

產業節水永續利多

統一企業公司 謝清樹

“水”在許多工業製程上扮演重要的角色，但過去一直被大家誤認為其價格低廉且供應不虞匱乏，甚至遇到枯水期水源不足時，亦有人認為那是政府主管機關的責任。工廠經營的重點之一是在於降低製造成本，因此，在面臨水權費、水污費徵收、水價上漲及可利用水資源益形缺乏之情況，用水節約與回收再利用實為產業界可採用的經營管理方式之一，吾人甚至可以預言，確保用水來源之穩定，勢將成為企業永續經營關鍵策略之一。

本篇文章首先為製造業的用水特性分析，先瞭解產業用水之情形及節水動機所在，接著介紹美國加州水資源局所推薦的節約用水計劃推行步驟，文章末尾並以統一企業公司為例，介紹食品業推行節約用水與回收利用實務做法與案例。

一、前言

台灣地區年平均降雨量 2,515 公釐，約合 905 億立方公尺，數量雖然豐沛，但由於降雨的季節性與區域性分佈相當平均，再加上受到地形、河川等地理因素影響，可利用之水資源年平均僅約 189 億立方公尺，也就是說年降雨量之可利用率約僅 20%，每人每年平均可分配之雨量僅為世界平均值的六分之一左右，顯示台灣地區水資源相當缺乏。

近年來台灣經濟迅速發展，國民生活水準亦日益提升，相對使得生活及工業用水需求遽增；面對台灣地區可開發水源越來越少、開發費用也越來越高，大型水利設施之興建又面臨土地取得困難與環保抗爭等問題，使得政府有關單位不斷呼籲節約用水及提倡工業用水合理化，期望透過有效的經營與管理，發揮水資源之最大附加價值與經濟效益。

二、製造業用水特性介紹

依據經濟部技術處「工業用水合理化利用技術發展計劃」第 4 年度調查所獲知之結果，在用水量統計方面，單位廠地面積用水量以造紙業最大為 33.4 噸/m²，食品業為 7.6 噸/m²；單位員工用水量以造紙業最大為 15996.1 噸/人、年，食品業為 1318.3 噸/人、年；單位產值用水量亦以造紙業最大為 30.1 噸/萬元，

食品業為 6.2 噸/萬元；至於工廠用水回收率則以金屬基本工業最高為 97.8%，食品業為 34.9%，詳如表 1 所述。

產業類別	分析之 樣本數 (噸/平方公尺)	單位廠地面 積用水量 (噸/平方公尺)	單位樓地板 面積用水量	單位員工 用水量 (噸/人/年)	單位產值 用水量 (噸/萬元)	回收率 (%)
食品業	64	7.6	48.2	1318.3	6.2	34.9
紡織業	38	11.8	22.9	1970.3	11.3	14.6
造紙業	28	33.4	135.4	15996.1	30.1	26.7
化學材料業	40	11.8	74.0	2976.7	8.9	19.0
化學製品業	25	4.3	7.3	495.5	1.2	1.1
塑膠製品業	13	1.6	5.3	248.4	1.2	11.6
非金屬礦物製品業	12	29.8	74.8	10496.9	29.5	74.0
金屬基本工業	31	10.1	14.0	2045.6	2.0	97.8
金屬製品業	20	9.0	5.8	258.8	2.0	2.2
電力及電子機械業	44	7.2	9.6	250.1	0.9	32.9
運輸工具業	15	6.9	9.7	1608.7	17.7	2.7
其他工業	11	5.3	76.7	75.2	1.3	2.5

▲ 表 1 用水調查基本統計分析

在水源供給方面，食品業、紡織業與造紙業之水源以「地下水」為主，金屬基本工業水源以「回收水」為主，詳如表 2 所述。

產業類別	地下水	地面水	自來水	購入水	回收水
食品業	46.0	9.7	5.9	3.5	34.9
紡織業	65.0	4.2	14.2	1.9	14.6
造紙業	52.5	6.9	0.4	13.4	26.7
化學材料業	38.6	3.6	38.8	0.0	19.0
化學製品業	29.2	0.0	69.7	0.0	1.1
塑膠製品業	33.4	0.0	24.3	30.7	11.6
非金屬礦物製品業	19.5	3.5	3.0	0.0	74.0
金屬基本工業	0.0	0.0	2.2	0.0	97.8
金屬製品業	0.9	0.0	96.9	0.0	2.2
電力及電子機械業	22.8	0.0	44.4	0.0	32.9
運輸工具業	39.9	0.0	57.5	0.0	2.7
其他工業	30.4	0.0	66.1	0.0	3.5

資料來源：經濟部科技研究發展專案計劃
86年5月 工業用水合理化利用技術發展5年計劃
「台灣地區83年工業用水調查分析成果彙編」

單位：%

▲ 表 2 製造業水源供給統計分析

在水源需求方面，食品業、化學材料業、金屬基本工業及電子業之水源需求主要為「冷卻用水」，紡織業及造紙業則以「製造用水」所佔比率較高，詳如表 3 所述。

產業類別	鍋爐用水	冷卻用水	製造用水	洗滌用水	生活用水
食品業	6.5	46.3	12.1	31.4	3.8
紡織業	7.4	18.9	54.9	9.3	9.5
造紙業	4.3	3.5	74.8	17.0	0.4
化學材料業	13.4	52.6	22.8	6.3	4.9
化學製品業	10.7	18.0	27.2	26.0	18.1
塑膠製品業	12.1	40.5	19.8	11.5	16.1
非金屬礦物製品業	5.4	82.0	1.8	6.4	4.4
金屬基本工業	0.1	80.7	19.0	0.1	0.1
金屬製品業	1.4	8.0	59.2	3.0	28.4
電力及電子機械業	4.4	34.9	17.2	26.7	16.9
運輸工具業	9.7	18.6	19.8	26.0	25.9
其他工業	18.8	10.1	17.1	18.9	35.2

