

FAB Local Scrubber 機台用水軟水(SW)不足之改善與改造

周俊杰*、林孟杰**、盧彭潭***、劉凱溢****、陳奎麟*****

摘要

本廠 Local Scrubber 機台供應用水為廢水回收系統所生產之軟水，近年隨著機台增加軟水用量也逐年增加，至 2011 年已接近軟水最大供應量，避免用水量不足影響生產，須儘速找出增加軟水供應量的方法。

軟水回收系統原水桶來源有 MAU 冷凝水、純水系統再生廢水(2B3T 及 RO 濃縮水)、及 Local Scrubber GDO 機台廢水。2010 年發現純水系統再生廢水回收桶其回收比例仍有改善空間，進行改善後增加 2 桶 RO 濃縮水儲存槽提升軟水供水量，但因軟水仍有供水不足之狀態，針對此問題再以層別法進行分析，分別以用水量別、機台種類別、機台用水量別、產能別、友廠別、季節別、原水關係別及比例別進行探討。分析後發現除友廠別及比例別仍是狀況未明仍需持續探討，其餘層別皆已找到答案。對未明部份再以系統圖的改善點及改造點進行分析，最後由改善點分析結果進行 RO 產水比例調整，於改造點分析結果增設儲存桶槽進行改善。改善後最終軟水供應量由改善前產水極限 510CMD，改善後產水達 640CMD，超越目標產水量 620CMD，成功的解決軟水供應不足之問題。

【關鍵詞】 Local Scrubber、廢水回收、軟水、冷凝水、純水系統再生廢水

*華邦電子 300mm 廠務處廢水課 副工程師

**華邦電子 300mm 廠務處廢水課 工程師

***華邦電子 300mm 廠務處廢水課 高級工程師

****華邦電子 300mm 廠務處廢水課 副經理

*****華邦電子 300mm 廠務處水氣化部 部經理

一、前言

本廠 Local Scrubber 機台需求之供應用水為廢水課回收系統所生產之軟水 (Soft Water, 簡稱 SW), 近年隨著 Local Scrubber 機台增加軟水用量也逐年增加, 如圖 1 所示自 2008 年起每年機台用水量持續增加, 至 2011 年已接近軟水最大供應量 510 CMD, 避免用水量不足增加影響生產之風險, 須儘速找出增加軟水供應量的方法。

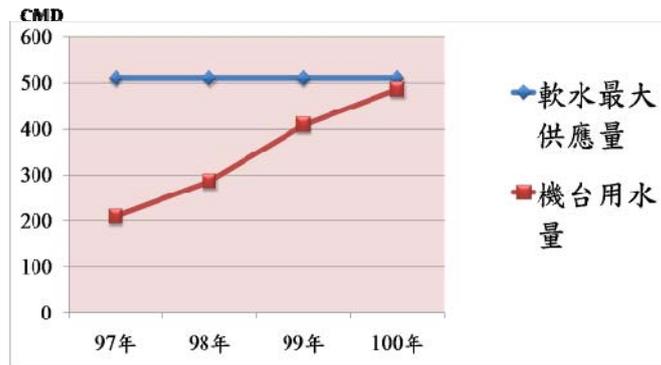


圖 1 機台用水量及軟水最大供應量

二、原水來源及軟水回收系統現況簡介分析

2.1 原水來源及軟水回收系統介紹

軟水回收系統(AWR)原水來源有 MAU 冷凝水、純水系統再生廢水、C/TR 產水及 RO 濃縮水回流, 經過 SW 原水桶儲存後再經過 5 μ m Filter 過濾, 接著由 RO 過濾產水並送至調整槽調整所需 pH, 最後送至軟水儲存槽儲存即可供應給工廠之 Local Scrubber 機台使用(如圖 2)。

