者，得要求開發或管理單位提出用水計畫差異分析送受理機關審查
- ✔ 第10條 經查核實際用水量連續三年未達各該年度核定用水量70%者，得依其發狀況實際情形核減其各年度至終期用水量
- ✔ 第12條 開發或管理單位得於開發基地內自行調配已核可之計畫用水量



經濟部水利署用水計畫書-審查作業流程

供水單位
水庫或攔河堰管理機關
自來水事業單位
農田水利會等

自行開發水源或取水
海水淡化廠
蓄水建造物
引取地面水或地下水等



經濟部水利署用水計畫書-章節內容

- ❖ 基本資料與摘要內容
- ❖ 計畫概述
- ❖ 計畫用水量
- ❖ 節約用水計畫
- ❖ 水源供應計畫
- ❖ 供水計畫
- ❖ 乾旱缺水緊急應變計畫
- ❖ 附錄





環保署環境影響評估(1/2)

1. 前言

2. 用水指標管理及規範

3. 用水計畫書製作

4. 處理系統設計規劃

5. 實例介紹

- ❖ 83年12月30日發布，92年1月8日修正，共32條
- ❖ 第5條 下列開發行為對環境有不良影響之虞者，應實施環境影響評估
 - 一、工廠之設立及工業區之開發
- ❖ 第16條 已通過之環境影響說明書或評估書，非經主管機關及目的事業主管機關核准，不得變更原申請內容
- ❖ 第17條 開發單位應依環境影響說明書、評估書所載之內容及審查結論，切實執行



環保署環境影響評估(2/2)

1. 前言

2. 用水指標管理及規範

3. 用水計畫書製作

4. 處理系統設計規劃

5. 實例介紹

- ❖ 第18條 開發行為進行中及完成後使用時，應由目的事業主管機關追蹤，並由主管機關監督環境影響說明書、評估書及審查結論之執行情形
- ❖ 第23條 有下列情形之一，處新臺幣30萬元以上150萬元以下罰鍰，並限期改善；屆期仍未改善者，得按日連續處罰
 - ◆ 一、違反第7條第三項、第16條之一或第17條之規定者
 - ◆ 二、違反第18條第一項，未提出環境影響調查報告書或違反第18條第三項，未提出因應對策或不依因應對策切實執行者



工業區開發環境影響評估審議規範(1/2)

1. 前言

2. 用水指標管理及規範

3. 用水計畫書製作

4. 處理系統設計規劃

5. 實例介紹

- ❖ 89年4月19日公告
- ❖ 第2條 本審議規範係提供本署環境影響評估審查委員會，作為工業區開發環境影響說明書、環境影響評估報告書（初稿）等審查之基準
- ❖ 第3條 工業區開發環境影響評估審查，包括下列各項環境類別
 - ◆ 物理及化學
 - ◆ 生態
 - ◆ 景觀及遊憩
 - ◆ 社會經濟
 - ◆ 文化



工業區開發環境影響評估審議規範(2/2)

1. 前言

2. 用水指標管理及規範

3. 用水計畫書製作

4. 處理系統設計規劃

5. 實例介紹

- ❖ 第24條 工業區開發，其用水計畫應先經水資源主管機關及自來水機構審查同意，並附證明文件
- ❖ 第25條 開發基地位於地下水管制區或地層（盤）下陷區者，禁止規劃取（抽）用地下水
- ❖ 第26條 工業區全區用水總回收率（含廠內用水回收、中水道系統回收及污水處理廠廢水回收等）應至少達70%
但情形特殊，經本署環境影響評估審查委員會同意者，不在此限



工業回收率目標彙整

單位	時間	政策、計畫或規範	回收率目標
科學工業園區	92年	水電輔導管理辦法	83年以前興建之廠房，製程回收率需大於50%，全廠回收率需大於30%，排放率需小於80%
			83年至88年興建之廠房，製程回收率需大於50%，全廠回收率需大於30%，排放率需小於80%
經濟部水利署	87年	全國國土及水資源會議	由87年的32%提升至100年的65%
	89年	節約用水行動方案	至100年需達成65%以上
	94年	水資源永續發展政策規劃	110年提高現有工業用水回收率至少10%
環保署	89年	工業區開發影響評估審議規範	全廠回收率至少達70%

工業用水回收率要求達80%以上



相關節水輔導計畫

❖ 園區廠商節水節能減碳輔導計畫

新竹科學工業園區管理局

- ◆ 2008年國科會規劃
 - 2008至2011年科學工業園區廠商每年達成節水量100萬公噸以上，其中新竹科學工業園區應達成每年節水量50萬噸/年以上
- ◆ 新竹科學工業園區管理局積極作為
 - 91~103年期間已持續推動之節水輔導151場次
 - 91~103年期間接受節水輔導之廠商持續追蹤節水成效(79家)

❖ 水再生利用推動盤查與促動服務計畫(101~103年)

經濟部水利署

- ◆ 完成35處工業用水戶及生活污水戶現場盤查
- ◆ 完成2處工業用水戶及2處生活污水戶深入輔導與評估試驗

❖ 推動工業節水綜合行動(92~98年)

經濟部工業局

- ◆ 完成18個行業共571家工廠之工業用水效率提升輔導作業，推動節約用水政策，總計節水量達每年4,556萬噸



用水計畫書撰寫說明



用水計畫書-章節內容

1. 前言
2. 用水指標管理及規範
3. 用水計畫書製作
4. 處理系統設計規劃
5. 實例介紹

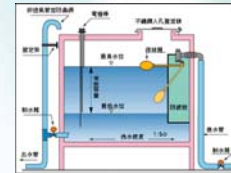
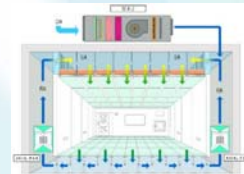
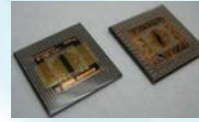
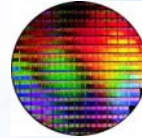
- ❖ 公司簡介
- ❖ 用水時程
- ❖ 用水量推估之依據
- ❖ 節約用水計畫
- ❖ 乾旱缺水或預告停水緊急因應策略
- ❖ 廠區內外供水設備之規劃
- ❖ 請求協助事項
- ❖ 聯絡人資料





用水計畫書-公司簡介

- ❖ 用水地點
- ❖ 租地面積及樓地板面積
 - ◆ 自建廠房
 - ◆ 標準廠房
- ❖ 起租日期
- ❖ 產品種類及產能
- ➡ 潔淨室面積
- ➡ 冷凍噸數量
- ❖ 申請用水量



用水計畫書-用水期程

- ❖ 開始用水時間及需求用水容量
- ❖ 開始試運轉時間及需求用水容量
- ☑ 未來五年用水時程表



未來五年用水預估量					
年度					
用水量					

- ☑ 最終用水時程表
 - ◆ 本廠預定於民國_____年建廠完成
最終計畫用水量為_____CMD



用水計畫書-用水量推估(1/3)

1. 前言

2. 用水指標管理及規範

3. 用水計畫書製作

4. 處理系統設計規劃

5. 實例介紹

- ❖ 民生用水(w3)：員工飲用、清洗、沖廁用水
 - ◆ 以每人每天用水量 **50公升** 估算
 - ◆ 設餐廳者，建議以每人每天用水量 **80公升** 估算
- ❖ 製程用水：包括純水與工業用水
 - ◆ 各製程機台用水量×機台數=製程用水量
 - ◆ 製程用水量/純水系統造水率=純水系統進水量(P)
- ❖ 公共用水(f3)：澆灌、消防用水
 - ◆ 澆灌用水，建議以每平方公尺綠地以 **1~2公升** 澆灌量估算



用水計畫書-用水量推估(2/3)

1. 前言

2. 用水指標管理及規範

3. 用水計畫書製作

4. 處理系統設計規劃

5. 實例介紹

- ❖ 廢氣洗滌塔用水(f1)：local/central scrubber
 - ◆ 補水量(f1)=蒸發水量(v2)+排放水量(d5-1)
 - 廢氣洗滌塔內洗滌液流速視廢氣風量而定 (液氣比)
 - 停留時間視處理效率而定
 - 洗滌液流速×停留時間=洗滌液流量
 - 洗滌液流量×操作時間=補水量
 - ◆ 蒸發水量(v2)
 - 蒸發水量
以排氣量1,000 CMM為例，合理蒸發水量約 **5 CMD**





用水計畫書-用水量推估(3/3)

1. 前言

2. 用水指標管理及規範

3. 用水計畫書製作

4. 處理系統設計規劃

5. 實例介紹

❖ 冷卻水塔補水量(f2)

◆ 補水量(f2) = 蒸發水量(v1) + 排放水量(d5-2)

○ 蒸發水量(v1)估算

蒸發水量 = $0.008 \times \text{循環水量} \times \text{運轉時間}$

■ 循環水量估算

冷凍噸 1 RT 循環水量 13 LPM (溫差 5 °C 時)

○ 以冷凍噸數 1,000 RT、24 小時操作為例，合理蒸發水量約介於 **120~150 CMD**

◆ 冷卻水塔濃縮倍數

○ 補水量(f2)/排放水量(d5-2)

○ 排放水導電度/補充水導電度



用水計畫書-節約用水計畫(1/6)

1. 前言

2. 用水指標管理及規範

3. 用水計畫書製作

4. 處理系統設計規劃

5. 實例介紹

❖ 開發水源

◆ 空調冷凝水(OAC)：包括外氣空調箱(MAU)、預冷空調箱(PAH)、空氣調節箱(AHU)、小型冷風機(FCU)

○ 空調冷凝水回收量 (A1)

= [(空調箱入風絕對溼度) - (空調箱出風絕對溼度)] × 單位空氣之重量 × 風量



◆ 雨水貯留量(A2)

○ 貯留量 = 年降雨量 × 集雨面積

← 不考慮貯留設施容量

日降雨量 × 集雨面積 × 日降雨概率

← 貯留設施容量設計基礎



用水計畫書-節約用水計畫(2/6)