資料來源：經濟部科技研究發展專案計劃

單位：%

86年5月 工業用水合理化利用技術發展5年計劃

「台灣地區83年工業用水調查分析成果彙編」



▲ 表 3 製造業水源需求統計分析

在廠商是否曾遭遇缺少水之情形調查中，顯示近年來紡織業、化學材料業及電子業均有半數以上的廠商曾遭遇缺水情形，食品業亦有高達 43.13% 之情形，其缺水原因主要為「自來水公司因乾旱而限水」，其次為「因停電或限電

而無法抽水」，至於廠商因缺水而造成經濟損失之類型主要是以「產量減少」、「影響產品品質」及「造成工廠全面停機」等 3 項為主。

在用水技術需求上，食品業以對「廢水處理技術」的需求較殷切，紡織業以對「製程省水技術」，造紙業、化學材料業、金屬基本工業及電子業則以「回收水再利用」的需求最殷切。

至於在工廠節水動機分析方面，所獲知之結果為食品業、紡織業、造紙業、化學材料業工廠採用節水措施動機主要是「廢水處理成本太高，需降低用水量以減少廢水量」；金屬基本工業是「用水處理成本太高」；電子業則為「產能擴大，原供水量不足」。在節水措施及成效分析方面，食品業、造紙業、化學材料業及金屬基本工業所採行之節水方法主要為「回收用水」；紡織業及電子業所採行之節水方法主要為「減少用水，降低每個製程的需水量」，而採用節水措施之效果主要表現在「總用水量降低」。

三、成功的節約用水計劃推行步驟

美國加州水資源局建議成功的節約用水計劃有 7 大推行步驟

(一) 步驟 1 尋求上級支援及資源贊助主要作法有：

(一)-1 取得上級管理階層對節約用水計劃之委任：取得上級管理階層需支持節約用水計劃之推行，節約用水計劃剛開始時可能造成操作上的影響而受到排斥或拒絕，因此當瞭解節約用水可能達成有效率的節約能源及減少廢水排放時，節約用水管理應值得鼓勵實行。上級管理階層支持節約用水執行的理由，有：

1. 成本節省：具有效率的長期用水管理投資能降低成本，例如：供水、廢水處理成本。
2. 增進生產：增進用水效率對於生產而言，可能不用再另闢水源，而減少設備成本。
3. 因應缺水：在缺水時期，公司可能因實施節約用水有成效而減輕損失。
4. 公共關係：成功的用水管理計劃可增加公司的企業形象。

(一)-2 重要的管理行動

1. 建立政策以支持效率用水管理。
2. 向員工強調節約用水的重要性。
3. 建立節約用水的目標及優先順序。

4. 選定執行節約用水管理人員，專門負責所有用水、能源使用，廢水排放、有毒物質處分及用水分配措施。
5. 對每一組織或程序單元產生之水、能源、化學藥品、資源利用及有毒物質處分所需之成本的建立。
6. 支持執行節約用水管理的人員。
7. 提供持續的協助或經費補助。
8. 員工直接節約用水教育訓練。
9. 表揚節約用水方面的成就。

(一)-3 獲得員工參與

1. 首先由單位的最高主管，如總經理，以信件或公告方式發佈節約用水計劃讓所有員工知曉，此信件或公告之內容應描述節約用水的政策方針，指派執行節約用水管理人員，顯示充分支持整個計劃以引起員工回應。
2. 建立員工用水教育課程，並於課程中提供關於公司執行節約用水及其含意的背景資料。
3. 制定員工節約行動獎勵辦法及建立「節約用水意見箱」。
4. 每月以圖表示工廠真正用水結果與預期目標用水比較。
5. 推廣節水刊物以強調珍貴水資源的重要性。
6. 發展一套員工教育訓練課程，使員工可在家中節約用水。

(一)-4 尋求外界協助

水及廢水處理公司可提供相關資訊及建議以協助用戶實行節約用水，自來水公司甚至可以協助指導洩漏偵測計劃或工廠用水調查，或對於較大用戶的節水方案提供基金補助。

(二) 步驟 2 立刻付諸行動：首由顯易處著手

(二)-1 定期檢查洩漏情況且立即修補改善

在工作期間時常巡視整廠以找出破裂或洩漏等有瑕疵的管線；有些洩漏只有在停機期間檢視計量時才被發現。

(二)-2 消除及避免不必要的用水

如乾旱期間，減少車輛清洗用水，設立計時裝置自動關掉不必要的流水。

(三) 步驟 3 實施用水審查 (water audit) 以評估目前用水量及成本

(三)-1 用水審查之定義

用水審查即確認某現場之用水總數、特性及所有用水量之程序。一般重要之水特性包括有流率、流動方向、溫度及有關的化學物質，由用水審查資料可進一步製得水平衡圖 (water balance diagram) ，水平衡圖之樣式及製作詳如附件 1 所示。

