



加工出口區產業綠色競爭力訓練專班

效率用水管理

財團法人台灣產業服務基金會
樊運成



用水管理與檢漏實務

本講義資料係屬(財)台灣產業服務基金會之智慧財產，非經書面許可，不得分發、揭露或複製與轉變成其他型式使用。

大綱

- 用水平衡分析與圖面繪製
- 指標定義
- 流量計檢漏應用
- 節水改善案例

用水平衡分析與圖面繪製

背景說明(1/4)

■企業水平衡定義：

- ❖ 即以企業為考察物件的水量平衡，就是企業各用水系統輸入水量之和等於輸出水量之和

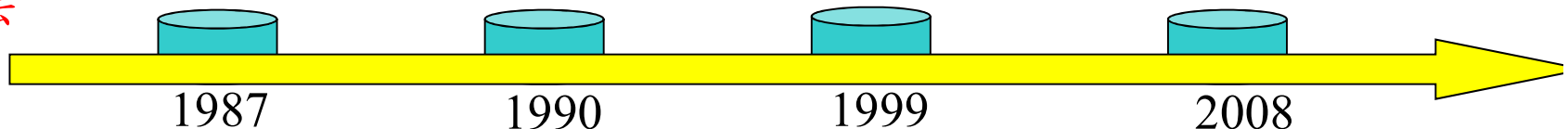
■企業水平衡測試演進歷程：

- ❖ 為了於城市節水管理工作中，推廣應用科學管理方法

工業企業
水量平衡
測試方法

建設部於4月發佈

針對行業別標準
進行修正



企業水平衡
與測試通則

全國能源基礎與
管理標準委員會
發佈

內容補充
與修正

背景說明(2/4)

■目的：

- ❖ 釐清工廠企業用水現況，工業用水量之間的定量關係。
- ❖ 進行合理化用水分析找出節約用水潛力，根據實際條件制訂切實可行的合理用水規劃
- ❖ 建立工業用水檔案，健全工業用水計量儀錶，培養一批熟悉本企業工業用水現狀的管理人員
- ❖ 制訂企業用水產值和產品供水、排水定額標準基礎資料

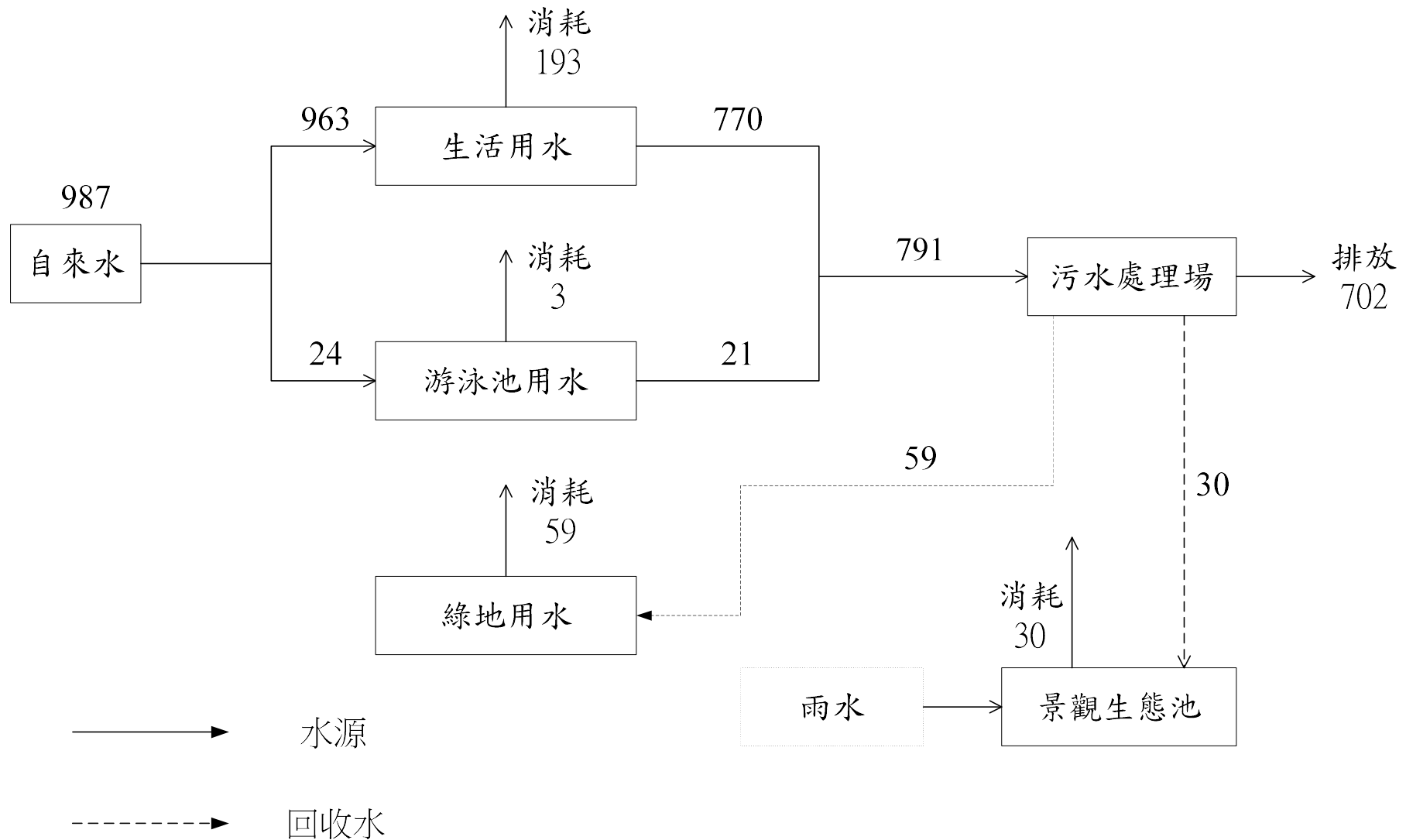
背景說明(3/4)

■ 用水計畫書審查作業要點

■ 附件五-用水平衡圖繪製說明

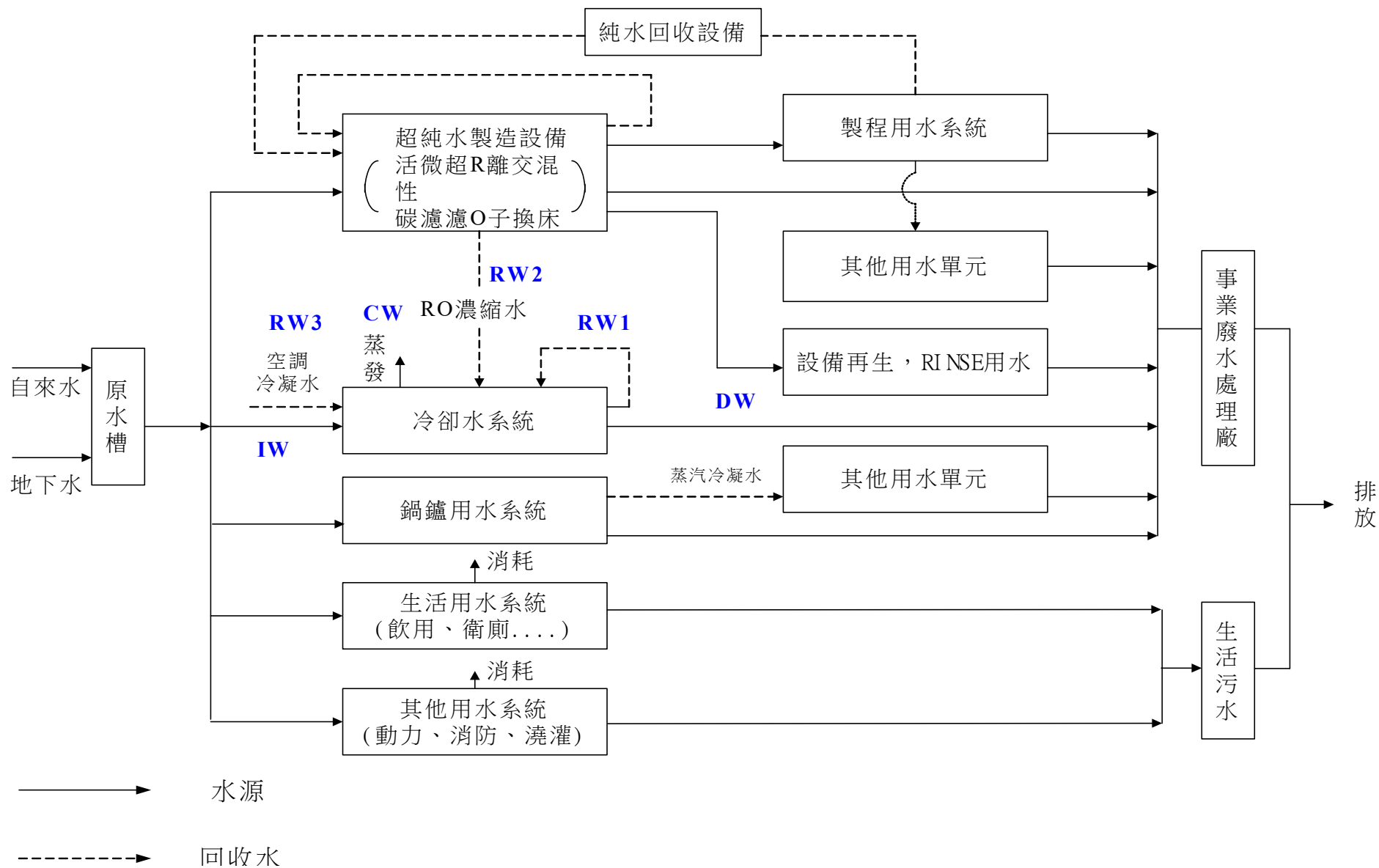
- ❖ 一般開發案應包括生活用水、景觀用水及其它用水等項目
- ❖ 工業類開發案則應包括冷卻用水、製程用水、生活用水及其它用水等項目
- ❖ 說明計畫製程用水回收率、全區（廠）用水回收率及全區（廠）用水排放率，排放水水質標準應符合放流水標準。