1. 前言

2. 用水指標管理及規範

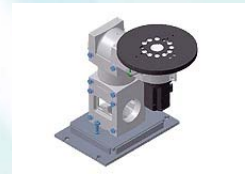
3. 用水計畫書製作

4. 處理系統設計規劃

5. 實例介紹

❖ 減少用水量

- ◆ 用水單元增設水錶，掌握用水資訊及改善管線滲漏情形
- ◆ 純水系統
 - 延長單元造水週期
 - 管控反洗再生流量及時間
 - 更換老化、飽和處理耗材，或增加處理單元，提升造水率
- ◆ 製程用水
 - 設置耗水量較低之製程或機台
 - 如研磨製程搭配離心旋轉台，可回收砥液，並減少清洗用水
 - 使用不需清洗或僅需少量清洗之原物料



用水計畫書-節約用水計畫(3/6)

1. 前言


2. 用水指標管理及規範

3. 用水計畫書製作

4. 處理系統設計規劃

5. 實例介紹

❖ 減少用水量

- ◆ 冷卻水塔
 - 提高排放水導電度管制值，搭配加藥管理，維持冷卻效能
 - 定期去除散熱板積垢、清除蓄水池內藻泥
 -  冷卻水塔濃縮倍數需提升至6倍以上或其排放水需回收再利用70%以上，兩者擇一而行
- ◆ 廢氣洗滌塔
 - 選用合適洗滌液種類，或搭配加藥，提升污染防治效能及減少用水量
- ◆ 民生用水
 - 採用省水器材
- ◆ 公共用水
 - 依降雨情形以及土壤濕潤度，調整澆灌頻率及水量
 - 於蒸發度較低之早晨或傍晚澆灌





用水計畫書-節約用水計畫(4/6)

1. 前言

2. 用水指標管理及規範

3. 用水計畫書製作

4. 處理系統設計規劃

5. 實例介紹

❖ 水回收再利用



◆ 純水系統 (c1、c2)

- 活性碳塔、多層過濾塔、離子交換樹脂塔清洗水回收再利用
- UF濃排水、RO濃排水回收再利用
- 線上監測用水回收再利用

◆ 製程排水

- 製程分流回收處理
 - 回收作為純水系統進流(c3)
 - 作為次級用水(c4)
- 機台內循環再利用或逐級利用(c7)

← 僅開放光電業填列



用水計畫書-節約用水計畫(5/6)

1. 前言

2. 用水指標管理及規範

3. 用水計畫書製作

4. 處理系統設計規劃

5. 實例介紹

❖ 水回收再利用



◆ 廢氣洗滌塔

- ✔ 裝設處理設施後，可節省水量(c5)

◆ 冷卻水塔

- ✔ 裝設處理設施後，可節省水量(c6)

- ◆ 排放水經回收處理再利用常見回收處理單元：砂濾、RO、EDR脫鹽處理

! 僅增設砂濾處理設施，無法計入次級用水回收量中



用水計畫書-節約用水計畫(6/6)

❖ 廢水回收再利用(R)

- ◆ 製程廢水回收再利用 (r1)
- ◆ 廢氣洗滌塔排放水回收再利用(r2)
- ◆ 冷卻水塔排放水回收再利用(r3)
- ◆ 放流水(納管水)回收再利用(r4)
- ◆ 常見回收處理單元：砂濾、超過濾、RO、EDR脫鹽處理

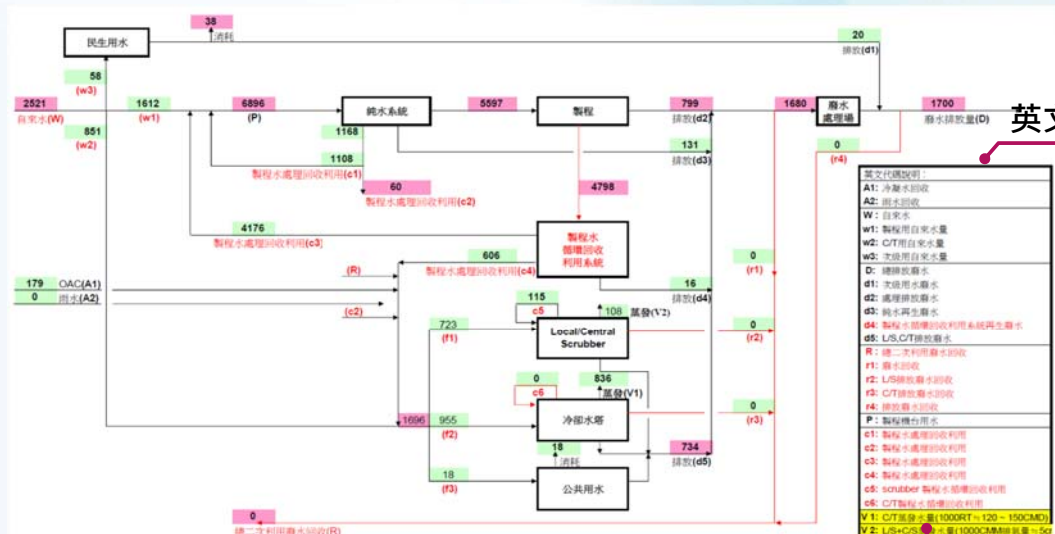
✓ r1~r3為各股排水未進入廢水處理設施前的回收再利用行為，不須辦理水措變更

✓ r4為廢污水經處理後，尚未排入放流口(納管處)前的回收再利用行為，需依環保法規要求，於水措中登載回收量



用水計畫書-繪製用水平衡圖(1/3)

❖ 含製程用水版 (R7版)



1

英文代碼說明

- 英文代碼說明
- A1: 淨廢水回收
 - A2: 雨水回收
 - W: 自來水
 - w1: 製程用自來水量
 - w2: C/T用自來水量
 - w3: 本廠用自來水量
 - D: 總排放廢水
 - d1: 洗滌排放廢水
 - d2: 處理排放廢水
 - d3: 純水再生廢水
 - d4: 製程水處理回收系統再生廢水
 - d5: L/S/C/T排放廢水
 - R: 二次利用廢水回收
 - r1: 廢水回收
 - r2: L/S排放廢水回收
 - r3: C/T排放廢水回收
 - r4: 排放廢水回收
 - P: 製程機用排水
 - c1: 製程水處理回收利用
 - c2: 製程水處理回收利用
 - c3: 製程水處理回收利用
 - c4: 製程水處理回收利用
 - c5: scrubber 製程水處理回收利用
 - c6: C/T製程水處理回收利用
 - V1: C/T製程水 (1000RT - 120 - 150CMD)
 - V2: L/S/C/T製程水 (1000CMD製程水 - 50)
 - W: 飲用水/蒸餾水
 - W1: Local/Central Scrubber補助用水
 - D1: 冷卻水塔補助用水
 - D2: 公共補助用水(造雲)

2

次級用水蒸發量
估算建議值

4

製程回收率(RP)=	$\frac{c1+c2+c3+c4}{P}$	* 100% = 86.3% (>85%)	註: 1. 請儘可能利用圖面表示水量數據。
製程回收率(RT)=	$\frac{(A1+A2)+(c1+c2+c3+c4+c5+c6+R)}{(W+A1+A2)+(c1+c2+c3+c4+c5+c6+R)+V1+V2}$	* 100% = 78.7% (>70%)	2. 計算公式已設定好, 在平衡圖用水點直接填數據, %會自動計算。
製程排放率(DT)=	$\frac{D}{W+A1+A2}$	* 100% = 63.0% (<70%)	3. 若平衡圖不適用請自行調整計算。

3

各類回收率(電腦自動計算)

欄位由電腦自動計算



用水計畫書-回收率計算(1/6)

❖ 竹科管理局要求

◆ 按建廠時程之不同達成各項回收標準

建廠時程	製程回收率	全廠回收率	排放率
~83年	>50%	>30%	<80%
83~88年	>70%	>50%	<80%
88年~	>85%	>70%	<70%

● 承接廠房，若製程機台未變動，依原建廠時程相關規定辦理；若生產製程機台皆有調動，視為新設廠房(相關認定依科管局規定辦理)

- ◆ 需辦理環評之廠商，依環評審定之承諾事項辦理
- ◆ 94年新設廠房要求設置冷凝水回收、雨水回收等措施

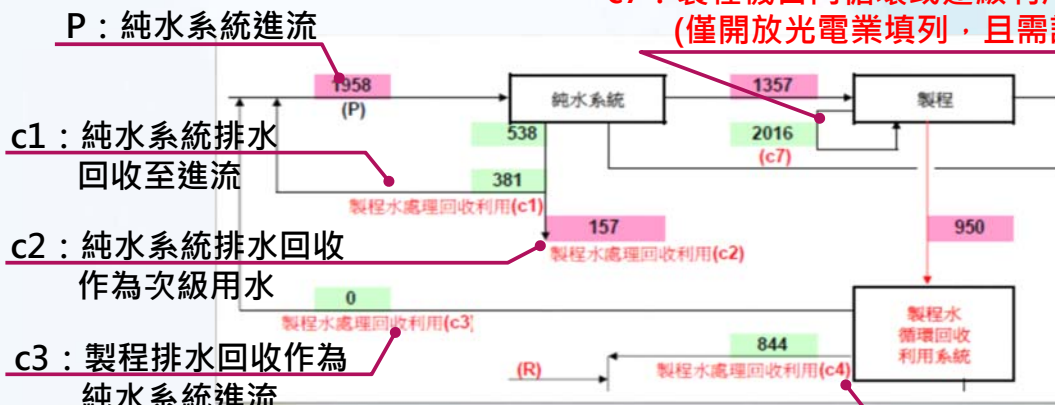


用水計畫書-回收率計算(2/6)

❖ 製程回收率(RP) $\frac{\text{製程用水回收量}}{\text{製程用水回收量}}$

$$\frac{\text{純水系統回收量} + \text{製程排水回收量} + \text{機台內循環量}}{\text{純水系統進流量} + \text{機台內循環量}} = \frac{c1+c2+c3+c4+c7}{P+c7} \times 100\%$$

c7：製程機台內循環或逐級利用
(僅開放光電業填列，且需設流量計佐證)