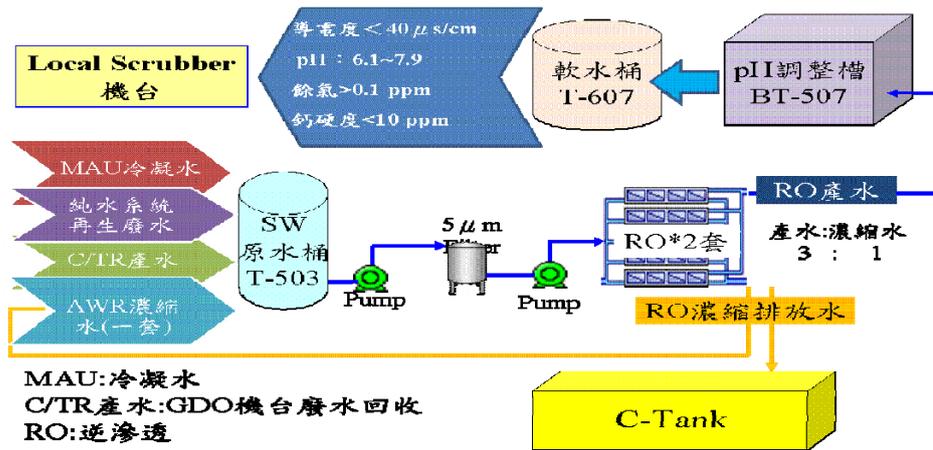


圖 2 軟水回收系統流程圖

2.2 軟水(SW)用水趨勢

自新建的 FAB 6B 廠開始運轉後，Local Scrubber 機台逐漸增加，軟水(SW)需求量持續增加(如圖 3)。



圖 3 軟水(SW)用水趨勢圖

2.3 軟水(SW)用水量與產能關係

2008 年起產能開始減少，但機台待機運轉仍需使用軟水，且使用量仍持續增加(如圖 4)。



圖 4 軟水(SW)用水量與產能關係圖

2.4 軟水(SW)原水各補充水量供應趨勢

軟水(SW)原水各補充水量供應趨勢，從 2009 年開始使用純水系統再生廢水，改善軟水原水不足問題，但純水系統無再生時(非持續性)軟水原水桶槽液位持續下降(如圖 5)，仍有後段產水供應不足之風險。

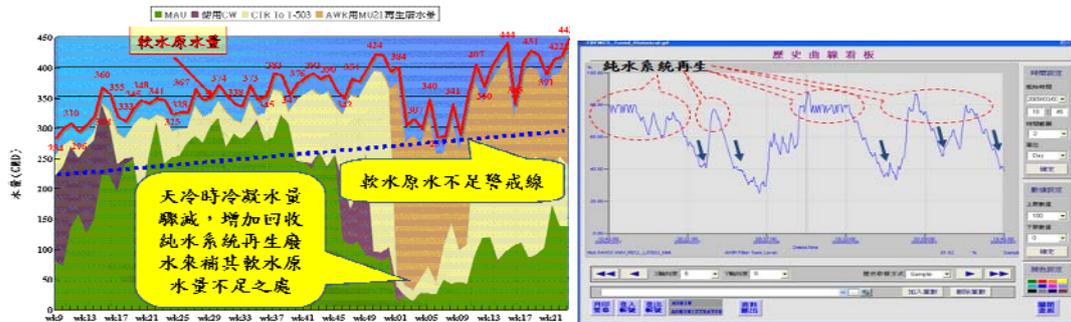


圖 5 軟水(SW)原水供應趨勢及純水無再生時軟水桶液位變化

2.5 純水系統再生廢水回收比例

由前述得知純水無再生時對軟水桶有影響，故再針對純水系統再生廢水回收比例分析後，發現平均回收比例只有 50%(如圖 6)，純水系統再生廢水瞬間排放量並無法全部回收，所以純水系統再生廢水量仍有回收空間，故於 2010 年針對純水系統再生廢水進行擴增桶槽改善。

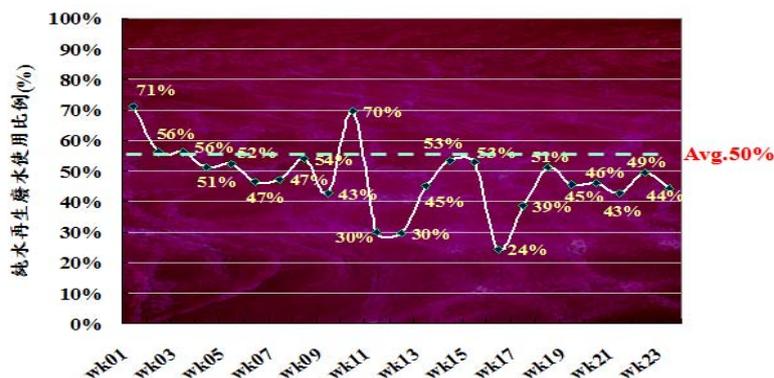


圖 6 純水系統再生廢水回收比例

2.6 軟水回收系統(AWR)改善前後沿革介紹

改善前的軟水回收系統原水來源有 MAU 冷凝水、純水系統再生廢水(2B3T)、純水系統再生廢水(RO 濃縮水)及 C/TR 產水經過 AWR 系統處理後最

後送至 SW 儲存槽儲存。2010 年針對純水系統再生廢水回收期回收比例探討仍有空間進行改善，改善後增加 2 桶純水再生廢水之 RO 濃縮水儲存槽提升軟水供水量，約可減少 SW 原水桶 150 噸之負擔水量(如圖 7)。