民生類開發案範例



本講義資料係屬(財)台灣產業服務基金會之智慧財產，非經書面許可，不得分發、揭露或複製與轉變成其他型式使用。

工業類開發案範例



背景說明(4/4)

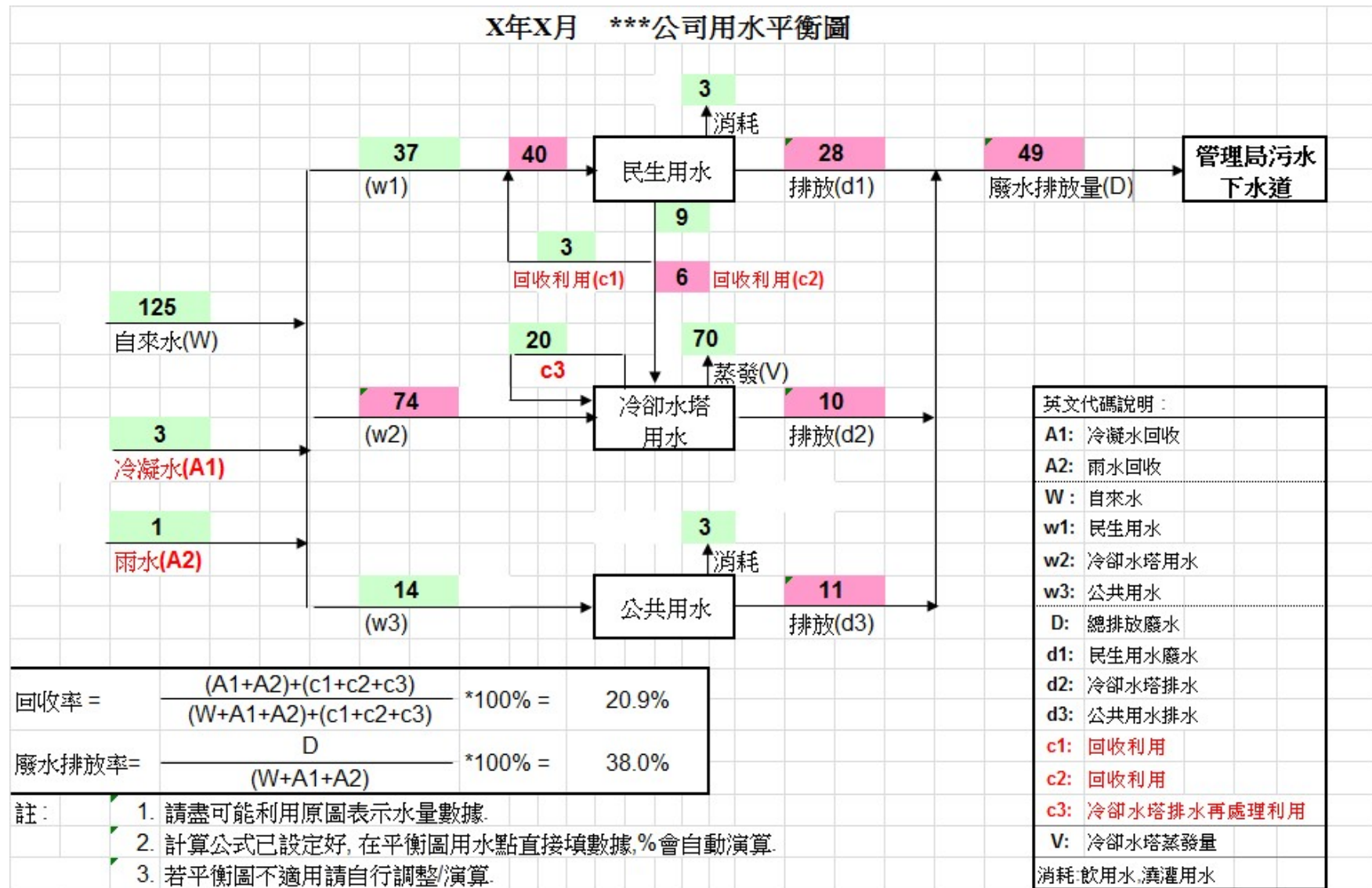
■科學工業園區水電輔導管制辦法(第 4 條)

- ❖ 園區用戶應於申請興建、租賃廠房或增資時，提供用水計畫書送交管理局審查後，向自來水事業提出未來供水調配及規劃。
- ❖ 每日用水量五百立方公尺以上之，應於每年年底前提出未來五年及最終用水計畫量，送交管理局審查。
- ❖ 每日用水量五百立方公尺以上之新用戶，應於廠內規劃設置儲水設施，有效容量應符合其使用至少二十四小時之需求。

■用水平衡圖繪製

- ❖ 無製程用水
- ❖ 光電業例外版
- ❖ 含製程用水

園區用水平衡圖(無製程用水)