(三)-2 用水審查行動 1 - 準備

完善的事前準備將使得用水審查具有最大的效率。此階段主要工作為蒐集所有關於工廠內用水的資料及確認執行人員熟悉此作業流程，至於蒐集的資料則應包括工廠大小、管線配置圖、確認每單位產品之用水量、工廠運轉時程、保養工作、能源或用水及廢水設備名稱、衛生設備記錄、室外用水狀況、先期之用水或能源調查、由水表或其他量測設備所得到的用水輸送量記錄及校正記錄。

(三)-3 用水審查行動 2 - 工廠調查

與生產人員在廠區內特定的區域做一般性的調查以瞭解用水情形，並利用直接觀察及測量來達到目的。

1. 記錄每一用水程序或裝置元件的操作時數。
2. 對每一種使用水而言，必須確認水流及水質，如溫度、pH、TDS 或導電度及有機物負荷量；因為這些資料對於某一處用水量排放可否再利用到共同應用方面之潛力評估是必須的。
3. 測量用水量，可利用碼表或安裝水表。
4. 確認來自每一使用點廢水之流量及性質。
5. 在用水審查中應包括由製程內製造產生的流體，例如水可能為製程原料產生之副產品（如水果清洗），需確認是否有原現場再使用之潛力，如冷卻用水。
6. 利用調查的結果製作水平衡圖。

(三)-4 用水審查行動 3 - 決定用水真實成本

用水成本除了實際的水費用外，經常還包含其他的額外支出，如：

1. 建立政策以支持效率用水管理。
2. 清洗碟盤需加熱水、清洗劑及消毒劑。
3. 蒸汽製造之鍋爐進水需經由軟化及結垢抑制劑等處理。

4. 冷卻水塔需要添加化學藥劑以防止腐蝕、結垢及病菌、藻類滋生。
5. 現場清洗系統（CIP），可能輸送酸或鹼性化學物質。
6. 廢水處理。
7. 水污費之徵收。
8. 水權費之徵收。

(四) 步驟 4 確認工廠及裝置用水管理時機確認節約用水時機一般性步驟有：

(四)-1 利用最小量的水完成工作

大部分之設備可加上控制及監測系統，例如可依照製造商所定的規格調整標準的流量供應設備用水，安裝流量減量裝置以保持特定的流量，安裝電磁閥，冷卻用水可安裝溫度計或導電度計偵測。

(四)-2 在製程或製程組中循環用水

通常製程用水可分成兩大類：

1. 不受製程嚴重影響之高品質水；可以冷卻或加熱用水為代表，在這些製程中除了溫度外，皆可保持實質上的不變。建立政策以支持效率用水管理。
2. 受製程嚴重影響之低品質水，此情況下，需將水處理到充分可用的品質後才容許其循環使用。