用水計畫書-回收率計算(3/6)

1. 前言

2. 用水指標管理及規範

3. 用水計畫書製作

4. 處理系統設計規劃

5. 實例介紹

❖ 全廠回收率(RT)



$$\frac{\text{開發水源量} + \text{製程用水回收量} + \text{次級用水回收量} + \text{廢水回收量}}{\text{自來水用水量} + \text{開發水源量} + \text{製程用水回收量} + \text{次級用水回收量} + \text{廢水回收量} - \text{蒸發水量}}$$

$$= \frac{(A1 \sim A2) + (c1 \sim c4 + c7) + (c5 \sim c6) + R}{W + (A1 \sim A2) + (c1 \sim c4 + c7) + (c5 \sim c6) + R - (V1 \sim V2)} \times 100\%$$

❖ 全廠排放率(DT)

$$\frac{\text{廢水排放量}}{\text{自來水用水量} + \text{開發水源量}}$$

$$= \frac{D}{W + (A1 \sim A2)} \times 100\%$$



用水計畫書-回收率計算(4/6)

1. 前言

2. 用水指標管理及規範

3. 用水計畫書製作

4. 處理系統設計規劃

5. 實例介紹

❖ 提升回收率關鍵



◆ 製程回收率

- 增加純水系統排水及製程排水回收量 (增加c1~c4及c7)
- 提升純水系統造水率，降低純水系統進流量(減少P)

◆ 全廠回收率

- 增加開發水源量、各類排水回收量 (增加A1~A2、c1~c7、R)
- 減少自來水用水量(減少W)
- 提升冷卻水塔濃縮倍數及廢氣洗滌塔用水循環次數 (增加V1~V2，減少f1~f2→減少w2)



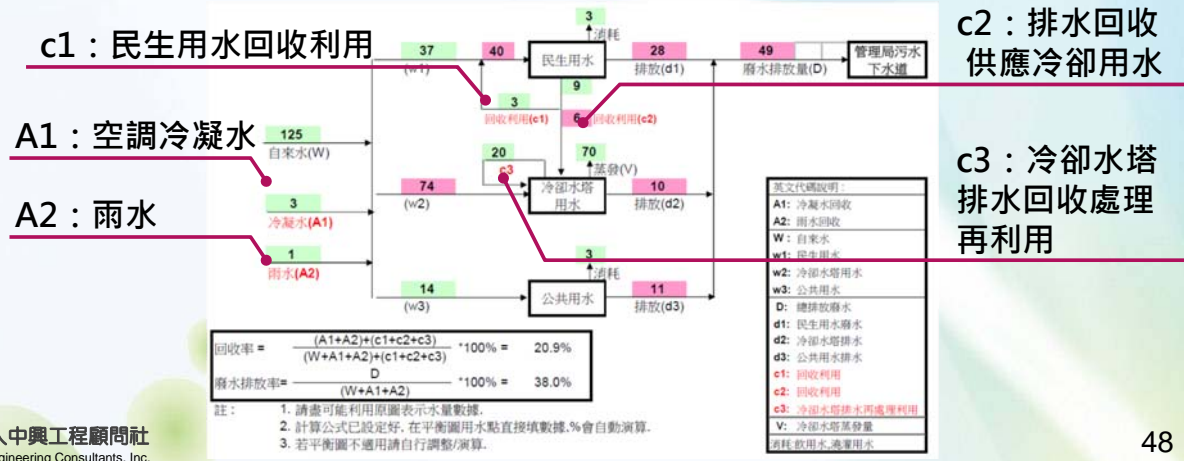
用水計畫書-回收率計算(5/6)

❖ 回收率(適用無製程用水事業)

$$\frac{\text{開發水源量} + \text{民生用水回收量} + \text{冷卻用水回收量}}{\text{自來水用水量} + \text{開發水源量} + \text{民生用水回收量} + \text{冷卻用水回收量}}$$

$$= \frac{(A1 \sim A2) + (c1 \sim c2) + (c3)}{W + (A1 \sim A2) + (c1 \sim c2)} \times 100\%$$

此處c1~c3定義與含製程用水版不同



用水計畫書-回收率計算(6/6)

❖ 廢水排放率

$$\frac{\text{廢水排放量}}{\text{自來水用水量} + \text{開發水源量}}$$

$$= \frac{D}{W + (A1 \sim A2)} \times 100\%$$

❖ 提升回收率關鍵(適用無製程用水事業)

- ◆ 增加開發水源量(空調冷凝水、雨水)
- ◆ 民生排水回收再利用
- ◆ 提升冷卻水塔濃縮倍數，或使用民生排水(如飲水機濃排水)作為補充水
- ◆ 冷卻水塔排放水回收處理再利用





用水計畫書-缺水因應策略(1/3)

1. 前言

2. 用水指標管理及規範

3. 用水計畫書製作

4. 處理系統設計規劃

5. 實例介紹

❖ 建置應變小組



- ◆ 緊急應變小組應由生產單位之設備、製造以及廠務部相關權責人員組成
- ◆ 由廠務部負責全權協調執行缺、限水或停水之應變措施



用水計畫書-缺水因應策略(2/3)

1. 前言

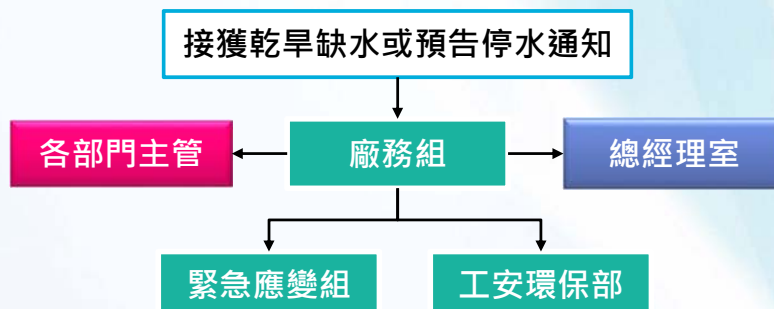
2. 用水指標管理及規範

3. 用水計畫書製作

4. 處理系統設計規劃

5. 實例介紹

❖ 擬定應變措施(以園區某事業為例)



- ◆ 接獲乾旱缺水或預告停水訊息時，立即全廠公告請全體人員配合節約用水
 - 應變小組通知相關部門進行停水前之準備措施
 - 各蓄水池充分蓄水，減緩缺水時間



用水計畫書-缺水因應策略(3/3)

1. 前言

2. 用水指標管理及規範

3. 用水計畫書製作

4. 處理系統設計規劃

5. 實例介紹

❖ 各階段執行措施(以園區某事業為例)

◆ 短期缺水或緊急停水階段

- 應變小組通知相關部門進行嚴密監控各設備用水狀況
- 定時監控各蓄水槽情況並記錄之
- 停止供應全廠清洗用水
- 冷卻水塔提高濃縮倍數減少排放，並添加相關藥劑避免管路結垢
- 限制民生用水量，並減少景觀噴灌之用水次數

◆ 長期缺水或限水階段

- 全力配合園區推動限水措施
- 關閉部分非必要生產機台或實施減產措施
- 辦公室空調管制(只送風無溫控)
- 廚房供水停止，改由外部供應便當
- 關閉部份空調機組，停止景觀噴灌用水，並限時供應民生用水
- 若缺水情況嚴重將僱請水車載水
- 長期停水時，將自行尋找水源



用水計畫書-供水設備規劃(1/3)

1. 前言

2. 用水指標管理及規範

3. 用水計畫書製作

4. 處理系統設計規劃

5. 實例介紹

❖ 自來水系統

◆ 工業用水、民生用水

- 註明接水點、使用管徑、水錶裝置、蓄水池容量

用途	蓄水池 (m ³)	儲水水箱(m ³)	備註
民生用水	100	40	
製程用水	1,500	500	
消防用水	300	--	
回收水池	500	--	

◆ 自來水用戶用水設備標準

- 第5條 進水管及受水管之口徑，應足以輸送尖峰時所需之水量
- 第7條 蓄水池與水塔應為水密性構造物，蓄水池與水塔容量合計應為設計用水量4/10以上至2日用水量以下

為穩定園區內廠商生產，管理局建議
蓄水池容量應滿足3日核定用水量





用水計畫書-供水設備規劃(2/3)

1. 前言

2. 用水指標管理及規範

3. 用水計畫書製作

4. 處理系統設計規劃

5. 實例介紹

❖ 回收系統

◆ 純水系統排水回收

- 濃排水回收、反洗水回收

◆ 製程排水回收

- 研磨廢水、後段清洗水、無機廢水、有機廢水

◆ 次級用水排放水回收

- 冷卻水塔排放水、廢氣洗滌塔排放水

◆ 其他回收系統

- 雨水貯留、空調冷凝水、生活污水回收再利用

❖ 應註明回收水水源、處理程序、再利用用途以及回收再利用量



用水計畫書-供水設備規劃(3/3)

1. 前言

2. 用水指標管理及規範

3. 用水計畫書製作

4. 處理系統設計規劃

5. 實例介紹

❖ 廢污水排放系統

◆ 原廢水種類、水量及水質

◆ 廢水處理流程

◆ 納管水(放流水)水量與水質

◆ 污水排放管與園區污水排放管銜接之位置及管徑

◆ 其他緊急應變措施

❖ 水資源監測系統

◆ 自來水接水點

◆ 廢污水排放點

◆ 製程用水進水點

◆ 用水回收點





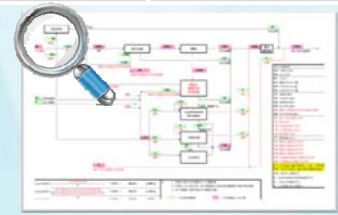
案例試算-用水量彙整(1/5)

❖ 案例基本資料

- ◆ 積體電路製造業
- ◆ 2000年建廠
- ◆ 2,000人

1 回收率目標值

建廠時程	製程回收率	全廠回收率	排放率
88年~	>85%	>70%	<70%



❖ 用水現況

- ◆ 自來水(W) : 6,800 CMD
- ◆ 製程自來水用量(W1) : 6,650 CMD
- ◆ 民生用水量(W3) : 150 CMD
- ◆ 次級用水量(W2) : 0 CMD
- ◆ OAC回收量(A1) : 550 CMD
- ◆ 雨水貯留量(A2) : 30 CMD