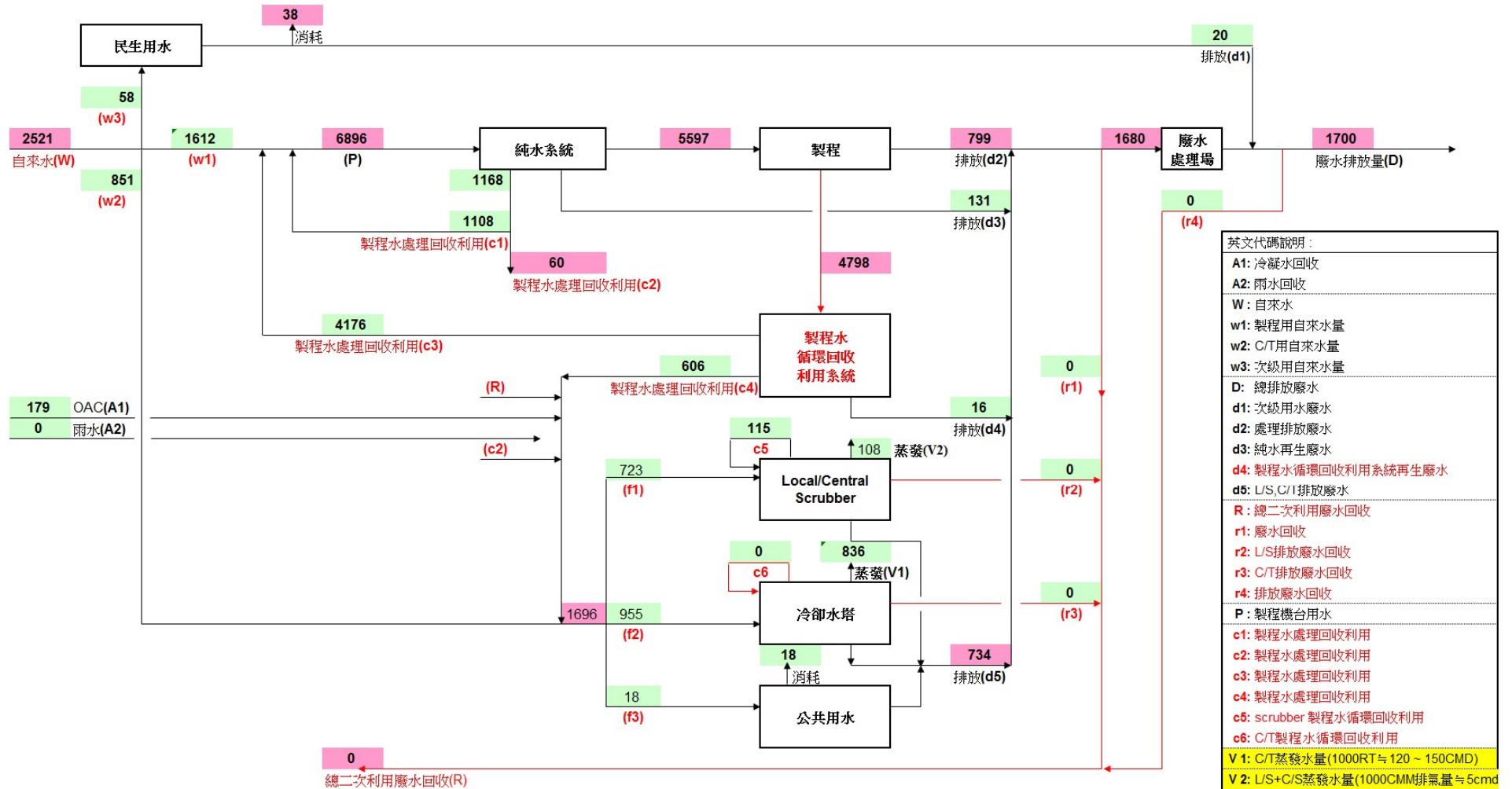


本講義
成其他型式使用。

：代表連結數據

：代表電腦公式計算

園區用水平衡圖(含製程用水)



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/I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
V1: C/T蒸發水量(1000RT ≈ 120 ~ 150CMD)
V2: L/S+C/S蒸發水量(1000CMM排放量 ≈ 5cmd)
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...)

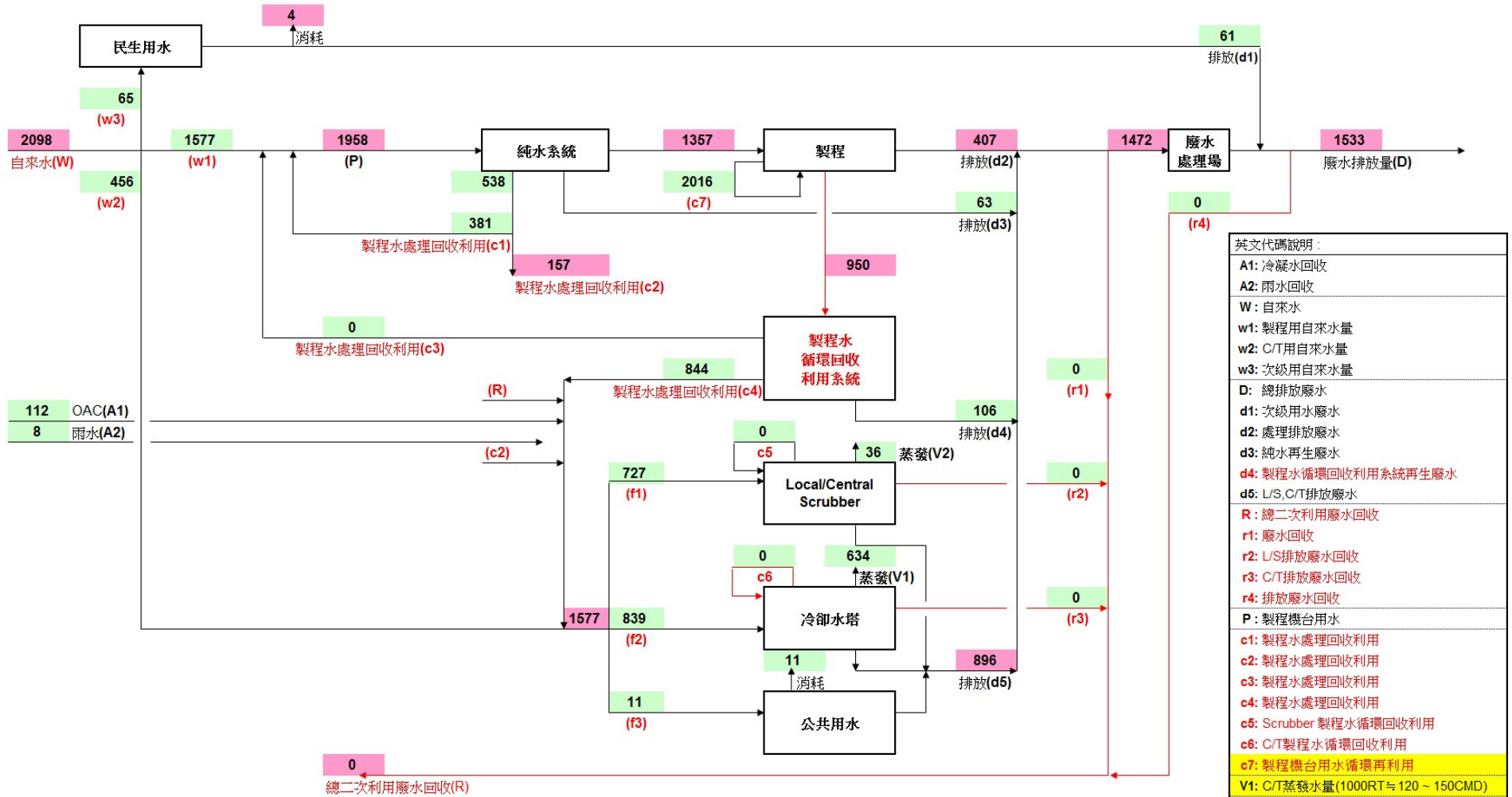
製程回收率(RP)=	$\frac{c1+c2+c3+c4}{P}$	* 100% =	86.3%	(>85%)
全廠回收率(RT)=	$\frac{(A1+A2)+(c1+c2+c3+c4+c5+c6+R)}{(W+A1+A2)+(c1+c2+c3+c4+c5+c6+R)-V1-V2}$	* 100% =	78.7%	(>70%)
全廠排放率(DT)=	$\frac{D}{W+A1+A2}$	* 100% =	63.0%	(<70%)

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

園區用水平衡圖(光電業例外版)



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
- c7: 製程機台用水循環再利用
- V1: C/T蒸發水量(1000RT≈120~150CMD)
- V2: L/S+C/S蒸發水量(1000CMM排氣量≈5m³)

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)= $\frac{c1+c2+c3+c4+c7}{P+c7} * 100\% = 85.5\%$ ($>85\%$)	註： 1. 請儘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填數據，%會自動演算。 3. 若平衡圖不適用請自行調整/演算。
全廠回收率(RT)= $\frac{(A1+A2)+(c1+c2+c3+c4+c5+c6+c7+R)}{(W+A1+A2)+(c1+c2+c3+c4+c5+c6+c7+R)-V} * 100\% = 71.1\%$ ($>70\%$)	
全廠排放率(DT)= $\frac{D}{W+A1+A2} * 100\% = 69.1\%$ ($<70\%$)	