(四)-3 連續地再利用水

連續地再利用水為一般水流於最終處理前經兩個或更多一系列的製程或操作使用；唯必須事先決定每一製程所需用水最低水質標準。

(四)-4 使用過之水處理及再製利用

持續由減少水和廢水處理節約的成本，可償還再製利用系統的成本，低污染之廢水可經簡單之處理後，再使用於其他程序中。

(四)-5 在高流量程序及設備上安裝計量器

計量器可幫忙偵測實際用水量，用水不預期的改變可能表示程序中有洩漏或發生故障情形。

(五) 步驟 5 準備行動計劃，此行動計劃應具有：

(五)-1 陳述、反應出高層管理者意見的公司政策

(五)-2 量化目標

陳述對整個工廠及每一單元設備可節省多少用水量，設備目標達成的截止期限。

(五)-3 列出所有能確認用水審查及員工建議的有效方案

(五)-4 評估每一有效方案

詳細列舉包括主要成本、回收成本、計劃節約用水量及回收成本時間等的成本及效益分析。

(五)-5 方案性質分類

1. 具有成本效益及應儘可能實施的方案。

2. 經過一段試誤期間，蒐集有代表性的數據，加以評估後具潛力之方案。

3. 不具成本效益，但於乾旱缺水時期可能實施之方案。

(五)-6 確認不需成本或低成本可立即實行的行動。

(五)-7 確認任何工程設計上之需求。

(五)-8 具節約用水成本效益的方案優先實行。

(五)-9 訂出實行時間表。

(五)-10 尋找替代方案。

(五)-11 對於需要資金花費的特定方案，尋求政府機關補助。

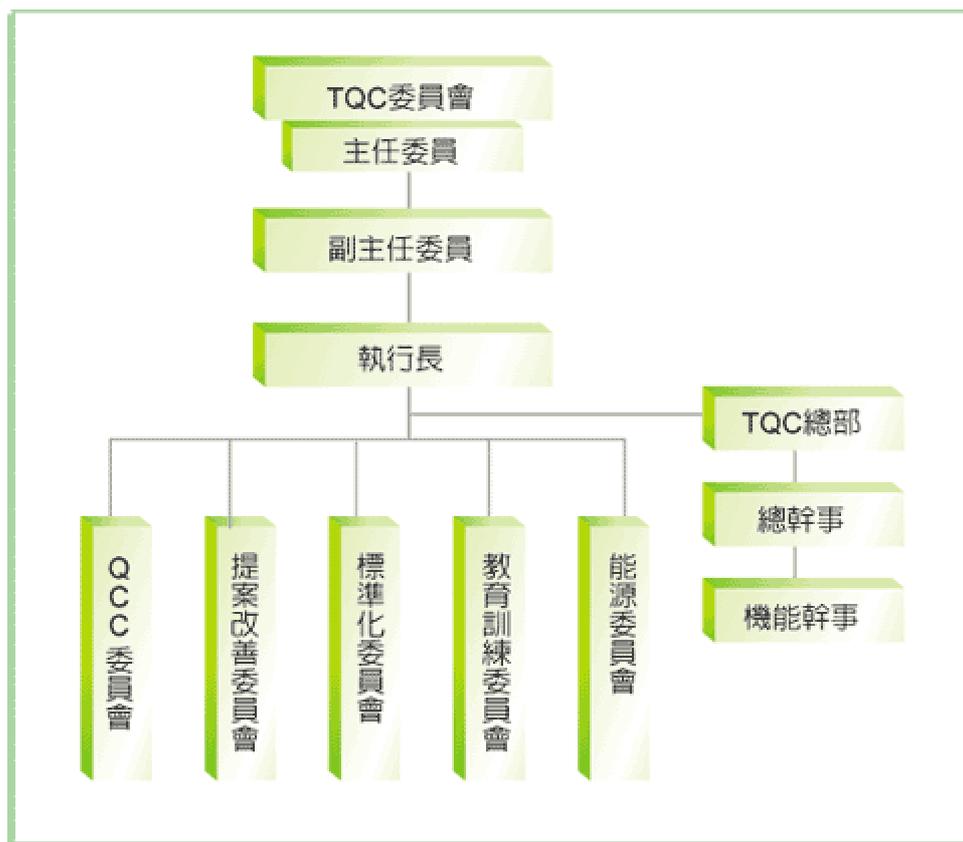
(五)-12 提供方案的評估及修正。

(六) 步驟 6 用水管理方案實行

依據計劃及時程表實行方案，並定期性評估個別方案實行結果及整體努力的方向。

(七) 步驟 7 成功的宣傳

善用各種管道宣傳成功的節水計劃施行及成果，良好的宣傳可促進企業與員工、社區及其他企業間和諧的關係，進而激勵從事類似的用水節約方案。



▲ 圖 1 TQC 組織圖

四、節約用水與回收再利用實務做法

食品業之用水特性已在「製造業用水特性分析」一欄中有所敘述，至於節約用水或回收再利用推行工作之執行單位，對統一企業公司而言，則主要由隸屬於 TQC 委員會（如圖 1）之「能源委員會」負責，能源委員會為推動全公司有關能源節約相關工作之組織，設召集人及副召集人各 1 人，委員若干名，並設專任幹事 1 人，綜理該會之事務性工作。各總廠亦設有小組長及副小組長；副小組長為廠課級單位實際執行電、蒸汽、水、燃油及瓦斯等節約能源工作之人員，其負責定期募集與整理節約能源方案，並在廠課執行能源委員會交付之年度的節約能源工作。

能源委員會每年均秉承公司總經理之方針指示，擬訂節約能源年度方針、目標及實施計劃，而為落實節約能源工作之推行，除每季召開會議 1 次，定期追蹤執行成效外，並制定有教育訓練計劃、檢查、評價及獎勵辦法，每年並舉行具代表性之「節約能源案例發表大會」，藉發表及交流機會，提升節約能源相關技術，優秀單位並發給獎金之實質獎勵。

公司各總廠亦相繼成立「減廢推行委員會」，執行產源減量、節約能源、回收再利用、資源化等減廢工作及引進減廢觀念和相關作法，其間並多次邀請減廢顧問、專家實地訪視以提供具體改善建議，以統一企業公司楊梅總廠在用水減量及回收再利用兩項減廢範疇中，僅是用水及廢水減量，每年即可獲得近 600 萬元之效益。