2 用水量平衡

3 每人每日用水量75公升 (含餐廳用水)



案例試算-用水量彙整(2/5)

❖ 民生用水

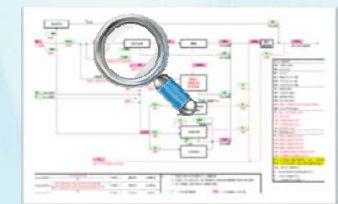
- ◆ 自來水用量(W3) : 150 CMD
- ◆ 排水量(d1) : 140 CMD
- ◆ 消耗水量 : 10 CMD

1 每人每日消耗水量5公升

❖ 純水系統

- ◆ 純水系統排水回收(C1) : 2,500 CMD
- ◆ 製程排水回收(C3) : 7,500 CMD
- ◆ 進流量(P)=自來水用量(W1)+純水系統排水回收(C1)+製程排水回收(C3) : 16,650 CMD
- ◆ 純水系統排放水量(d3) : 300 CMD
- ◆ 純水系統產水量 : 13,350 CMD
- ◆ 純水系統排水回收作為次級用水(C2) : 500 CMD

2 造水率=產水量/進流量 =80.2%

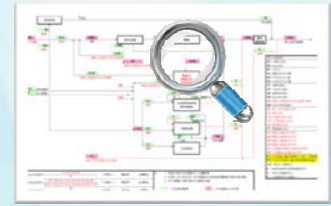




案例試算-用水量彙整(3/5)

❖ 製程用水

- ◆ 純水系統產水量：13,350 CMD
- ◆ 製程排放水量(d2)：600 CMD
- ◆ 製程排水回收作為純水系統進流(C3)：7,500 CMD
- ◆ 製程排水回收作為次級用水(C4)：4,750 CMD
- ◆ 製程排水回收系統排放量(d4)：500 CMD



1 分流率
= 製程排放水量 / 純水系統產水量
= 4.5%

2 需注意C3/C4回用比例



案例試算-用水量彙整(4/5)

❖ 次級用水

- ◆ 水源：5,830 CMD
(自來水、C2、C4、A1、A2、R)
- ◆ 廢氣洗滌塔
 - 補水量(f1)：3,000 CMD
 - 蒸發量(v2)：250 CMD
 - 排放水量(d5-1)：2,750 CMD
- ◆ 冷卻水塔
 - 補水量(f2)：2,750 CMD
 - 蒸發量(v2)：2,450 CMD
 - 排放水量(d5-2)：300 CMD



1 洗滌塔抽氣量2,500 CMM 12台
1,000 CMM蒸發水量約8.3 CMD

2 設計冷凍噸數 25,000 RT
操作冷凍噸數 18,000 RT
1,000 RT蒸發水量約136 CMD

3 濃縮倍數
= 補水量 / 排放水量
= 9.6

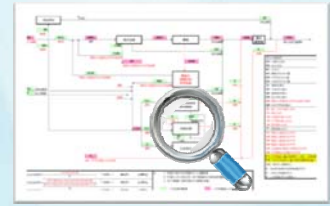


案例試算-用水量彙整(5/5)

❖ 次級用水

◆ 公共用水

- 消防、澆灌等用水
- 補水量(f3)：80 CMD
- 消耗水量：50 CMD
- 排放水量(d5-3)：30 CMD



1 綠地面積2公頃
每m²綠地澆灌水量2.5公升

❖ 廢水排放量

◆ 4,620 CMD



案例試算

❖ 製程回收率(RP)

$$= \frac{c1+c2+c3+c4}{P} \times 100\% = \frac{2,500+500+7,500+4,750}{16,650} \times 100\%$$

=91.6%

❖ 全廠回收率(RT)

$$= \frac{(A1\sim A2)+(c1\sim c4)+(c5\sim c6)+R}{W+(A1\sim A2)+(c1\sim c4)+(c5\sim c6)+R-(V1\sim V2)} \times 100\%$$

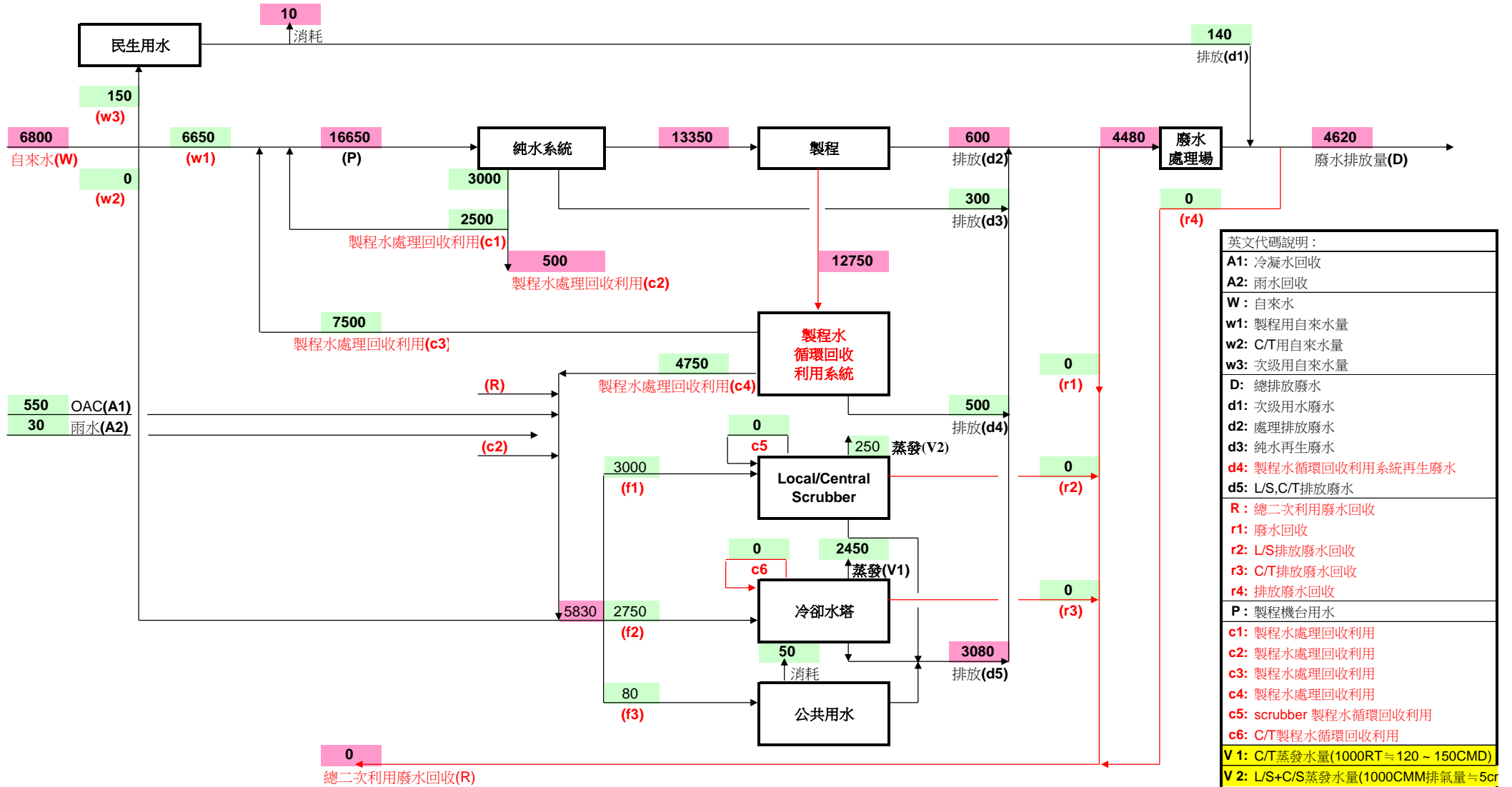
$$= \frac{550+30+2,500+500+7,500+4,750}{6,800+550+30+2,500+500+7,500+4,750-2,450-250} \times 100\%$$

=79.4%

❖ 全廠排放率(DT)

$$= \frac{D}{W+(A1\sim A2)} \times 100\% = \frac{4,620}{6,800+550+30} \times 100\% = 62.6\%$$

X年X月 XX公司用水平衡圖



英文代碼說明:	
A1:	冷凝水回收
A2:	雨水回收
W:	自來水
w1:	製程用自來水量
w2:	C/T用自來水量
w3:	次級用自來水量
D:	總排放廢水
d1:	次級用水廢水
d2:	處理排放廢水
d3:	純水再生廢水
d4:	製程水循環回收利用系統再生廢水
d5:	L/S,C/T排放廢水
R:	總二次利用廢水回收
r1:	廢水回收
r2:	L/S排放廢水回收
r3:	C/T排放廢水回收
r4:	排放廢水回收
P:	製程機台用水
c1:	製程水處理回收利用
c2:	製程水處理回收利用
c3:	製程水處理回收利用
c4:	製程水處理回收利用
c5:	scrubber 製程水循環回收利用
c6:	C/T製程水循環回收利用
V 1:	C/T蒸發水量(1000RT ≈ 120 ~ 150CMD)
V 2:	L/S+C/S蒸發水量(1000CMM排氣量 = 5cr)
消耗:	飲用水, 灌溉用水
f1:	Local/Central Scrubber補給用水
f2:	冷卻水塔補給用水
f3:	公共補給用水(澆灌...)