■ : 代表連結數據 ■ : 代表電腦公式計算

水平衡圖繪製

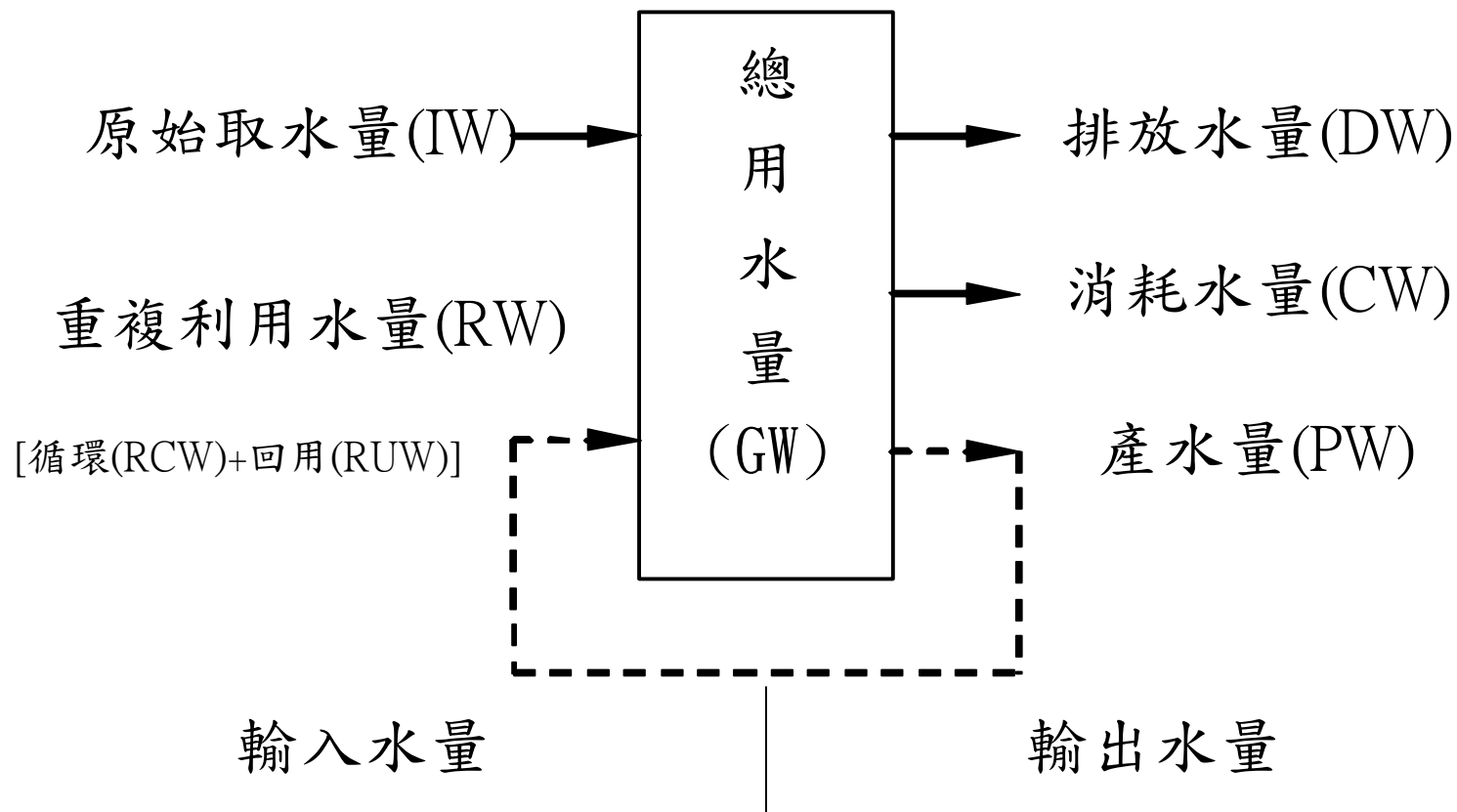
■ 水平衡系統分析原則：

- ❖ 指一個用水單元的輸入水量的和，等於輸出水量之和。因此如果「用水單元」為工廠，就叫工廠水平衡；由此可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

■ 用水平衡圖目的：

- ❖ 釐清工廠企業用水現況，工業用水量之間的定量關係。
- ❖ 進行合理化用水分析找出節約用水潛力，根據實際條件制訂切實可行的合理用水規劃
- ❖ 建立工業用水檔案，健全工業用水計量儀錶，培養一批熟悉本企業工業用水現狀的管理人員
- ❖ 制訂企業用水產值和產品供水、排水定額標準基礎資料

總輸出輸入平衡示意圖



輸入：總用水量(GW) = 原始取水量(IW) + 重複利用水量(RW)

輸出：總用水(GW)量 = 消耗水量(CW) + 排放水量(DW) + 重複利用水量(RW)

水平衡：原始取水量 = 消耗水量 + 排放水量

名詞定義(1/2)

■ 總用水量(GW, Gross Water)

- ❖ 指工廠生產過程中所需之用水量，為原始取水量和重複利用水量之總和

■ 原始取水量(IW, Intake Water)

- ❖ 指取自工廠內外任何一水源，被第一次利用之取水量。

■ 重複利用水量(RW, Return Water)

- ❖ 經過處理或未經過處理繼續在工廠中使用的水量，包含循環水量與回用水量。

■ 循環水量(RCW, Recycling Water)

- ❖ 係指在一定期間內於特定一個用途單元（系統）中循環的水量，一般係指沒有經過處理。

名詞定義(2/2)

■回用水量(RUW, Reuse Water)

- ❖ 指在一定期間內被用過的水，不論有沒有經過處理，再用於其他用水單元的水量，一般是屬於跨用途單元水的再利用。

■產水量(PW, Produce Water)

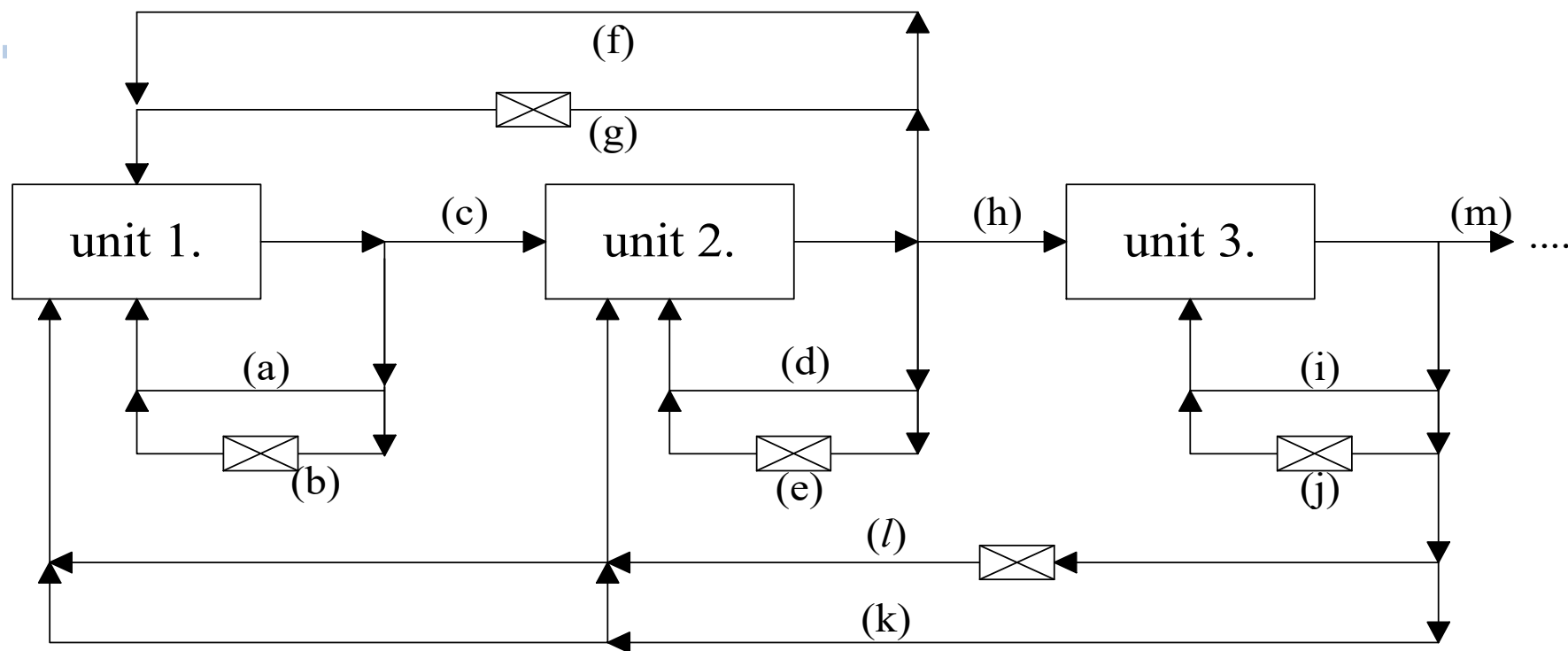
- ❖ 產水單元輸出可重複利用水量到本身或其他用水單元。

■消耗水量(CW, Consumption Water)