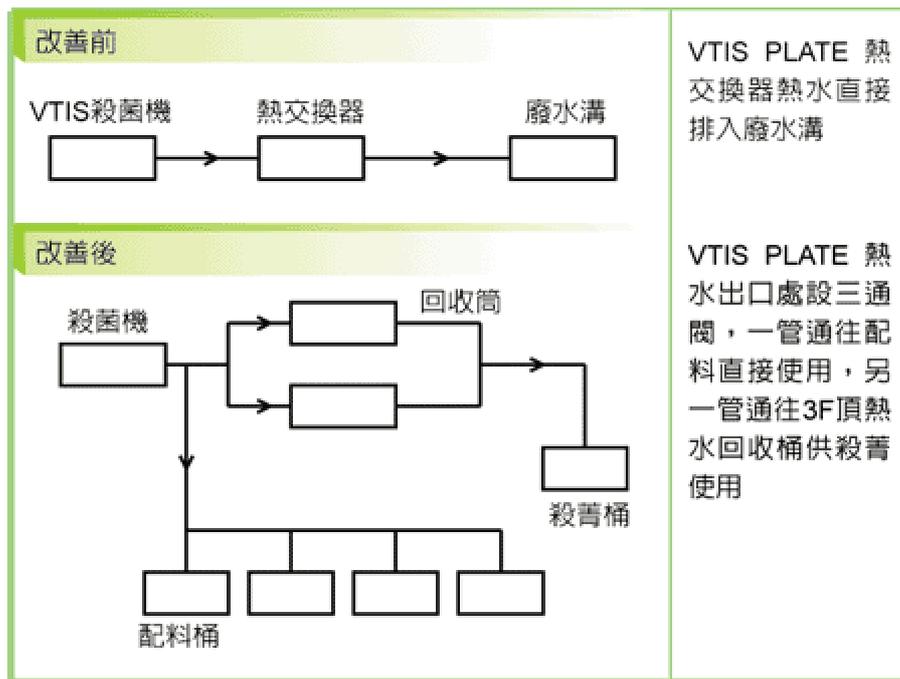
86 年 9 月統一企業公司楊梅總廠亦率先建立環境管理系統，除了將「減廢觀念」與「污染預防」列為環境政策外，亦藉由環境管理系統持續推行過程中之先期審查、內部稽核、外部稽核、管理審查或 ISO14001 評鑑之過程找出節約用水及回收再利用等減廢項目，以落實減廢工作。

近幾年來，統一企業公司亦透過產業合作研發計劃，利用外部資源進行節水活動，例如新市、永康二總廠分別於 85、86 年和工研院能資所合作進行節水相關合作案，85 年為「節水診斷與改善評估」，86 年為「永康總廠節水專案」，目的則皆為診斷與評估冷卻用水回收再利用之可行性。

五、實務案例介紹

(一) 案例 1 乳品廠殺菌機 PLATE 熱交換器熱水回收

1. 改善案由：產品生產時，水須經熱交換器與產品熱交換後變成熱水，現況排至水溝，造成能源浪費。
2. 改善方法：在 VTIS PLATE 熱交換器熱水出口裝設三通管，一管通往配料直接使用，一管通往三樓頂設兩個回收桶。
3. 改善重點與處理流程說明：飲料 3 樓軟水 PUMP 供軟水 → VTIS PLATE 熱交換 V61 三通管 → 配料 3 樓頂回收桶
4. 改善執行期間：1 星期。
5. 效益及成果：投資 20,000 元，效益 260,338 元/年。
6. 說明及計算：
現調味奶每 10 噸使用軟水 3,500 公升
軟水節省金額 89,250 元/年
蒸汽節省金額 191,088 元/年
效益 $89,250 + 191,088 - 20,000 = 260,338$ 元/年



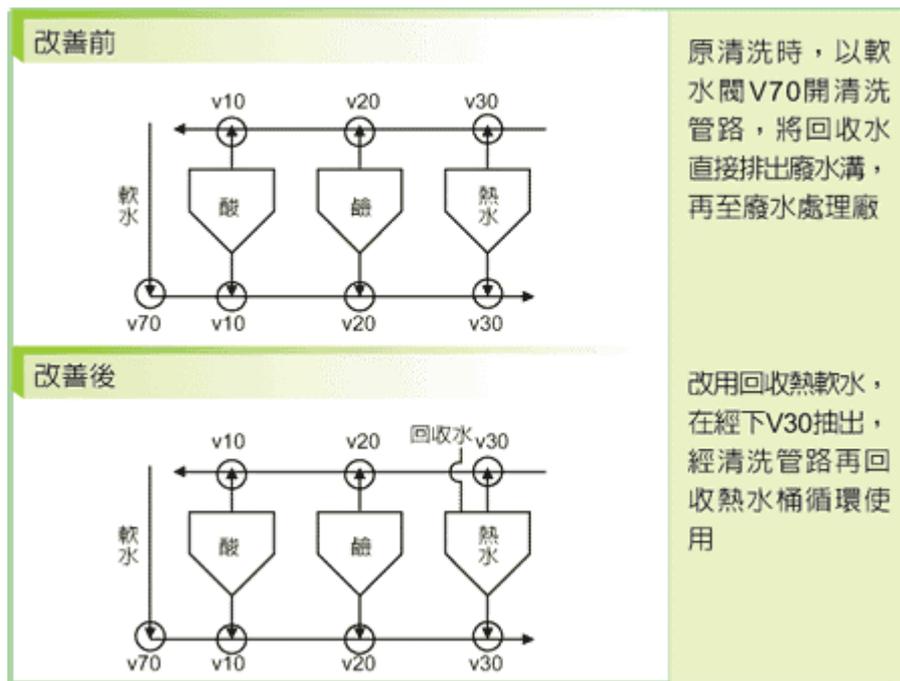
▲ 案例 1 圖例

(二) 案例 2 乳品廠修改清水系統回收熱水

- 改善案由：原清洗時，其系統控制不甚理想，造成軟水溢出，其回收熱水無法再利用。
- 改善方法：將原清洗系統軟水出口閥 V70 更改在溫水出口閥 V30 處，可利用回收之軟水回收使用。
- 改善重點說明：
 - 3-1.技術來源：自行改善。
 - 3-2.處理流程：