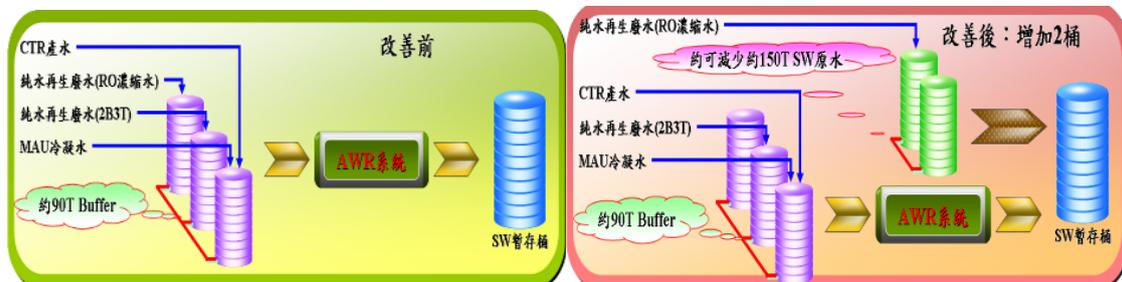


圖 7 軟水回收系統(AWR)改善前後介紹

2.7 軟水(SW)現階段用水量分析

2010 年擴增桶槽後，發現軟水之原水桶仍有液位較低時(箭號處)，表示目前軟水供水仍然不足(如圖 8)，問題尚未解決。

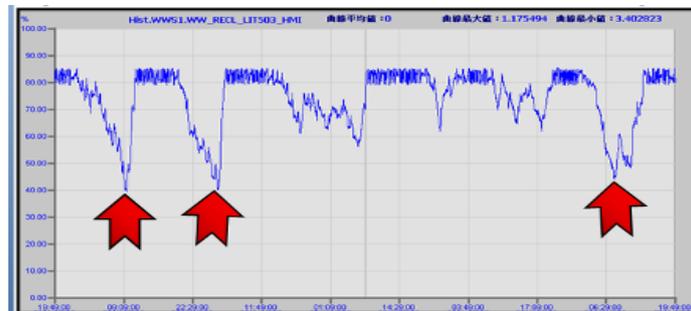


圖 8 軟水(SW)現階段用水量曲線圖

2.8 現況層別分析

已經進行了工程改善仍未解決軟水供應量不足之問題，以層別法進行分析，分別以用水量別、機台種類別、機台用水別、產能別、友廠別、季節別、系統調整別及比例別進行探討(如表 1)。

1. 用水量別

分析軟水(SW)用水趨勢推移圖後發現 FAB A 用水穩定，FAB B 用水量持續增加(如圖 9)。

2.機台種類別

分析軟水(SW)使用機台種類，發現 FAB B 機台數比 FAB A 多，種類亦較多(如圖 10)。

表 1 層別分析摘要表

層別	現況		現況摘要 (原明者直接寫下，未明者待分析後逐一寫下)
	已明	未明	
用水量別		✓	調查A/B廠用水量現況
機台種類別		✓	調查A/B廠機台種類
機台用水量別		✓	調查A/B廠機台種類用水量
產能別		✓	調查現有產水與滿載預估水量
友廠別		✓	調查友廠回收水來源
季節別		✓	調查各股原水四季水量變化
原水關係別		✓	調查軟水原水與產水之關係
比例別		✓	調查各股回收水使用比例