- ❖ 指生產過程中因蒸發、飛散或投入到產品及生活飲用、烹調、衛生、滲漏損失消耗之水量。

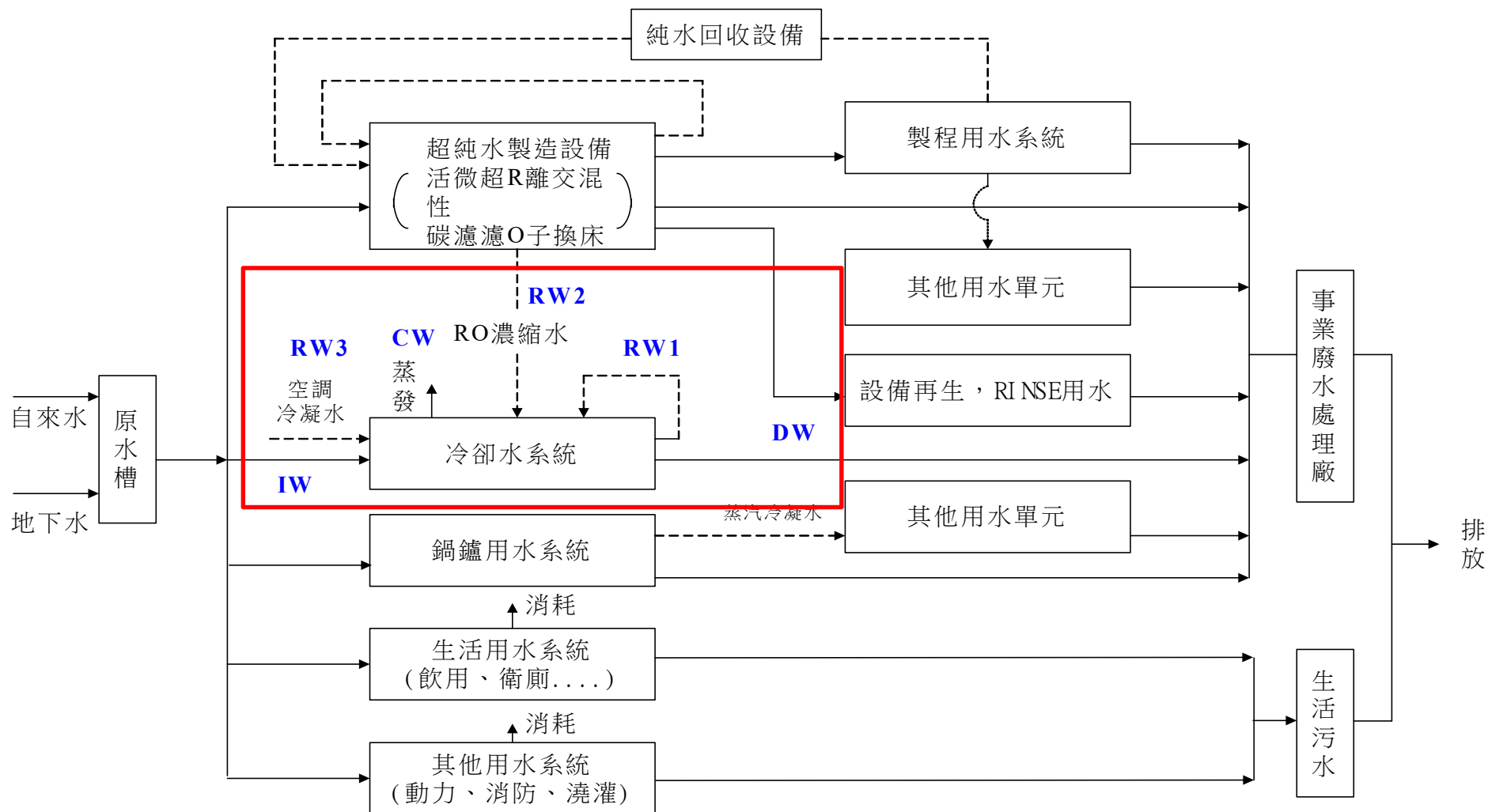
■排放量(DW, Discharge Water)

- ❖ 指排出工廠之水（廢水）。



回收利用(Reuse):(c) 、 (f) 、 (g) 、 (h) 、 (k) 、 (l) 、 (m)
 循環利用(Recycling): (a) 、 (b) 、 (d) 、 (e) 、 (i) 、 (j)

工業類開發案範例



——> 水源
- - - -> 回收水

量測方法

方法	說明
儀錶法	透過水錶或儀器 <u>取得用水數據</u> 是最基本、最實用、及最主要的方法。
容積法	部份 <u>用水量小，管路不便</u> 裝設儀錶進行測試的用水單元設備。
浮標法	工廠部份排水管路是以 <u>開放渠道的方式進行排水</u> ，而此法特別適用於這種情況，方法是測量通過管渠中的水流速度來計算水量，此法以表面流速代替斷面平均流速有一定的誤差，在流速越少時需進行修正。
估算法	適用於 <u>較難測量的間斷性用水單元設備</u> ，方法是先測出 <u>單位時間的用水量，乘以每日估計使用的時間</u> ，即可得到日用水量；另法是以單元設備的批次作業次數，乘以單元批次作業用水量，即可得到日用水量。
平衡法	根據一個用水單元設備的 <u>收、支平衡原理計算</u> ，必須是在 <u>無洩漏的情況</u> 下，才可以使用，適用的對象是無法安裝計量儀錶的情況下，無規律間斷式的用水設備。
銘牌法	部份設備可知 <u>抽水馬達的馬力，乘上抽水時間</u> ，即可得到日用水量。

用水計畫書計算方式

■ 用水計畫書審查作業要點(附件)

- ❖ 以水量為參數，按製程流程或用水流程順序逐項填寫用水單元水平衡測試表。

■ 園區用水計畫書

- ❖ 民生用水量 (一般以每人0.03CMD計算，如有廚房用水以每人0.06CMD計算)
- ❖ 冷卻水塔蒸發水量(1000RT \approx 120 ~ 150CMD)
- ❖ 廢氣洗滌塔蒸發水量(1000CMM排氣量 \approx 5cmd)

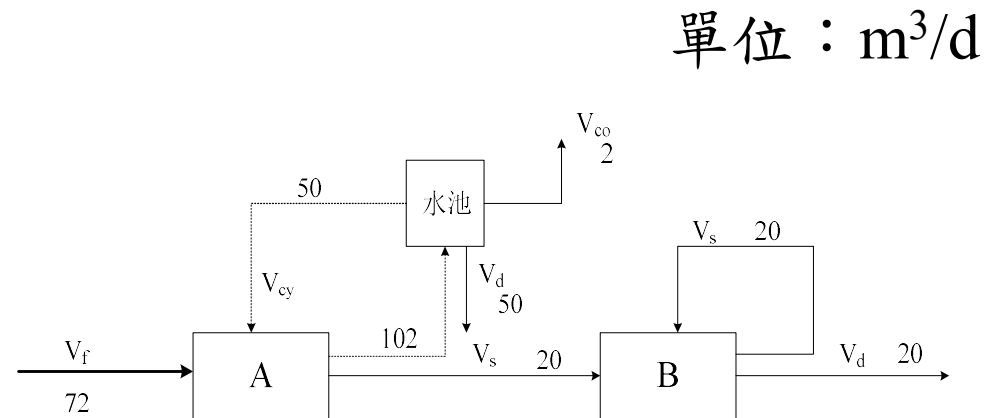
彙整繪製

■ 數據填寫

- ❖ 以水量為參數，按製程流程或用水流程順序逐項填寫用水單元水平衡測試表。

■ 繪製用水平衡圖

- ❖ 標示用水單元之名稱
- ❖ 單元間的對應位置
- ❖ 並應與製程流程一致
- ❖ 標示水量參數
- ❖ 箭頭表示流向



■ 水平衡計算

- ❖ 單位、利用輸入輸出方程式、數據的正確性判斷

分析階段

■ 水平衡圖檢討與改善措施

- ❖ 計量儀器表安裝是否齊全，並保持完好
- ❖ 水平衡圖過程是否進展順利，各項步驟完備無誤
- ❖ 計算各種用水評價指標(如：取水量指標、重複利用率、漏失率、排放率等)
- ❖ 分析改善措施(如：改進記錄方式提高統計精度、改善項目費用與成本效益等)