- 改善執行期間：1 星期。
- 效益及成果：
 - 5-1.效益：86,292 元/年
 - 5-2.投資：0
- 說明及計算：每月約用 423 噸軟水清洗管路，每噸軟水為 17 元，因只修改清洗卡片即可，所以投資金額為 0。
 $17 \text{ 元} \times 423 \times 12 = 86,292 \text{ 元/年}$



▲ 案例 2 圖例

(三) 案例 3 乳品廠 VTIS HOMO 冷卻水回收再利用

1. 改善案由：原 HOMO 冷卻水冷卻後，直接排入廢水溝，每日約有 4.32 噸。
2. 改善方法：將冷卻水排出後，接至平衡槽，由 M9 抽至真空桶做冷卻水用。
3. 改善重點說明：
 - 3-1. 技術來源：自行改善。
 - 3-2. 處理流程：



4. 改善執行期間：1 星期。

5. 效益及成果：

5-1. 效益：51,840 元/年

5-2. 投資：2,000 元

5-3. 回收年限：0.04 年

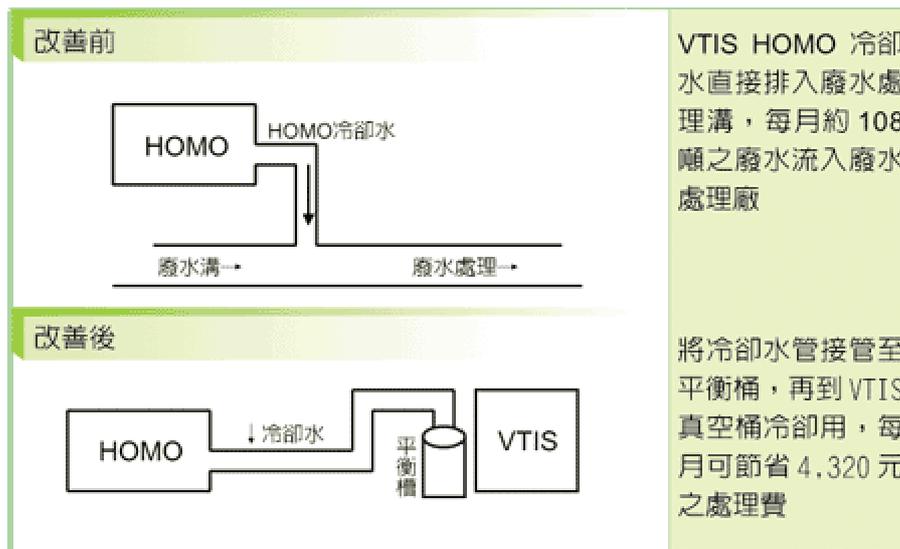
6. 說明及計算：

VTIS HOMO 冷卻水每小時 360L，每日運轉 12 小時

$360L \times 12 \times 25 \times 12 / 1,000 = 1,296$ 噸/年 (每年節省噸數)

廢水處理每噸 40 元

$40 \times 1,296 = 51,840$ 元/年



▲ 案例 3 圖例

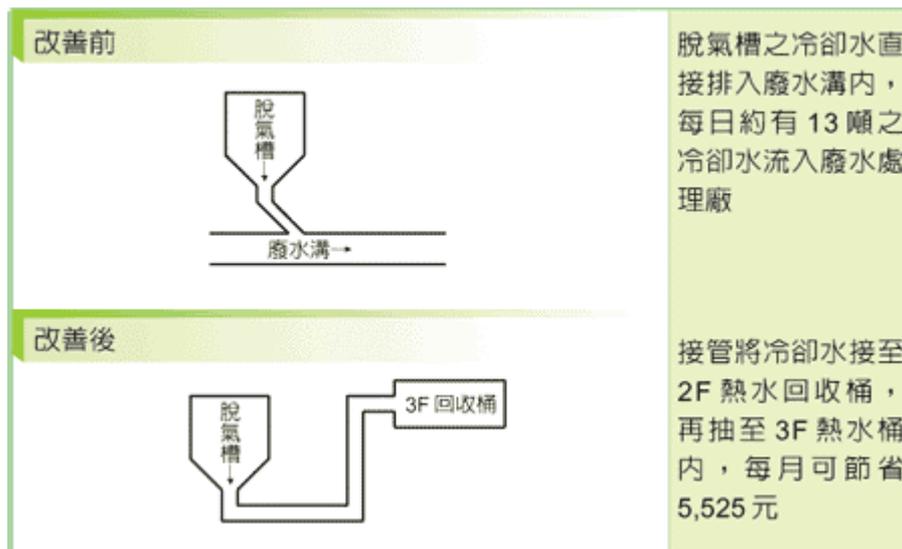
(四) 案例 4 乳品廠殺菌機脫氣槽冷卻水回收再使用

1. 改善案由：原脫氣槽冷卻水用完後，直接排入廢水溝內，再至廢水處理場加以處理。
2. 改善方法：將脫氣槽排出之冷卻水接管至回收熱水管，然後送至 3F 頂熱水桶（該冷卻水溫 60 68 之間）可做調配及磨豆用水。
3. 改善重點說明：
 - 3-1. 技術來源：自行改善。
 - 3-2. 處理流程：



4. 改善執行期間：1 個月。
5. 效益及成果：
 - 5-1. 效益：46,300 元
 - 5-2. 投資：20,000 元
 - 5-3. 回收年限：0.3 年
6. 說明及計算：