製程回收率(RP)=	$\frac{c1+c2+c3+c4}{P}$	* 100% =	91.6%	(>85%)	註： 1. 請盡可能利用原圖表示水量數據。 2. 計算公式已設定好，在平衡圖用水點直接填數據，%會自動演算。 3. 若平衡圖不適用請自行調整/演算。 ■ : 代表連結數據 ■ : 代表電腦公式計算
全廠回收率(RT)=	$\frac{(A1+A2)+(c1+c2+c3+c4+c5+c6+R)}{(W+A1+A2)+(c1+c2+c3+c4+c5+c6+R)-V1-V2}$	* 100% =	79.4%	(>70%)	
全廠排放率(DT)=	$\frac{D}{W+A1+A2}$	* 100% =	62.6%	(<70%)	

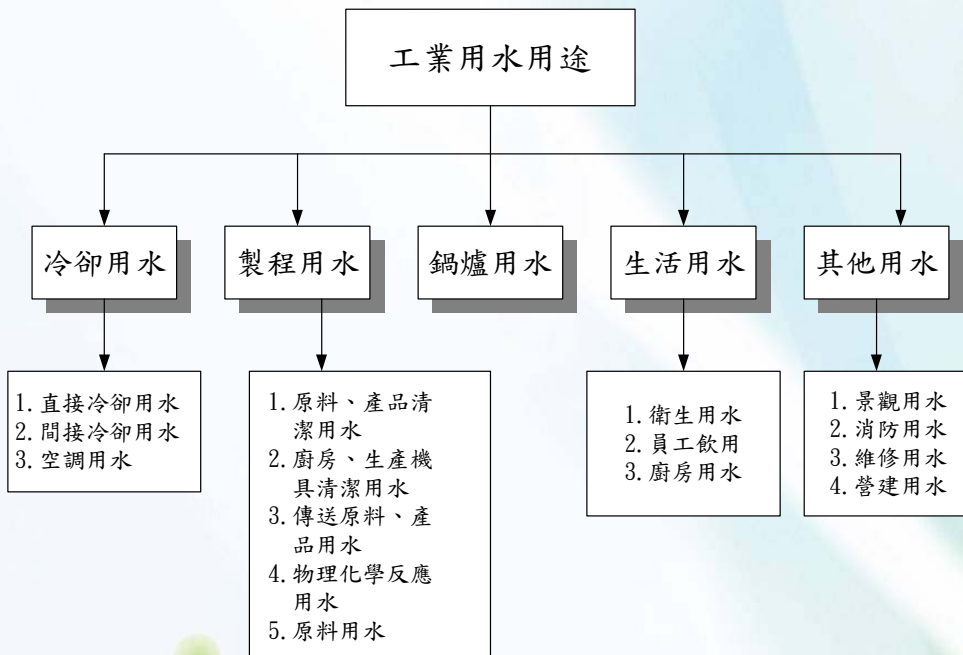


用水計畫書撰寫說明 (其他參考資料)



經濟部水利署-工業用水用途

1. 前言 2. 用水指標管理及規範 3. 用水計畫書製作 4. 處理系統設計規劃 5. 實例介紹





經濟部水利署-用水量推估

1. 前言

2. 用水指標管理及規範

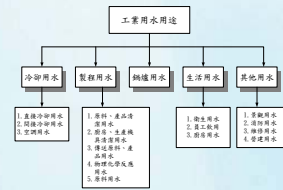
3. 用水計畫書製作

4. 處理系統設計規劃

5. 實例介紹

❖ 工業用水 (全廠用水)

- ◆ 依據產業類別之單位面積用水量、生產規模或製程等單位產品加以推估



❖ 生活用水

- ◆ 住宿人員用水量推估每人每日250公升以下
- ◆ 非住宿人員用水量推估每人每日30公升以下

❖ 其他用水

- ◆ 包括產業區、倉儲運輸區、行政區、公共設施、公園、廣場或綠地等用水需求，以平均日需水量每公頃20立方公尺估計



經濟部水利署-繪製用水平衡圖(1/3)

1. 前言

2. 用水指標管理及規範

3. 用水計畫書製作

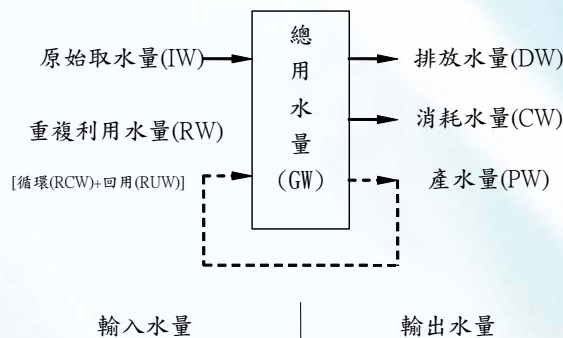
4. 處理系統設計規劃

5. 實例介紹

❖ 水平衡系統分析

- ◆ 用水單元的輸入水量的和，等於輸出水量之和

$$\text{原始取水量(IW)} = \text{消耗水量(CW)} + \text{排放水量(DW)}$$



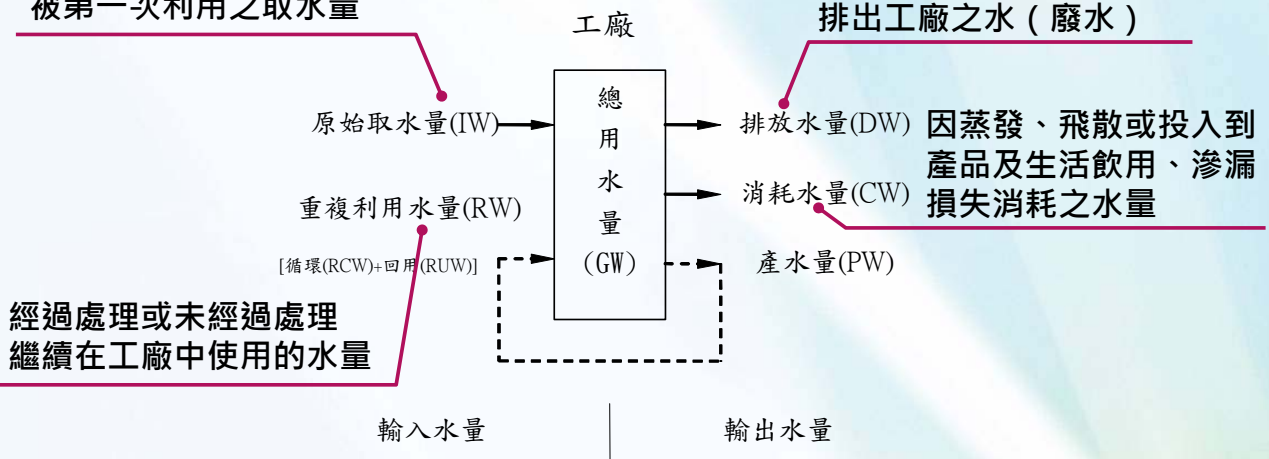
- ◆ 上述「用水單元」可為工廠，或類推至一個工業區的水平衡，或是細推到一個設備的水平衡



經濟部水利署-繪製用水平衡圖(2/3)

- 1. 前言
- 2. 用水指標管理及規範
- 3. 用水計畫書製作
- 4. 處理系統設計規劃
- 5. 實例介紹

取自工廠內外任何一水源，
被第一次利用之取水量



總用水量(GW) = 原始取水量(IW) + 重複利用水量(RW)



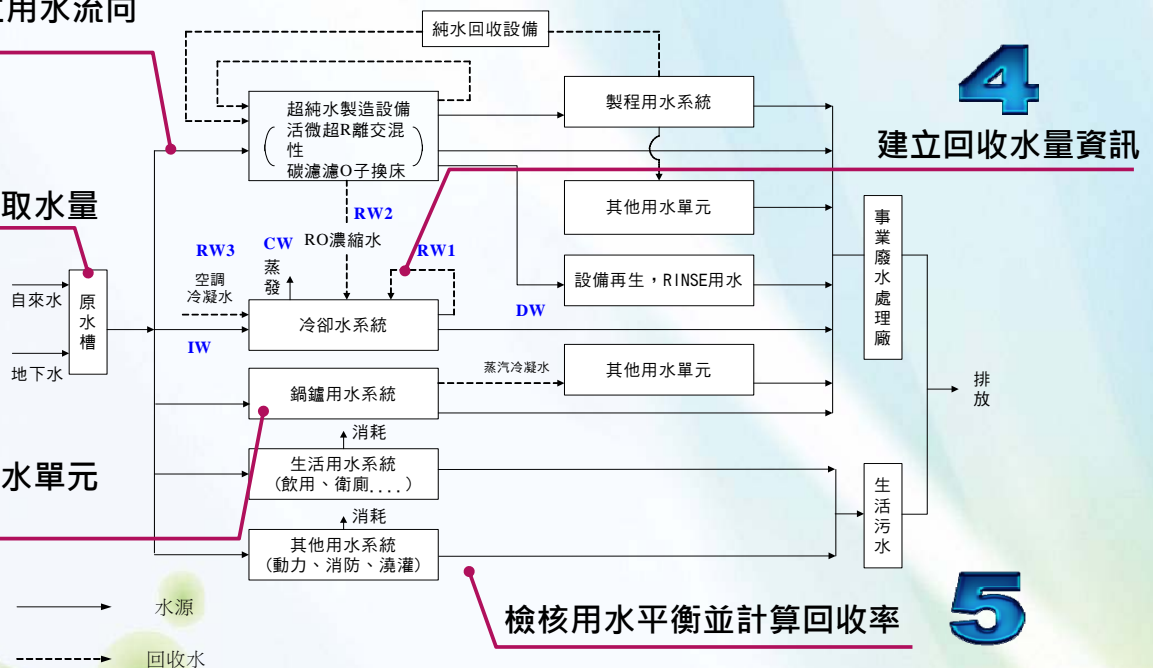
經濟部水利署-繪製用水平衡圖(3/3)

- 1. 前言
- 2. 用水指標管理及規範
- 3. 用水計畫書製作
- 4. 處理系統設計規劃
- 5. 實例介紹

1 建立用水流向

2 輸入外部取水量

3 建立各用水單元水量資訊





經濟部水利署-回收率計算

1. 前言

2. 用水指標管理及規範

3. 用水計畫書製作

4. 處理系統設計規劃

5. 實例介紹



R1回收率(重複利用率)

$$= \frac{\text{總循環水量} + \text{總回用水量}}{\text{總用水量}} \times 100\% = \frac{RW}{IW + RW} \times 100\%$$