指標定義

本講義資料係屬(財)台灣產業服務基金會之智慧財產，非經書面許可，不得分發、揭露或複製與轉變成其他型式使用。

全廠回收率定義

單位 (引用來源)	名稱 (算式)	計算公式 (原計算式)
水利署 用水計畫書 審查作業要 點	回收率R1 (算式A)	$\frac{\text{總循環水量} + \text{總回用水量}}{\text{總用水量}} \times 100\%$
	回收率R2 (算式B)	$\frac{\text{總循環水量} + \text{總回用水量} - \text{總冷卻水循環量}}{\text{總用水量} - \text{總冷卻水循環量}} \times 100\%$
科管局	全廠回收率 (算式C)	$\frac{\text{總回收量}}{\text{全廠用水量} + \text{總回收水量} - \text{蒸發量}} \times 100\%$

單位 (引用來源)	名稱 (算式)	計算公式 (算式說明)
水利署 用水計畫書 審查作業要 點	回收率R1 (算式A)	$\frac{\text{總循環水量} + \text{總回用水量}}{\text{總取水量} + \text{總循環水量} + \text{總回用水量}} \times 100\%$
	回收率R2 (算式B)	$\frac{\text{總循環水量} + \text{總回用水量} - \text{總冷卻水循環量}}{\text{總取水量} + \text{總循環水量} + \text{總回用水量} - \text{總冷卻水循環量}} \times 100\%$
科管局	全廠回收率 (算式C)	$\frac{\text{開發水源量} + \text{總回用水量}(\text{製程用水} + \text{次級用水} + \text{廢水})}{\text{自來水用量} + \text{開發水源量} + \text{總回用水量}(\text{製程用水} + \text{次級用水} + \text{廢水}) - \text{蒸發水量}} \times 100\%$

本講義資料係屬(財)台灣產業服務基金會之智慧財產，非經書面許可，不得分發、揭露或複製與轉變成其他型式使用。

企業考核指標

考核內容	技術指標	計算方法
取水量	單位產品取水量	單位產品取水量=企業取水量÷產品產量
	萬元增加值取水量	萬元增加值取水量=企業取水量÷工業增加值
重複利用	重複利用率	重複利用率(%)=企業重複利用水量÷(企業重複利用水量+企業取水量)×100
	直接冷卻水循環率	直接冷卻水循環率(%)=直接冷卻水循環量(m ³ /h)÷{(企業直接冷卻水循環量(m ³ /h)+直接冷卻水循環系統補水量(m ³ /h)}×100
	間接冷卻水循環率	間接冷卻水循環率(%)=直接冷卻水循環量(m ³ /h)÷{(企業間接冷卻水循環量(m ³ /h)+間接冷卻水循環系統補水量(m ³ /h)}×100
	冷凝水回用率	冷凝水回用率(%)=冷凝水回用量(m ³ /h)×蒸汽體積質量(t/m ³)÷產汽設備的產汽量(t/h)×100
	廢水回用率	廢水回收率(%)=企業對外排廢水自行處理後的回用水量÷(企業向外排放的廢水量+企業對外排廢水自行處理後的回用水量)

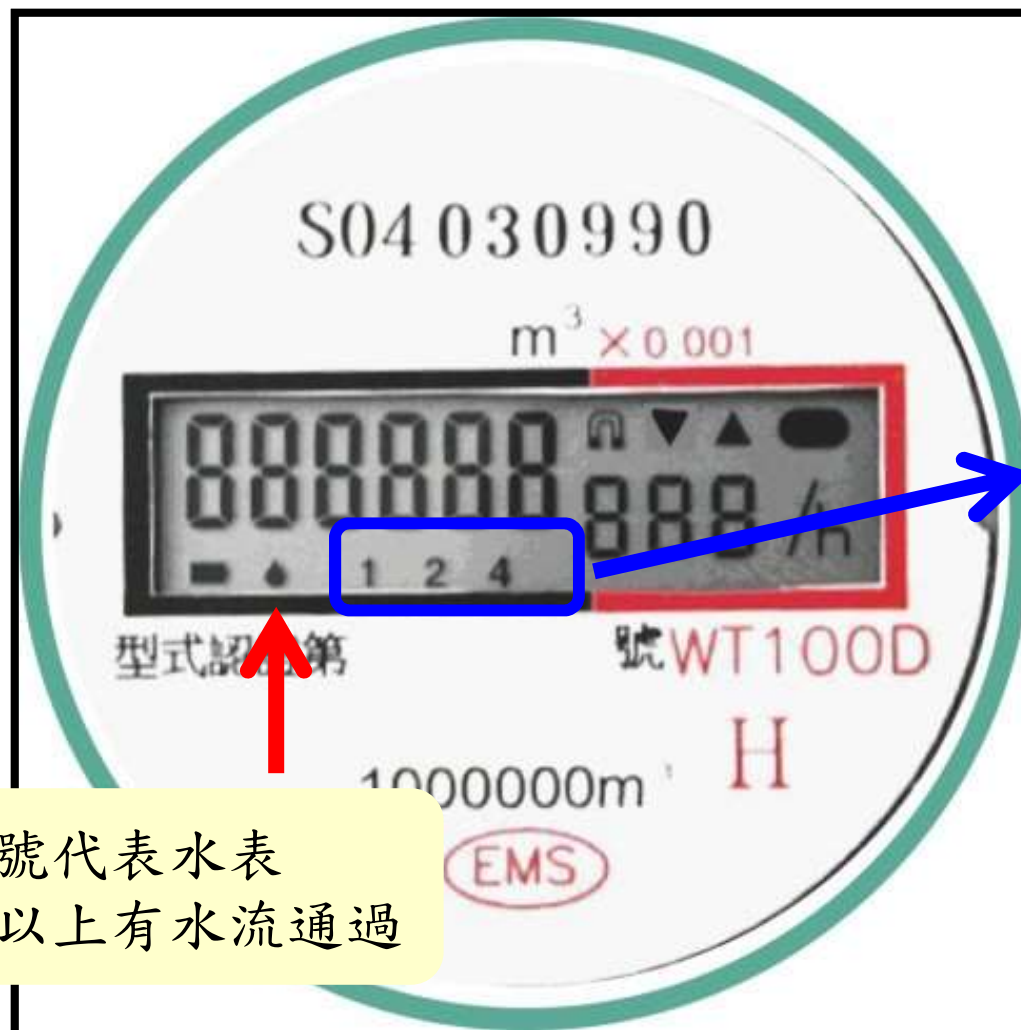
企業考核指標

考核內容	技術指標	計算方法
用水漏損	用水綜合漏失率	用水綜合漏失率(%)=企業的漏失水量÷企業的取水量×100
排水	排放率	達標排放率(%)=企業達排放標準的排水量÷企業的排水量×100

流量計檢漏應用

本講義資料係屬(財)台灣產業服務基金會之智慧財產，非經書面許可，不得分發、揭露或複製與轉變成其他型式使用。

1 判讀說明



- 出現1:代表10天
- 出現2:代表20天
- 出現4:代表40天
- 出現1、2、4代表 天

水滴符號代表水表
連續24小時以上有水流通過



本講義資料係屬(財)台灣產業服務基金會之智慧財產，非經書面許可，不得分發、揭露或複製與轉變成其他型式使用。

- 情境1.總(分)表後供水區域

觀察水錶表頭是否有漏水符號產生，若有表示區域內之①配水管或②蓄水池或③大樓的配水內管或④末端設備漏水

- 情境2.大樓配水內管

步驟1

於蓄水塔出水口端，安裝數位小表(作為漏損偵測表)