每日約有 13 噸冷卻水（軟水），軟水每噸 17 元
 $17 \text{ 元} \times 13 \times 25 \text{ 天} \times 12 \text{ 月} = 66,300 \text{ 元/年}$



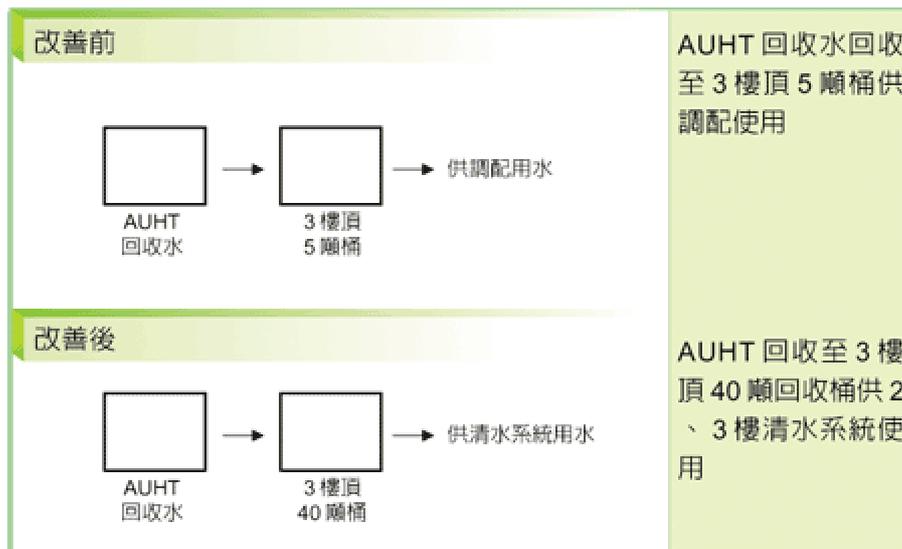
▲ 案例 4 圖例

(五) 案例 5 乳品廠 AUHT 回收水供清水使用

1. 改善案由：AUHT 回收水溫度低約 40 度，不適於調配且量多，3F 僅 2 個 5 噸桶及 1 個 10 噸桶，水溢出造成浪費。
2. 改善方法：在 3F 頂裝設一座 40 噸回收桶，回收 AUHT 回收水。
3. 改善重點說明：
 - 3-1. 技術來源：自行改善。
 - 3-2. 處理流程：

AUHT 回收水 → 3 樓頂 40 噸回收桶 → 2、3 樓清洗

4. 改善執行期間：1 星期。
5. 效益及成果：
 - 5-1. 效益：70,200 元
 - 5-2. 投資：53,000 元
 - 5-3. 回收年限：1.3 年
6. 說明及計算：每日回收 20 噸
節省金額 $11.7 \text{ 元} \times 20 \times 25 \text{ 天} \times 12 \text{ 月} = 70,200 \text{ 元/年}$