R2回收率(不含冷卻水塔循環量)

$$= \frac{\text{總循環水量} + \text{總回用水量} - \text{總冷卻水循環量}}{\text{總用水量} - \text{總冷卻水循環量}} \times 100\%$$

$$= \frac{RW - \text{總冷卻水循環量}}{IW + RW - \text{總冷卻水循環量}} \times 100\%$$

製程用水重複利用率

$$= \frac{\text{製程用水總重複利用水量}}{\text{製程用水總用水量}} \times 100\%$$

排水率

$$= \frac{\text{總排水量}}{\text{總原始取水量}} \times 100\% = \frac{DW}{IW} \times 100\%$$



經濟部水利署-乾旱缺水緊急應變計畫

1. 前言

2. 用水指標管理及規範

3. 用水計畫書製作

4. 處理系統設計規劃

5. 實例介紹

❖ 設置工業區(廠)水電管理委員會，建立缺水危機管理制度及緊急應變事項



❖ 緊急用水應變措施

◆ 說明開發基地內總蓄水容量可因應終期用水量之天數



設計蓄水容量應至少能滿足3天之用水

◆ 擬定乾旱或缺水期間，各組織人員應辦事項及任務編組



各部會回收率比較分析(1/2)

❖ 製程回收率

單位	名稱	計算公式
科管局	製程回收率	$\frac{\text{純水系統回收量} + \text{製程排水回收量} + \text{機台內循環量}}{\text{純水系統進流量} + \text{機台內循環量}}$
水利署	製程用水重複利用率	$\frac{\text{製程用水總重複利用水量}}{\text{製程用水總用水量}} \times 100\%$

無顯著差異

❖ 全廠排放率

單位	名稱	計算公式
科管局	全廠排放率	$\frac{\text{廢水排放量}}{\text{自來水用水量} + \text{開發水源量}}$
水利署	排水率	$\frac{\text{總排放量}}{\text{總原始取水量}} \times 100\%$

水利署版未將空調冷凝水計入原始取水量，計算值較高



各部會回收率比較分析(2/2)

❖ 全廠回收率

單位	名稱	計算公式
科管局	全廠回收率	$\frac{\text{開發水源量} + \text{回收量} (\text{製程用水} + \text{次級用水} + \text{廢水})}{\text{自來水用水量} + \text{開發水源量} + \text{回收量} (\text{製程用水} + \text{次級用水} + \text{廢水}) - \text{蒸發水量}}$
水利署	R1回收率 (重複利用率)	$\frac{\text{總循環量} + \text{總回用水量}}{\text{總用水量}} \times 100\%$
	R2回收率 (不含冷卻水塔循環量)	$\frac{\text{總循環量} + \text{總回用水量} - \text{總冷卻水循環量}}{\text{總用水量} - \text{總冷卻水循環量}} \times 100\%$

科管局版扣除蒸發水量 製程循環水量僅開放光電業填報 未計入次級用水循環水量



水回收再利用處理系統 設計規劃



第1步：用水清查(1/4)

1. 前言 2. 竹科管理局版 3. 經濟部水利署版 4. 用水指標管理 **5. 處理系統設計規劃** 6. 實例介紹

❖ 調查用水基線資料

- ◆ 原始取水量：各供應來源引進工廠被第一次利用之水量
 - 自來水(W)、空調冷凝水(A1)、雨水(A2)
- ◆ 各類用水單元用水量
 - 製程用水(W1)
 - 民生用水(W2)
 - 次級用水(W3)
 - 廢氣洗滌塔補水量(f1)
 - 冷卻水塔補水量(f2)
 - 公共用水(f3)



第1步：用水清查(2/4)

❖ 調查用水基線資料

◆ 回收水量

- 純水系統排水回收供應純水系統進流(c1)、次級用水(c2)
- 製程排水回收供應純水系統進流(c3)、次級用水(c4)
- 廢氣洗滌塔及冷卻水塔排放水回收再利用 (c5及c6)
- 製程機台內循環水量(c7)
- 各類廢水回收再利用量(r1~r4)

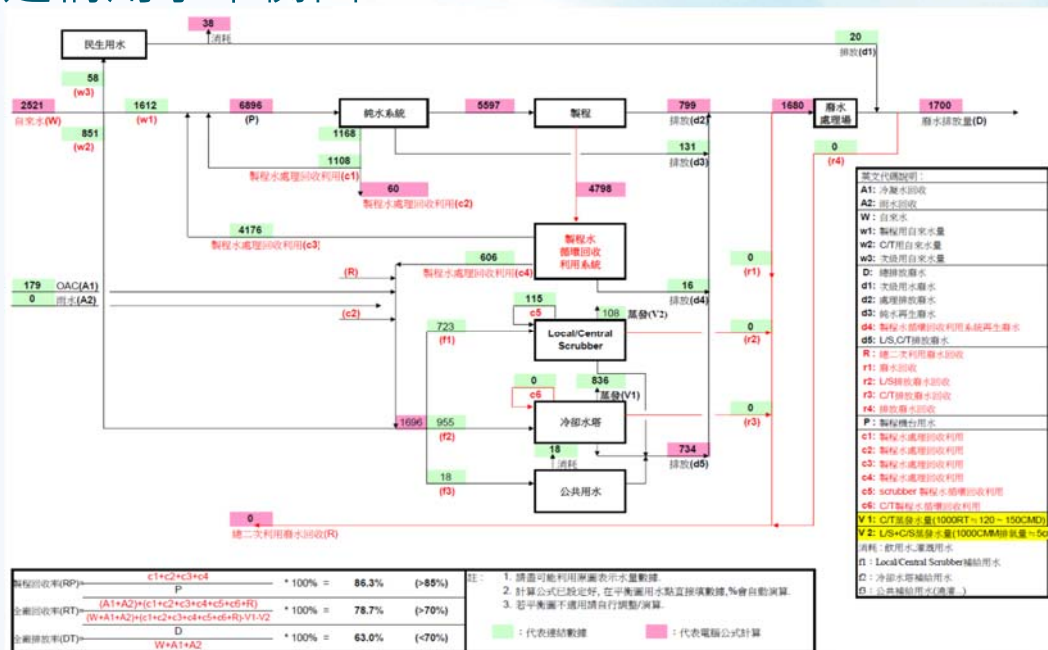
◆ 消耗水量

- 廢氣洗滌塔及冷卻水塔蒸發水量(v1及v2)
- 民生消耗水量
- 公共用水消耗水量



第1步：用水清查(3/4)

❖ 建構用水平衡圖





第1步：用水清查(4/4)

❖ 檢核用水指標

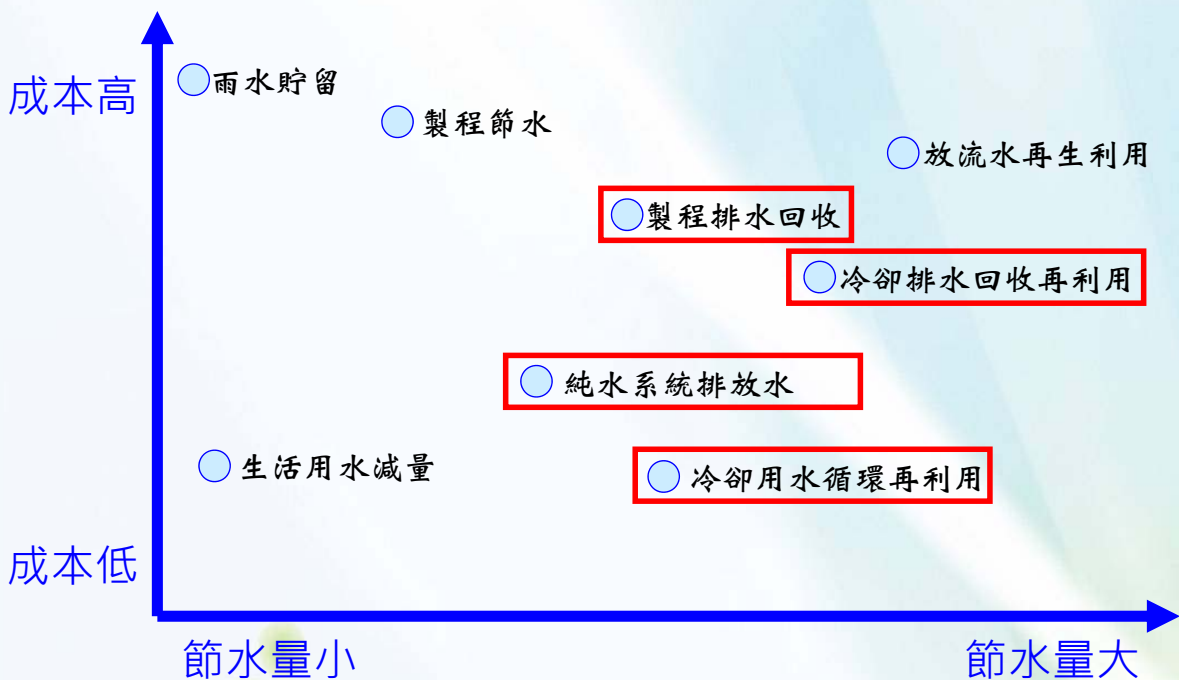
製程回收率(RP)=	$\frac{c1+c2+c3+c4}{P}$	* 100% =	78.4%	(>85%)
全廠回收率(RT)=	$\frac{(A1+A2)+(c1+c2+c3+c4+c5+c6+R)}{(W+A1+A2)+(c1+c2+c3+c4+c5+c6+R)-V1-V2}$	* 100% =	69.3%	(>70%)
全廠排放率(DT)=	$\frac{D}{W+A1+A2}$	* 100% =	60.9%	(<70%)

建廠時程	製程回收率	全廠回收率	排放率
~83年	>50%	>30%	<80%
83~88年	>70%	>50%	<80%
88年~	>85%	>70%	<70%

若製程回收率及全廠回收率未達規定，有必要檢討是否有節水空間



第2步：界定節水空間(1/17)





第2步：界定節水空間(2/17)

1. 前言

2. 竹科管理局版

3. 經濟部水利署版

4. 用水指標管理

5. 處理系統設計規劃

6. 實例介紹

❖ 典型純水系統處理流程



◆ 過濾

- 去除水中固體物質、有機物及微生物

◆ 脫鹽

- 去除水中溶解性固體物質

◆ 消毒

- 抑制微生物活性



第2步：界定節水空間(3/17)

1. 前言

2. 竹科管理局版

3. 經濟部水利署版

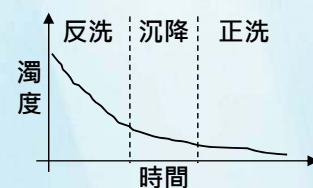
4. 用水指標管理

5. 處理系統設計規劃

6. 實例介紹

❖ 純水系統反洗廢水回收再利用

- ◆ 反沖洗水一般佔產水量2~5%
- ◆ 高濃度懸浮固體與濁度 (數百至一千NTU)
- ◆ 一般直接迴流至前端原水端處理回收，但可能造成膠體物質在其中累積
- ◆ 處理程序
 - 混凝沉澱 + 過濾 + 加氯
 - 微薄膜處理 + 加氯





第2步：界定節水空間(4/17)

1.