步驟2

觀察3天 若末端用水設備或配水內管漏水，則水錶表頭呈現漏水符號

步驟3

進一步檢查末端用水設備(廁所/洗手台/飲水機等)是否有漏水

步驟4

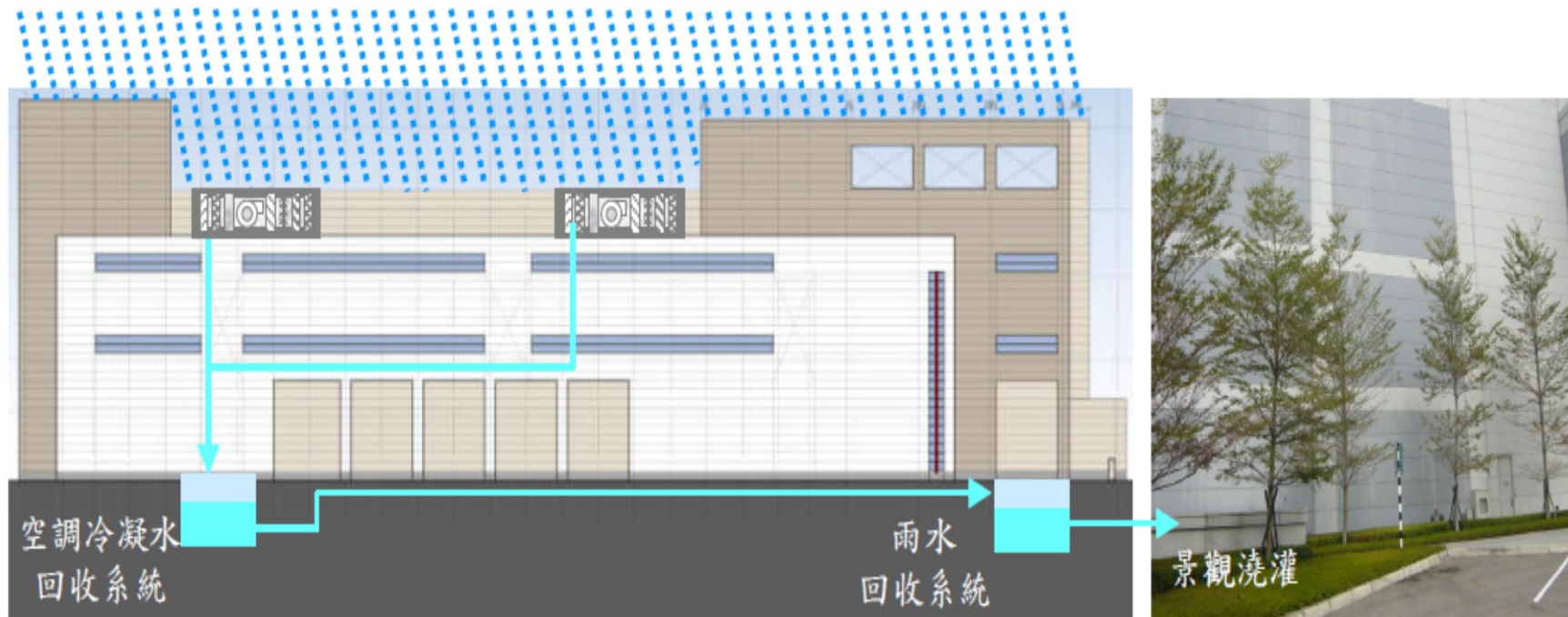
關閉用水設備制水閥，表頭數值如持續增加，表示配水內管漏水

節水改善案例

本講義資料係屬(財)台灣產業服務基金會之智慧財產，非經書面許可，不得分發、揭露或複製與轉變成其他型式使用。

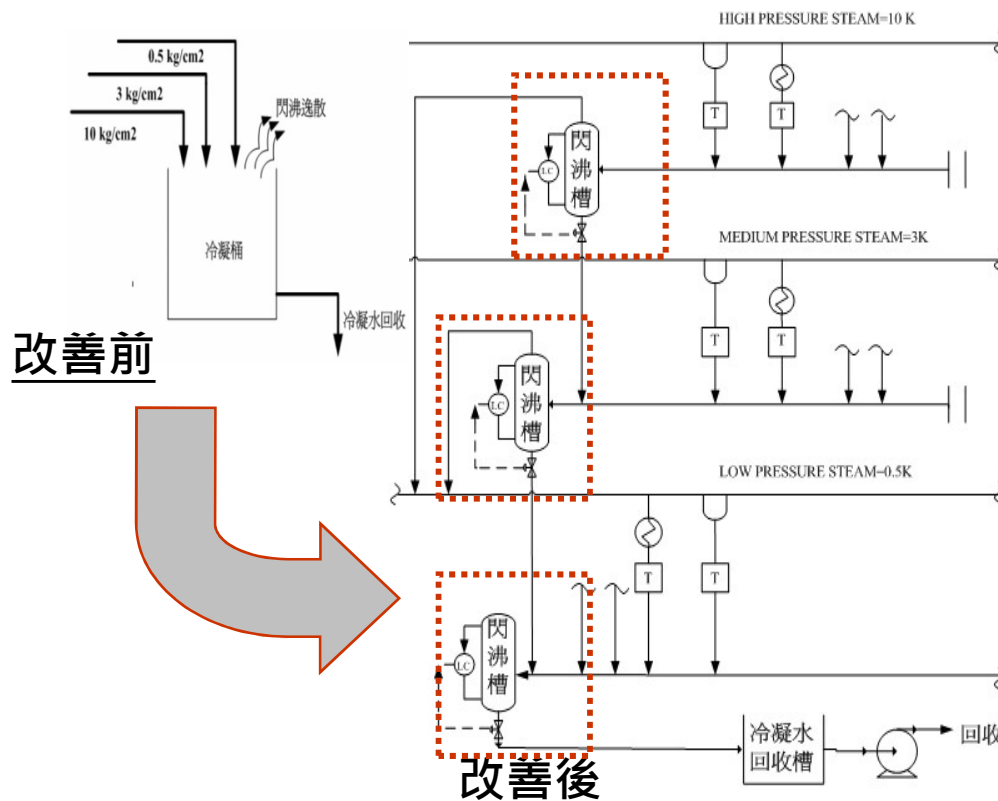
雨水貯留利用案例介紹

設計雨水回收系統供應景觀澆灌用水，不足部份再以空調冷凝水補充，景觀澆灌用自來水減量100%，每年可節省景觀澆灌用自來水15,600噸，減少3噸CO₂e排放量。



鍋爐冷凝水回收率改善

案例說明：將10K、3K、0.5K不同壓力之蒸氣分流回收，減少混合回收之閃沸損失，增加冷凝水回收量。

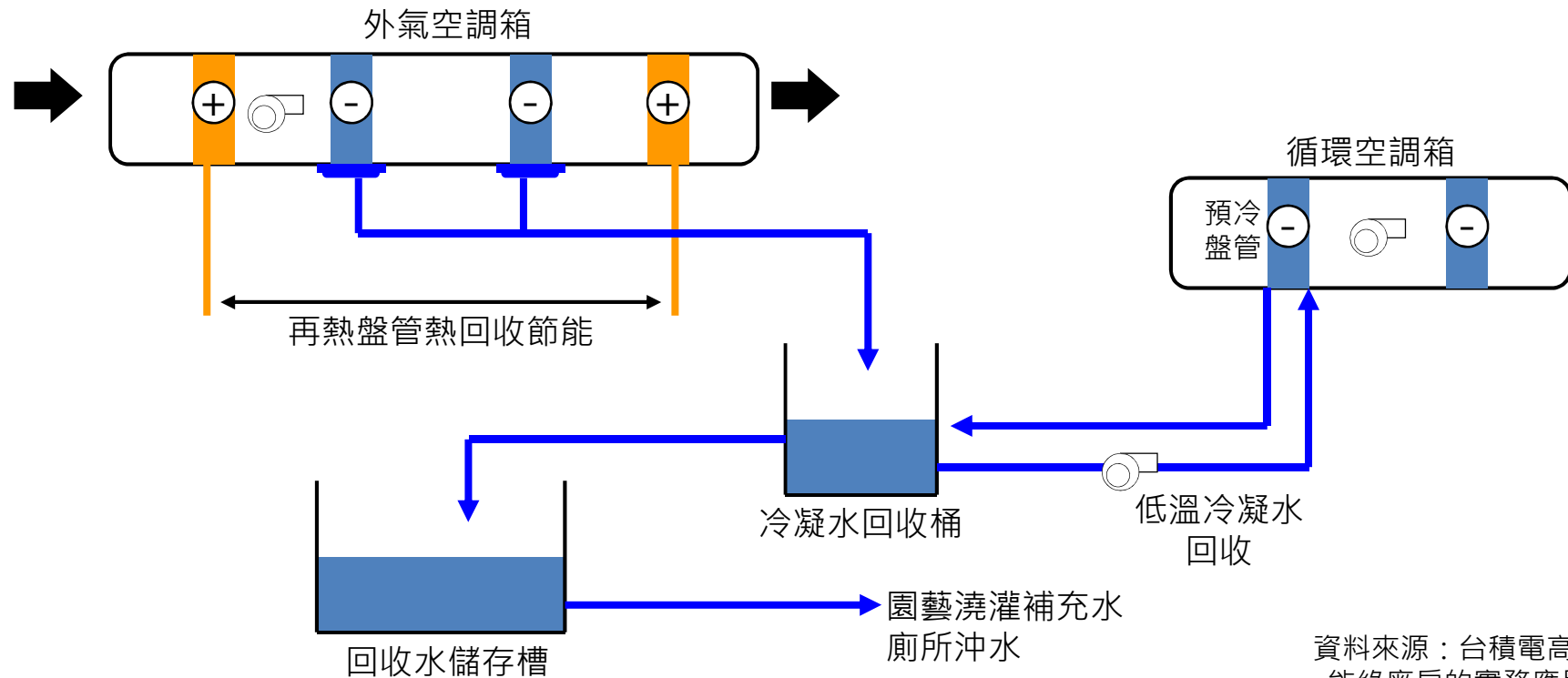


績效量化

效益分析	能/資源 (R)	<ul style="list-style-type: none"> •節省水資源： $6,000\text{kg/h} \times 5.2\% \times 5,840\text{h} / \text{yr} = 1,822,080\text{kg/yr} = \mathbf{1,822}$ 噸/年 •燃料油節省： $6,000 \times 20.7\% \times 540 \times 5,840 / 9,200 = \mathbf{425}$ 乘/年
	CO ₂ (C)	<ul style="list-style-type: none"> •CO₂減量： $425\text{KL} \times 2.98\text{t/kL} = \mathbf{1,267}$ 噸/年
	經濟 (M)	<ul style="list-style-type: none"> •節省燃料油成本：425 公乘/年 $\times 19,000$ 元/乘 = $8,075,000$ 元/年 = $\mathbf{807}$ 萬/年