圖 9 軟水(SW)用水趨勢推移圖

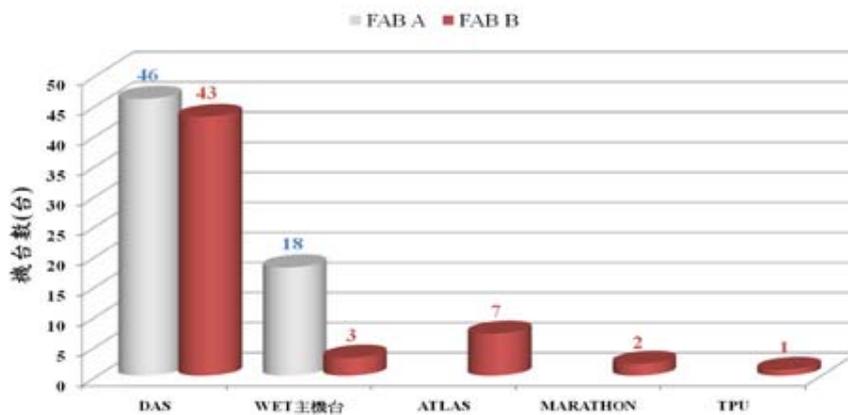


圖 10 軟水(SW)使用機台種類一覽圖

3.機台用水量別

經軟水(SW)使用機台種類水量分析後，發現 FAB B 新型機台最大用水量比 FAB A 高達 14.4 倍(如圖 11)。

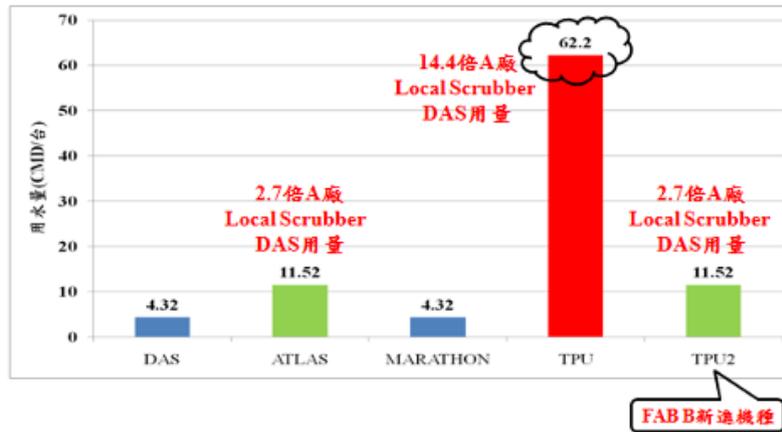


圖 11 軟水(SW)使用機台種類水量分析圖

4.產能別

進行軟水(SW)用水量與產能概估，現況至滿載 50k 總水量 616CMD，與原先最大供應量預估約 111 CMD 缺口需填補(如圖 12)。

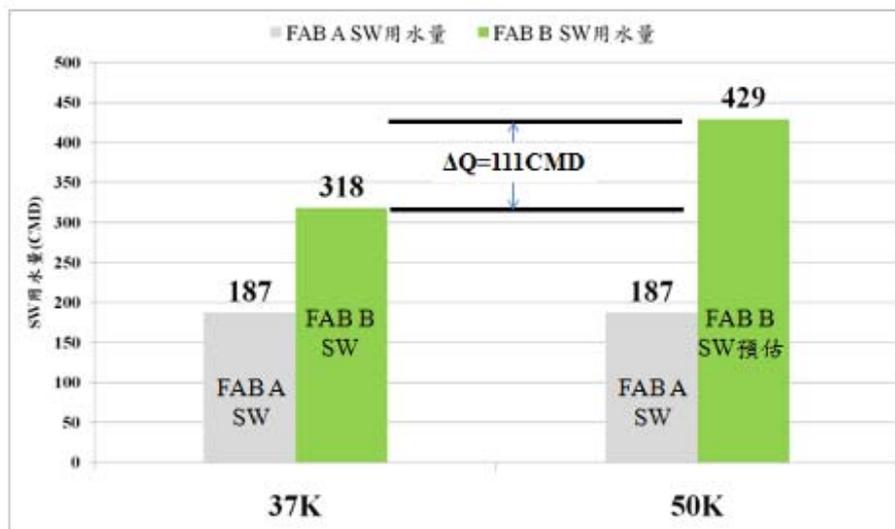


圖 12 軟水(SW)用量與產能概估圖

5.友廠別

與友廠進行比較軟水回收種類，發現華邦 FAB Local Scrubber 排放廢水並無回收，為何無回收之原因仍須探討(如圖 13)。

公司名稱	系統	回收廢水種類
A	LSR	Local Scrubber廢水
B	LSR	Local Scrubber廢水
C	LSR	Local Scrubber廢水
D	LSR	Local Scrubber廢水
E	LSR	Local Scrubber廢水