前言

2.

竹科管理局版

3.

經濟部水利署版

4.

用水指標管理

5.

處理系統設計規劃

6.

實例介紹

❖ 純水系統逆滲透膜濃縮液

- ◆ 當導電度在 $1,000 \mu\text{S}/\text{cm}$ 以內，均具回收效益
- ◆ 一般約數百 m^3/day
- ◆ 含多種藥劑（如含磷抗垢劑等），並非只有鹽類問題待處理
- ◆ 當含較高濃度矽時，回收率需考慮避免矽垢之產生
- ◆ 處理程序
 - 濾芯過濾 + RO
 - 濾芯過濾 + EDI



財團法人中興工程顧問社
Sinotech Engineering Consultants, Inc.

81



第2步：界定節水空間(5/17)

1.

前言

2.

竹科管理局版

3.

經濟部水利署版

4.

用水指標管理

5.

處理系統設計規劃

6.

實例介紹

❖ 製程用水

- ◆ 作為原料用水或製造過程中原料或半成品進行化學反應或物理作用所需的水，亦包括作為原料、半成品與成品、機具、設備等與生產有關之清洗用水等
- ◆ 操作概述
 - 原水經取水後，依產品或製程水質要求，進行適當的前處理；而使用過之製程排水由於含有污染物質，視污染程度，選擇排入廢水處理設施，或循環回收再利用
 - 依產品製程之不同，排水水質存在極大差異性



財團法人中興工程顧問社
Sinotech Engineering Consultants, Inc.

82



第2步：界定節水空間(6/17)

❖ 製程用水節水策略

- ◆ 製程用水減量
 - 改變原料或改善製程，減少製程用水量
- ◆ 使用替代性水源
 - 雨水貯留、海水淡化、廢污水再生
- ◆ 製程排水循環再利用
 - 單元製程內用水循環再利用
- ◆ 製程排水回收再利用
 - 製程排水回收作為次級用水
- ◆ 製程排水再生再利用
 - 藉由再生處理，提升排放水質，以符合標的用水水質要求



第2步：界定節水空間(7/17)

❖ 以半導體製造業為例

節水點	性質	處理技術	再利用用途
研磨廢水	懸浮固體物、SiO ₂	過濾、薄膜過濾	製程原水、冷卻用水
氟系廢水	氟離子、重金屬	化學混凝、流體化床結晶法	製程原水
酸鹼廢水	酸、鹼	直接使用	廢氣洗滌水、廢水調勻池調整pH
放流水回收再利用	鹽類、微量有機物、懸浮固體物	砂濾、薄膜過濾、活性炭	製程原水、冷卻用水、生活雜用水、澆灌用水



第2步：界定節水空間(8/17)

1. 前言

2. 竹科管理局版

3. 經濟部水利署版

4. 用水指標管理

5. 處理系統設計規劃

6. 實例介紹

❖ 化學研磨廢水

◆ 定義

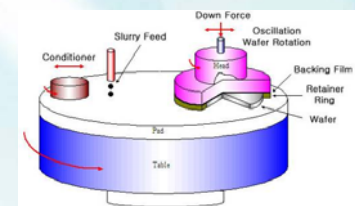
- 化學研磨 (Chemical mechanical polishing) 為將矽晶片表面起伏介電層加以平坦化之技術
- 採用純水加入砥粒形成研漿，進行研磨
- 約數百m³/day

◆ 問題

- 產生廢水含奈米級砥粒或剝落物，不易以一般過濾去除
- 整體導電度極低，矽顆粒會造成後段逆滲透膜產生嚴重的二氧化矽堵塞

◆ 處理程序

- 鋁鹽混凝 + 沉澱 + 多層濾料過濾 + RO
- 沉浸式超過濾膜 + RO



第2步：界定節水空間(9/17)

1. 前言

2. 竹科管理局版

3. 經濟部水利署版

4. 用水指標管理

5. 處理系統設計規劃

6. 實例介紹

❖ 微影製程清洗廢水

◆ 定義

- 半導體電路製程中，基材經光阻→光罩→顯影→蝕刻後，最後將以去光阻劑剝除基材表面殘餘有機物，而產生廢水
- 在大型TFT-LCD製造廠中，這股水約數百m³/day

◆ 問題

- 水中含有數十至數百mg/L的顯影劑 (氫氧化四甲基胺TMAH) 與光阻劑 (乙酸丙二醇甲酯PGMEA) 衍生物
- 複雜有機組成 (含高濃度有機氮與氨氮) 會造成超過濾膜與逆滲透膜之生物阻塞與有機阻塞

◆ 處理程序

- 缺氧槽 + 薄膜生物反應器 (MBR) + 逆滲透膜





第2步：界定節水空間(10/17)

1. 前言

2. 竹科管理局版

3. 經濟部水利署版

4. 用水指標管理

5. 處理系統設計規劃

6. 實例介紹

❖ 電鍍重金屬廢水

◆ 定義

- 鍍件浸入電鍍槽完成電鍍取出後，會浸入清洗槽洗去高濃度殘留鍍液
- 依鍍液性質，分成氰系、鉻系與酸鹼系三種重金屬廢水
- 在大型印刷電路板廠或封裝廠，這股水約數百 CMD



◆ 問題

- 水中含有氰化物、六價鉻與銅鎳等重金屬
- 含有機螯合劑，影響重金屬氧化及捕捉



◆ 處理程序

- 氧化還原 + 混凝沉澱 + 過濾 + RO
- 氧化還原 + 重金屬吸附 + 過濾 + RO
- 過濾 + 螯合型離子交換樹脂 + RO



第2步：界定節水空間(11/17)

1. 前言

2. 竹科管理局版

3. 經濟部水利署版

4. 用水指標管理

5. 處理系統設計規劃

6. 實例介紹

❖ 冷卻用水

- ◆ 工業生產中，為吸收或轉移生產設備及製品多餘熱量，維持正常溫度下工作所用之水

◆ 循環操作概述：

- 冷卻用水在與標的物完成熱交換平衡後，進入冷卻水塔中，藉由水的蒸發逸散，達到降溫之目的

◆ 冷卻水塔補水量

$$= \text{蒸散量} + \text{排水量} + \text{飛散損失}$$





第2步：界定節水空間(12/17)

1.

前言

2.

竹科管理局版

3.

經濟部水利署版

4.

用水指標管理

5.

處理系統設計規劃

6.

實例介紹

❖ 冷卻用水節水策略

- ◆ 使用潔淨替代水源
 - 製程後段清洗用水、RO濃縮水以及貯留雨水等
- ◆ 提升冷卻用水循環次數
 - 增加濃縮倍數
- ◆ 冷卻水塔排放水再生循環再利用

❖ 冷卻水塔管理問題

- ◆ 冷卻用水因蒸發及飛散，導致水中鹽類持續被濃縮，當達一定值即會產生結垢、腐蝕等現象，或因持續暴露於空氣中，而有微生物生長、藻類孳生情形，影響冷卻水塔運作效能



第2步：界定節水空間(13/17)

1.

前言

2.

竹科管理局版

3.

經濟部水利署版

4.

用水指標管理

5.

處理系統設計規劃

6.

實例介紹

❖ 冷卻用水水質指標

- ◆ 結垢：鈣、鎂離子、二氧化矽等鹽垢物質
- ◆ 腐蝕：硫酸鹽、氯離子等鹽類物質
- ◆ 藍氏飽和指數 (Langelier Saturation Index, LSI)
 - $LSI = pH - (9.3 + A + B - C - D)$
 - pHs：水中飽和時pH值
 - A：總溶解固體物 (mg/L)
 - B：水溫 (°C)
 - C：鈣離子濃度 (mg/L as $CaCO_3$)
 - D：鹼度 (mg/L as $CaCO_3$)
 - $LSI < 0$ ，腐蝕傾向， $LSI < -2$ ，嚴重腐蝕
 - $LSI > 0$ ，結垢傾向， $LSI > 2$ ，嚴重結垢
 - $LSI = 0$ ，水質穩定， $-0.5 < LSI < 0.5$ ，理想狀態
- ◆ 微生物孳生：有機物、營養化物質、微生物





第2步：界定節水空間(14/17)

1. 前言

2. 竹科管理局版

3. 經濟部水利署版

4. 用水指標管理

5. 處理系統設計規劃

6. 實例介紹

❖ 增加冷卻用水濃縮倍數管理對策

◆ 設置監控系統

- 監測冷卻水塔的水質導電度並定期排放，避免鹽類濃度過高形成結垢或腐蝕，在不影響操作及不破壞設備之前提下，藉由控制冷卻水塔濃縮倍數，達到節約用水之目的

◆ 化學加藥法

- 降低pH，使重碳酸鈣轉換為溶解度較高之硫酸鈣
- 有機磷酸鹽、聚磷酸鹽：與鈣、鎂、矽、鐵等離子結合成高溶解度錯合鹽，減少碳酸鹽沉積發生
- 磷酸鹽、矽酸鹽、亞硝酸鹽、鉬酸鹽等：抑制金屬的腐蝕或於金屬表面形成一種保護膜，避免腐蝕
- 次氯酸鈉、氯錠：抑制微生物及藻類孳生