投資	設備	•設備投資成本：約 $\mathbf{50}$ 萬元
	操作維護	•約 $\mathbf{10}$ 萬/年

空調冷凝水再利用

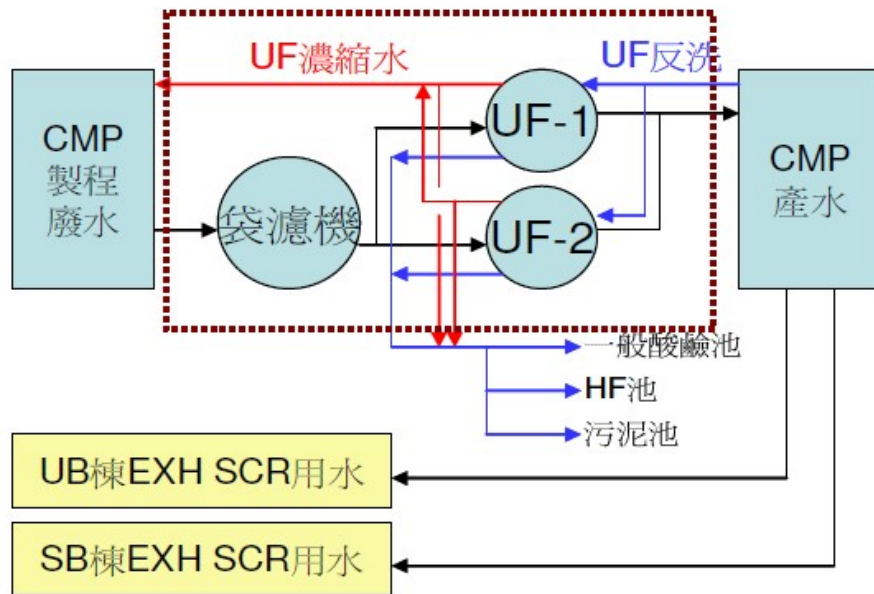
- 廠房空調箱數量多，處理外氣量大。
- 收集空調箱除濕時排放的冷凝水，應用於其他用途，如作為冰水來源、澆灌、廁所沖水等。



資料來源：台積電高效能綠廠房的實務應用

化學機械研磨(CMP)廢水回收

- CMP廢水原以Microfilter(微過濾系統)處理
- CMP製程廢水含矽粉末或微細顆粒(0.1~0.4um)，一般砂濾塔無法有效阻隔，改由ULTRA FILTER(UF孔隙0.03um)去除其微細顆粒以降低濁度
- CMP產水供應製程排氣Scrubber使用

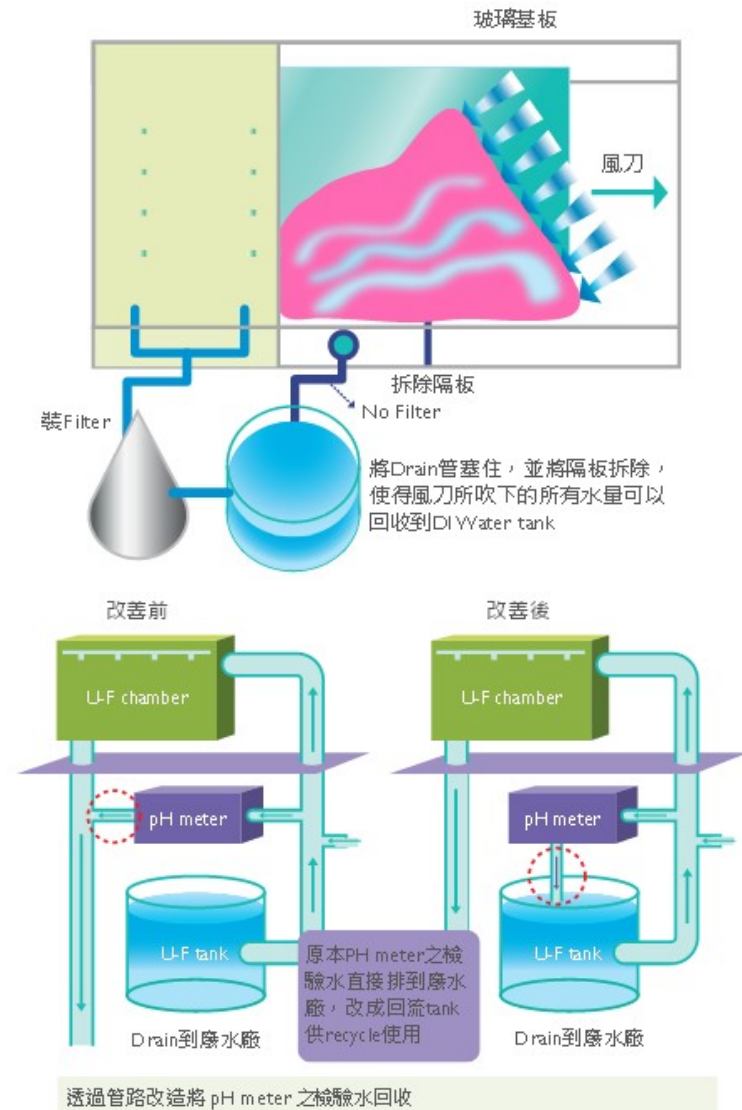


- 節省用水量340CMD

資料來源：聯電Fab12A

純水減廢案例

- 台中8.5代廠濕式蝕刻製程機台改造，於機台乾燥段增配管線，**回收機台清洗使用之純水**。每片玻璃清洗約可回收5公升純水，產能滿載下，每年可節省純水用量約42,000公噸。
- 龍潭廠區5代工廠之濕式蝕刻製程透過**配管修改**，將機台內部pH meter量測完要排掉的純水回收，每片玻璃可節省純水1公升，若於滿產能生產狀況下每年可節省純水用量約10,000公噸。
- 新竹廠區濕式蝕刻製程光阻剝離機台，修改清洗段控制程式，使產品較靠近噴灑頭時再進行純水噴灑，**縮短無效噴灑之時間及水量**，每片玻璃可節省約1.25公升純水，於滿產能生產狀況下每年可節省純水用量約2,500公噸



資料來源：友達2011CSR

Thanks for your attention

電話：(02)2325-5223 ext.132

傳真：(02)2325-3922

E-mail：kelvin@ftis.org.tw