圖 13 Local Scrubber 友廠比較

6.季節別

分析軟水回收系統各原水比例推移圖後，發現秋、冬季冷凝水水量驟減，影響軟水回收系統原水水量(如圖 14)。

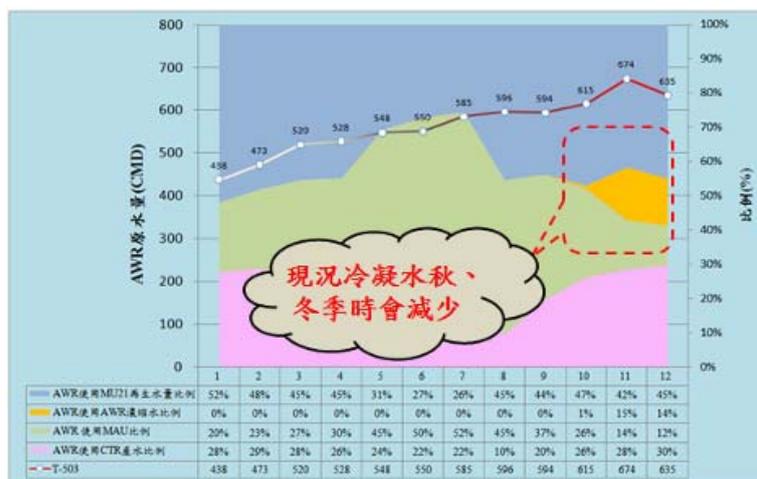


圖 14 軟水回收系統各原水比例推移圖

7.原水關係別：

軟水(SW)用水量與軟水(SW)原水量分析:經散佈圖分析後，以滿載 616 CMD 反推原水約需 860 CMD(如圖 15)。

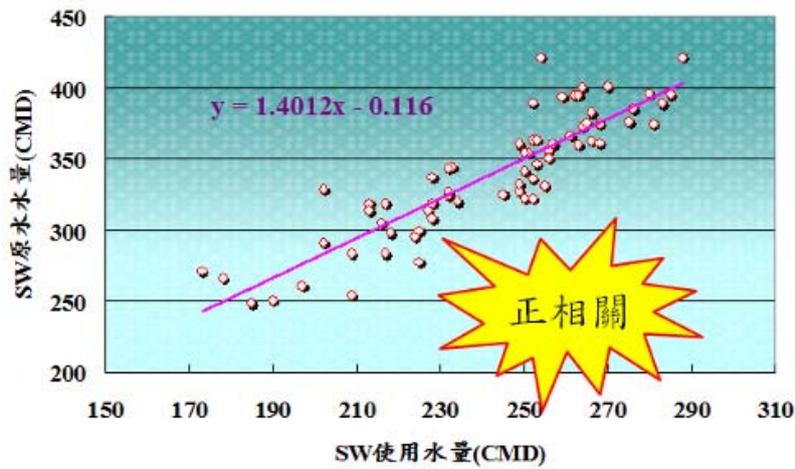


圖 15 軟水(SW)用水量與軟水(SW)原水量散佈圖

8. 比例別

根據軟水回收系統各原水已使用比例圓餅圖分析，可看出冷凝水(MAU)及 C/TR 產水未使用比例較低，僅有 4%及 7%未使用，未使用部份因已達系統使用極限已無改善空間。而軟水回收系統濃縮水及純水系統再生廢水未使用比例較高，分別有 50%及 34%未使用(如圖 16)，有無改善空間仍需探討。

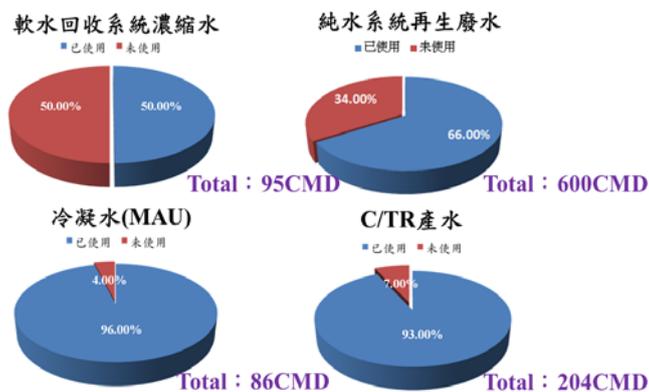


圖 16 軟水回收系統各原水已使用比例圓餅圖

2.9 現況層別分析結論

經現況層別分析後發現，FAB B 新型機台最大用水量高達 A 廠 14.4 倍，且 FAB B 機台數較多並持續增加的情況下，FAB B 用水量亦持續增加。

在 FAB B 用水量持續增加情況下，避免用水量不足增加影響生產之風險，預估還需 111CMD 的缺口需填補，以滿載 616CMD 反推原水約需 860CMD，且

在秋、冬季 MAU 水量驟減影響 AWR 原水水量情況下，須儘速找出增加軟水供應量的方法。

另外在軟水回收系統濃縮水及純水系統再生廢水回收比例上是否仍有調整的空間，本廠目前是否能仿效友廠找出回收 Local Scrubber 廢水的機制，將於後續處理改善章節中持續探討。

三、處理改善介紹

3.1 改善目標之設定

經過前述的軟水系統現況分析後，將對預計改善之軟水產水預估量設立目標，B 廠機台最大用水量(50k)評估約 616 CMD，故將目標設立為 620 CMD (如圖 17)。