第2步：界定節水空間(15/17)

1. 前言

2. 竹科管理局版

3. 經濟部水利署版

4. 用水指標管理

5. 處理系統設計規劃

6. 實例介紹

❖ 冷卻水塔排放水處理方式

◆ 過濾處理法

- 去除水中懸浮固體物，減低結垢及阻塞潛勢

◆ 脫鹽設備

- 利用薄膜之選擇性、分離性，將鹽類自水中分離，經處理過之再生水，可循環再利用於冷卻水塔補充水，相關設備包括EDR、離子交換樹脂、UF/NF/逆滲透等





第2步：界定節水空間(16/17)

1. 前言

2. 竹科管理局版

3. 經濟部水利署版

4. 用水指標管理

5. 處理系統設計規劃

6. 實例介紹

- ❖ 生活用水定義：員工及工作環境所需飲用、衛生等用水
 - ◆ 以每位勞工每日工作8小時計，合理用水量約30~50公升
 - ◆ 若廠內包含餐廳、宿舍或淋浴設備，合理用水量應低於250公升
- ❖ 其他用水定義：景觀用水、消防用水等，與生產或生活均較無直接之關係，使用時間較不定
- ❖ 用水減量策略
 - ◆ 使用替代性水源
 - ◆ 採用省水器材
 - ◆ 調降供水水壓
 - ◆ 汰換老舊供水管線，積極查漏



第2步：界定節水空間(17/17)

1. 前言

2. 竹科管理局版

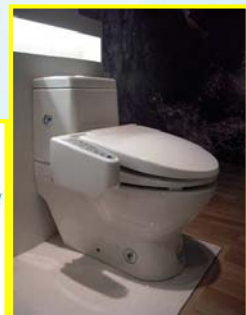
3. 經濟部水利署版

4. 用水指標管理

5. 處理系統設計規劃

6. 實例介紹

- ❖ 生活用水減量策略
 - ◆ 採用省水器材
 - 二段式沖水馬桶
 - 省水龍頭
 - ◆ 使用替代性水源
 - 雨水貯留
 - 冷卻水塔排放水
 - 鍋爐排放水
 - RO濃縮水
 - ◆ 改變澆灌方式
 - 設置土壤濕度感應器，搭配自動灑水系統，減少景觀用水量
 - ◆ 供水管線定期檢視、維護與汰換，減少因管線洩漏所造成之水資源浪費





第3步：限制分析

- ❖ 當年度預算是否足夠
- ❖ 能否突顯節水效益
 - ◆ 運用科管局輔導能量
- ❖ 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



第4步：水質調查與單元選擇(1/3)

消毒*	除碳脫硝*	一般過濾* (10µm以上顆粒)	精密過濾* (10µm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

生活雜用



灌溉



工業冷卻



地下水補注



工業製程



間接飲用



* 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



第4步：水質調查與單元選擇(2/3)

1. 前言 2. 竹科管理局版 3. 經濟部水利署版 4. 用水指標管理 5. 處理系統設計規劃 6. 實例介紹

優先送檢水質項目	影響	處理技術
有機物指標 ↓生化需氧量 (BOD) ↓化學需氧量 (COD) ↓油脂※	微生物孳生 產生臭味 生物污堵	生物處理 氧化處理 化學混凝 油水分離
固形物質指標 ↓粒徑※ ↓濁度 ↓懸浮固體 ↓淤泥密度指數 (SDI)	降低透視度 膠體阻塞 減低消毒效果	化學混凝 過濾 浮除 薄膜過濾
優養化物質指標 ↓硝酸鹽氮 ↓氨氮 ↓總凱氏氮※ ↓正磷酸鹽	藻類孳生 降低透視度 產生臭味	生物處理 氣提 加氯 離子交換 沉澱

※ 視行業別決定



第4步：水質調查與單元選擇(3/3)

1. 前言 2. 竹科管理局版 3. 經濟部水利署版 4. 用水指標管理 5. 處理系統設計規劃 6. 實例介紹

優先送檢水質項目	影響	處理技術
鹽垢物質 ↓鈣、鎂、鋇 ↓鋁※、鐵、錳 ↓碳酸根※、碳酸氫根※ ↓二氧化矽	管線結垢	化學混凝 結晶軟化 離子交換 薄膜過濾 添加抗垢劑 調整pH
鹽類物質 ↓鈉※、鉀※ ↓硫酸鹽 ↓氯離子、氟離子※	管線或設備腐蝕	離子交換 薄膜過濾 添加緩蝕劑
微生物 ↓總菌落數、大腸桿菌 ↓退伍軍人症菌※	致病 感染風險	消毒 過濾 薄膜過濾 活性碳吸附

※ 視行業別決定



第5步：評估建置費用與產水成本(1/2)



建置費用

費用項目	調勻 - 混凝沉澱 - 曝氣 - 砂濾 - 加氯殺菌	砂濾 - 紫外光消毒	砂濾 - 超過濾 - 逆滲透
土建工程	<ul style="list-style-type: none"> 放流水再生廠房 集水渠道 排水箱涵 蓄水池、抽水站 土方開挖 	<ul style="list-style-type: none"> 土堤填築 防水設施 調勻池 曝氣槽 混凝沉澱池 快濾池 消毒池 	<ul style="list-style-type: none"> 放流水再生廠房 快濾池土建設施 快濾池設備廠房
管線工程	再生水配送管線工程	再生水配送管線工程	再生水配送管線工程
機電及儀錶工程	<ul style="list-style-type: none"> 進水幫浦 曝氣設備 混凝劑加藥機及機械攪拌設備 次氯酸鈉加藥幫機 壓濾式脫水機 	<ul style="list-style-type: none"> 配管工程 電力工程 電控系統 再生水配送抽水機 廠內放流水抽取管線 	<ul style="list-style-type: none"> 快濾池機電設備 快濾池加藥機 紫外光殺菌 (UV) 系統 配管工程 電力工程 電控系統 再生水配送抽水機 廠內放流水抽取管線
環境監測設備	<ul style="list-style-type: none"> 電子式流量計 濁度監測器 	<ul style="list-style-type: none"> 電子式流量計 pH監測器 濁度監測器 餘氯監測器 	<ul style="list-style-type: none"> 逆滲透膜藥洗機 化學藥劑儲槽 配管工程 電力工程 電控設備 再生水配送抽水機 廠內放流水抽取管線



第5步：評估建置費用與產水成本(2/2)

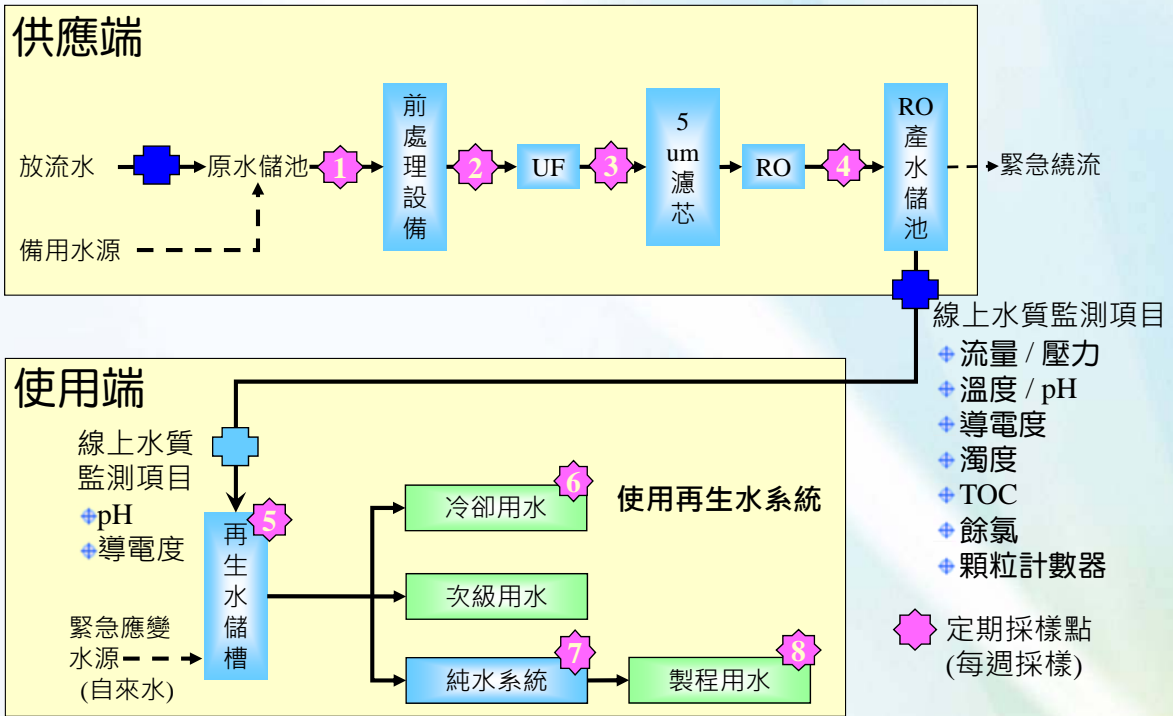


操作維護費用

分類	細項
濾材	<ul style="list-style-type: none"> 超過濾膜更換費 逆滲透膜更換費 濾砂更換費 保護濾芯更換費
藥品費	<ul style="list-style-type: none"> 次氯酸鈉 (砂濾進水, 消毒) 次氯酸鈉 (UF反洗, 消毒) 亞硫酸氫鈉 (RO進水, 除氯) 鹽酸 (RO進水) 抗垢劑 (RO進水) 聚氯化鋁 (混凝沉澱) 藥洗劑 (酸洗、鹼洗)
其他	<ul style="list-style-type: none"> 電費 機電及儀錶維修費 管線及土建設備維修費 人事費



其他：研擬水質安全控管機制



簡報結束

敬請指教