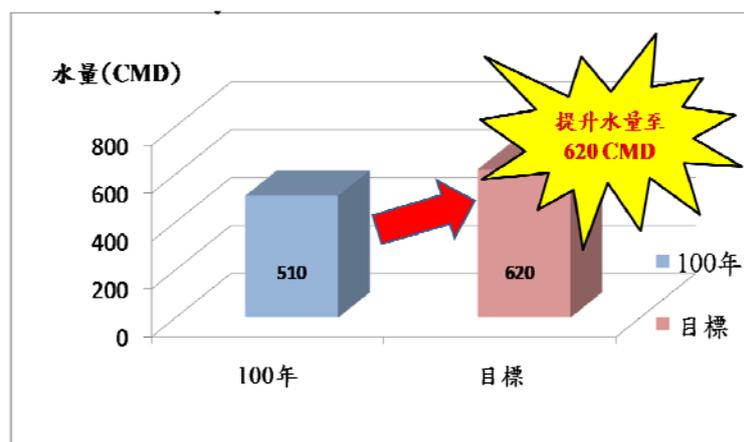


圖 17 軟水產水水量提升之目標設定

3.2 主要原因分析

目標設立後將對前述現況層別法之結論進行主要原因分析，將以業界較為少用的系統圖改善點分析與系統圖改造點分析進行探討。改善點分析主要精神在提醒分析者有哪些選項稍加改變可以立即得到改善。改造點分析則是要跳脫既有的格局與思維，討論可改造的系統，分析後若有得到效益也可加入評估與考量。

1. 系統圖(改善點)

如何提升原水量由系統圖進行改善點分析，由軟水回收系統調整改善對策釐清出調整再生廢水桶槽使用容量及調整軟水回收系統產水/濃縮水比

例。由純水系統再生廢水使用改善對策釐清出 2 項控制邏輯修改，分別為 a. 冷凝水直接供給軟水桶使用。b. 純水系統再生廢水直接供給軟水桶使用，軟水回收系統同時運轉等改善方式(如圖 18)。

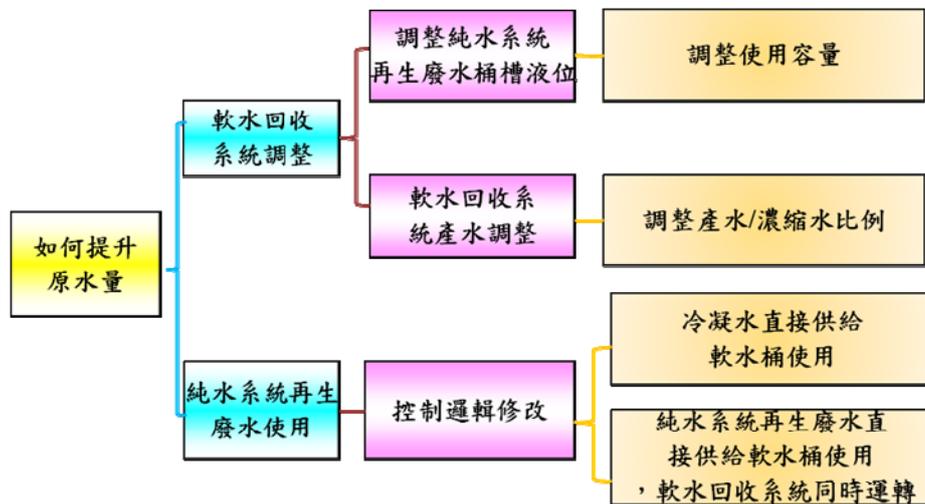


圖 18 系統圖(改善點)

2.系統圖(改造點)

如何提升原水量由系統圖進行改造點分析，釐清出回收 Local Scrubber 排水需增加 Local Scrubber 回收系統，而在純水系統再生廢水使用的部份有增購 100T 桶槽、利用現有桶槽(BT-1051/1052)及利用現有桶槽(T-105)等改善方式(如圖 19)。

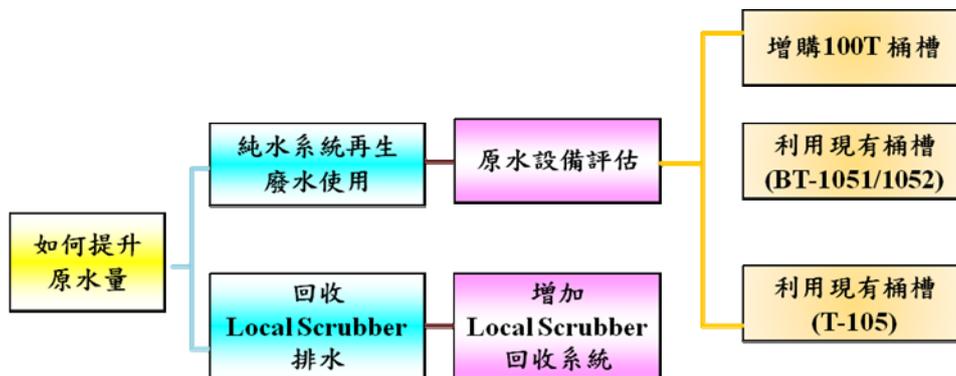


圖 19 系統圖(改造點)

3.3 改善點與改造點決策分析

由系統現況層別法結論已整理成改善點與改造點系統圖，將以系統圖所列選項分別進行決策分析，期待所蒐集的資訊能回饋給改善目標。

1.改善點

經過改善點理出對策，於調整純水系統再生廢水桶槽使用液位之部份評估出可增加再生廢水使用比例 4%。於軟水回收系統產水調整評估可增加軟水水量 22 CMD，此二項改善點評估皆為可行。於二項控制邏輯更改之部份評估皆會影響水質故不可行。於 GDO 機台廢水回收系統(C/TR)產水調整部份評估可增加軟水原水量 3CMD，本項改善點評估為可行(如表 2)。

表 2 改善點決策分析

現況要因	現況水準	改善目標	評估	改善點
軟水回收系統產水調整	目前軟水回收系統產水/濃縮水比為13:5	調整軟水回收系統產水/濃縮水比為13.5:4.5	增加軟水水量22CMD	可行
控制邏輯更改	冷凝水供軟水回收系統使用	冷凝水直接供給軟水桶使用	無法根治問題，水質會變差	不可行
控制邏輯更改	純水系統再生廢水供給軟水回收系統使用	純水系統再生廢水直接供給軟水桶使用，軟水回收系統同時運轉	水質會變差	不可行
GDO機台廢水回收系統(C/TR)產水調整	目前C/TR產水/濃縮水比為1:1	調整C/TR產水/濃縮水比為15:8	增加軟水原水量3CMD	可行

2.改造點

經過改造點理出對策，於利用現有桶槽當 Buffer Tank(T-105)的部份，評估出雖施工期短，但未來總放流將無水可稀釋氟離子，評估為不可行的改造點。於增購 100T 桶槽部份，雖費用較高，但其原水量將可更穩定，認定其為可行的改造點。回收 Local Scrubber 排水的部份，評估因現場空間不足故此改造點不可行(如表 3)。

表 3 改造點決策分析

現況要因	改造前水準	改造目標	GAP	改造點案	評估	改造點
原水設備評估	64%	100%	36%	增購100T 桶槽	原水量穩定、費用高	可行
	64%	100%	36%	利用現有桶槽當Buffer Tank (T-105)	施工期短，但未來總放流無稀釋水氣離子水源	不可行
回收 Local Scrubber 排水	0%	100%	100%	新增回收系統	費用1800萬，回收量960CMD，現場空間不足	不可行

3.4 可行之改善點及改造點對策方案

經過改善點及改造點分析後，可得到可行之改善後對策方案，將依此內容執行對策方案(如表 4)。

表 4 改善點及改造點前後對照表

項目	改善前	改善後
增購100T 桶槽	無	新增 100T 桶槽
軟水回收(AWR)系統產水調整	AWR產水/濃縮水比為 13:5	調整AWR產水/濃縮水比為 13.5:4.5
GDO機台廢水回收系統(C/TR)產水調整	C/TR產水/濃縮水比為 1:1	調整C/TR產水/濃縮水比為 15:8

3.5 可行之改善點及改造點執行結果

改善點及改造點執行後軟水產水已達 640CMD，其中工程改善後新增的 100 噸新桶槽可增大 Buffer 量來收集純水再生水，因此純水 RO 濃縮水可直接供給軟水儲存桶使用。評估 RO 只需 RUN 一套的水量加上純水 RO 濃縮水水量即足夠，因此可少 RUN 一套 RO(如圖 20)。

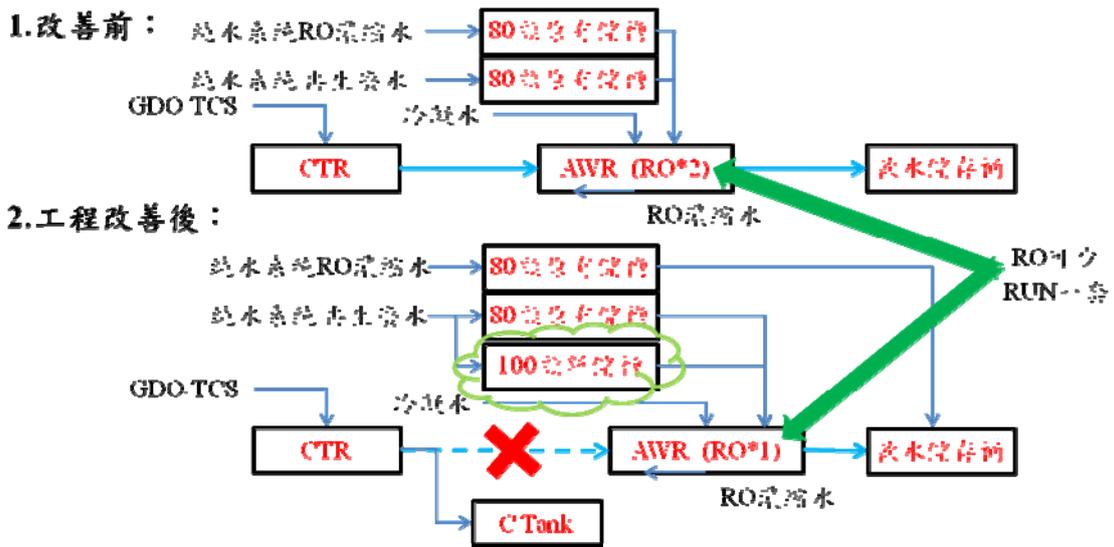


圖 20 工程改善前後對照圖

3.6.效果確認

改善後軟水供應量由改善前 510CMD，改善後達 640CMD 超越目標設定的 620CMD，目標已達成(如圖 21)。

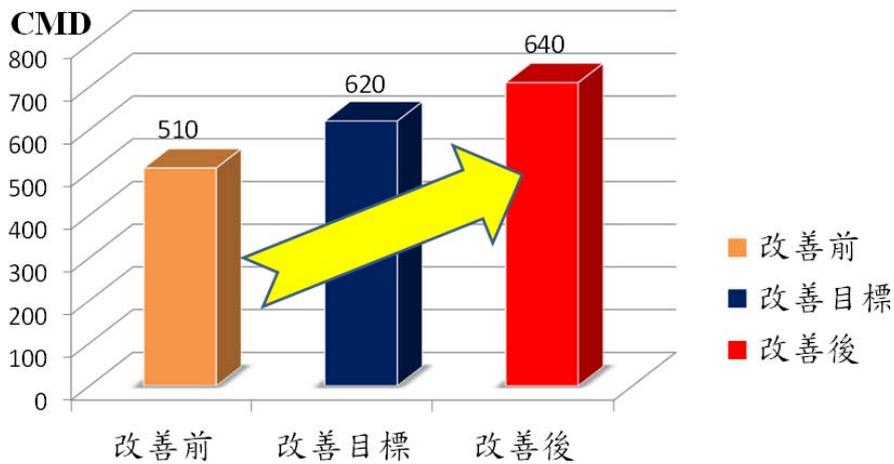


圖 21 效果確認改善前後圖

3.7 最佳操作參數

經系統圖針對現有系統做改善與改造理出後，得到最佳效果操作方式，(如表 5)。

表 5 軟水最佳化操作規範

項目	改善前	改善後
增購100T 桶槽	無	新增100T桶槽
軟水回收(AWR)系統 產水調整	AWR產水/濃縮水比 為13:5	調整AWR產水/濃 縮水比為13.5:4.5
GDO機台廢 水回收系統(C/TR) 產水調整	C/TR產水/濃縮水比 為1:1	調整C/TR產水/濃 縮水比為15:8
軟水回收系統運轉	RUN2套RO	RUN1套RO

四、結論與建議

本案例經過一連串之改善終於解決了軟水供應量不足之問題，雖然解決方案看似簡單的增設儲存桶來得到改善，但在解決方法上仍有一些心得與建議可供業界參考。

4.1 層別法分析應用於系統現況之探討

於系統進行問題解決時常有不知如何著手的盲點，本案例以層別法全方位的進行分析，發現層別法除了可協助專注問題焦點外，各層別間之關係也能更有邏輯的釐清，增加問題解決的效率。

4.2 軟水原水與產水迴歸模型之建立

廢水回收系統之原水種類眾多，經不同設備處理得到產水，而原水與產水水量雖不一定能準確算出，但卻能以統計學的迴歸模型分析出相對關係，對於未來之產水需求預估有相當大的幫助。

4.3 改善點與改造點系統圖分析方法

改善點與改造點系統圖分析方法於業界較為少見，改善點分析主要精神在提醒分析者哪些選項可不費工夫或稍加改變可以立即得到改善，即使僅一點微小的效益積少成多也是相當可觀。於改造點分析則是要跳脫既有的格局與思維，儘量天馬行空的搜尋各項資訊，討論哪些可改造的系統，雖短期有增加成本的考量，分析後若有得到長期效益也可加入評估與決策。

於廢水處理操作環境下進行改善總是有許多考量，在資源與空間皆受限的狀況下有時也無法一次到位達成目標。本案例主要介紹逐步改善時遭遇的困境與評估方式，希望藉由這次的分享能提供業界於遭遇類似問題時多一個參考方向與思維。

五、參考文獻

1. 蔡騰龍，工又水處理，正文書局，2001。
2. 駱尚廉，楊萬發，自來水工程，茂昌圖書有限公司，2000。
3. 顏登通，高科技廠務，全華圖書股份有限公司，2006。
4. 彭定國、吳鴻錚、鄭大興，MINITAB 統計分析與應用，新文京開發出版(股)公司，2006。