▲ 案例 5 圖例

(六) 案例 6 乳品廠 PE 洗瓶氯水回收再使用

1. 改善案由：

1-1. PE 空瓶充填前必須清洗再充槽，清洗水是軟水加氯水沖洗。

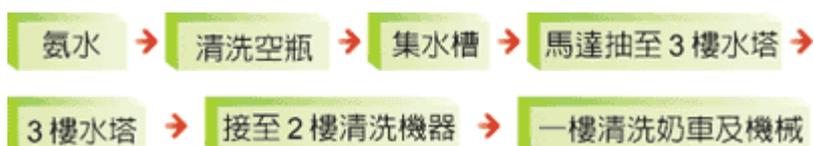
1-2. 氯水清洗 PE 瓶後直接排至廢水處理場，增加廢水處理量。

2. 改善方法：將 PE 洗瓶後之排出液，製作容器貯存再送至 3 樓塑膠水塔，再由水塔引出至洗奶車使用及各充填線洗車及洗地板使用。

3. 改善重點說明：

3-1. 技術來源：自行改善。

3-2. 處理流程：



4. 改善執行期間：3 星期。

5. 效益及成果：

5-1. 效益：86,734 元

5-2. 投資：4,000 元

5-3. 回收年限：0.6 月

6. 說明及計算：

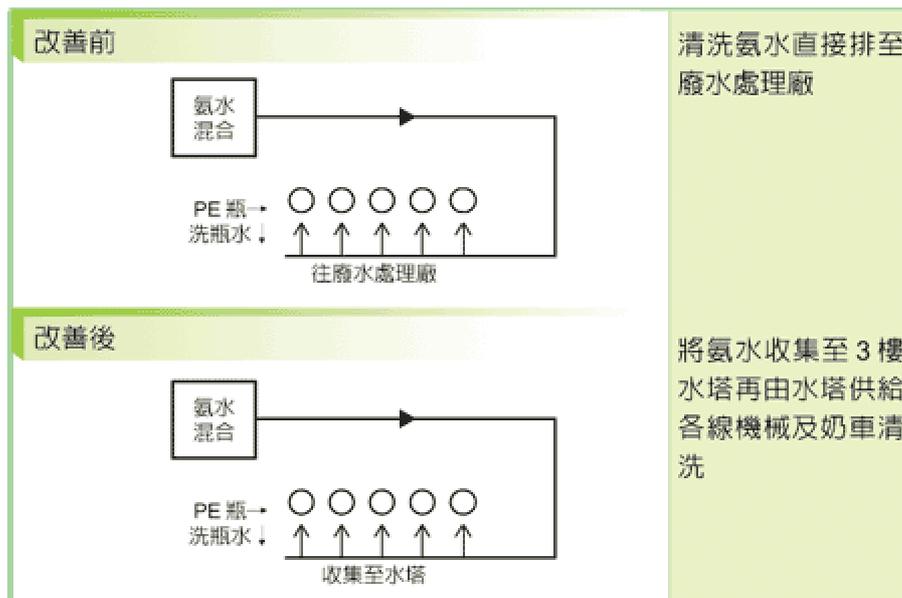
6-1. 降低清水費用：

$1.17 \text{ 噸/H} \times 5 \text{H/天} \times 25 \text{ 天/月} \times 12 \text{ 月/年} \times 11.7 \text{ 元/噸} = 20,534 \text{ 元/年}$ ----年效益

6-2. 減低廢水費用：

$17 \text{ 噸/H} \times 5 \text{H/天} \times 25 \text{ 天/月} \times 12 \text{ 月/年} \times 40 \text{ 元/噸} = 70,200 \text{ 元/年}$ -----年效益

總效益：20,534 + 70,200 - 4,000 = 86,734 元----年效益



▲ 案例 6 圖例

(七) 案例 7 乳品廠頂封冷卻節約用水

1. 改善案由：

1-1. 頂封冷卻以水管平行鑽孔噴灑。

1-2. 以手動閥操作，暫停或異常處理時亦不會停止。

2. 改善方法：

2-1. 平行鑽孔噴灑改為噴霧式噴頭。

2-2. 加裝電磁閥與機台同步運作。

3. 改善重點說明：

3-1. 技術來源：自行改善。

3-2. 處理流程：



4. 改善執行期間：50 天。

5. 效益及成果：

5-1. 效益：56,302 元

5-2. 投資：650 元

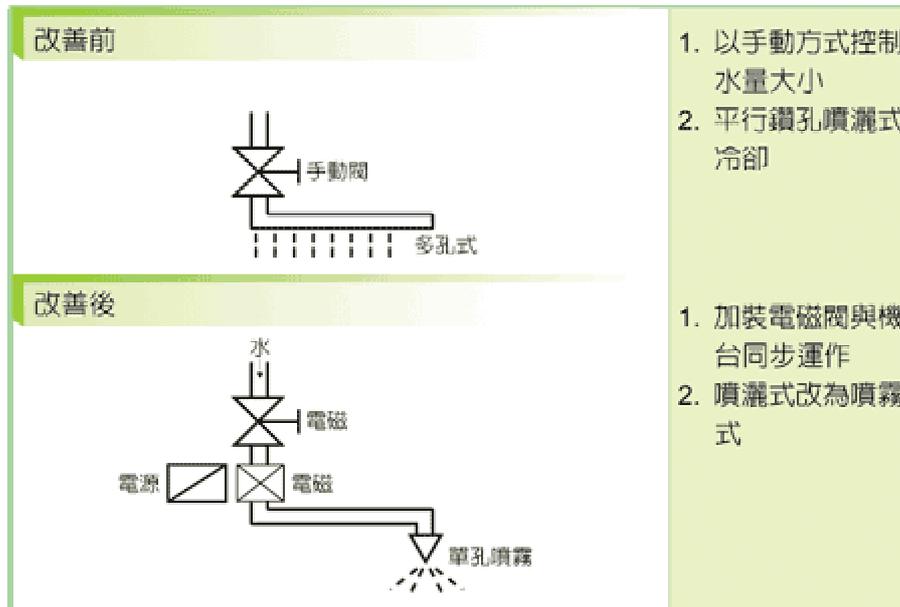
5-3. 回收年限：0.14 月

6. 說明及計算：

改善前每分流量約 10L，改善後為 4L

$(10 - 4) \times \text{每月運轉 } 15,303 \text{ 分} = 91,818 \text{ L}$

91.8 噸×12 月 = 1,101.6 噸-----節省水量
 (11.7 + 40) 元×1,101.6 噸 = 56,952 元--年節省
 56,952 元 - 650 元 = 56,302 元-----年效益



▲ 案例 7 圖例

(八) 案例 8 乳品廠 UHT5 殺菌機熱水回收系統改善

1. 改善案由：

1-1. 現 UHT5 經熱交換後軟水配管回收至 MT 室之 3 噸熱水桶供調配用。
 1-2. 熱交換軟水每小時 8 噸，調配每小時最高用量為 5 噸，造成多餘之軟水自熱水桶 OVER 排到廢水池。

2. 改善方法：將 MT 室 OVER 之軟水導引入 1 噸之水槽內，再利用高低液位器與 5HP 馬達連線，將軟水回收至 3 樓清水桶再利用。

3. 改善重點說明：

3-1. 技術來源：自行改善。

3-2. 處理流程：



4. 改善執行期間：1 年

5. 效益及成果：

5-1. 效益：514,001 元

5-2. 投資：36,876 元 5-3. 回收年限：1.2 月

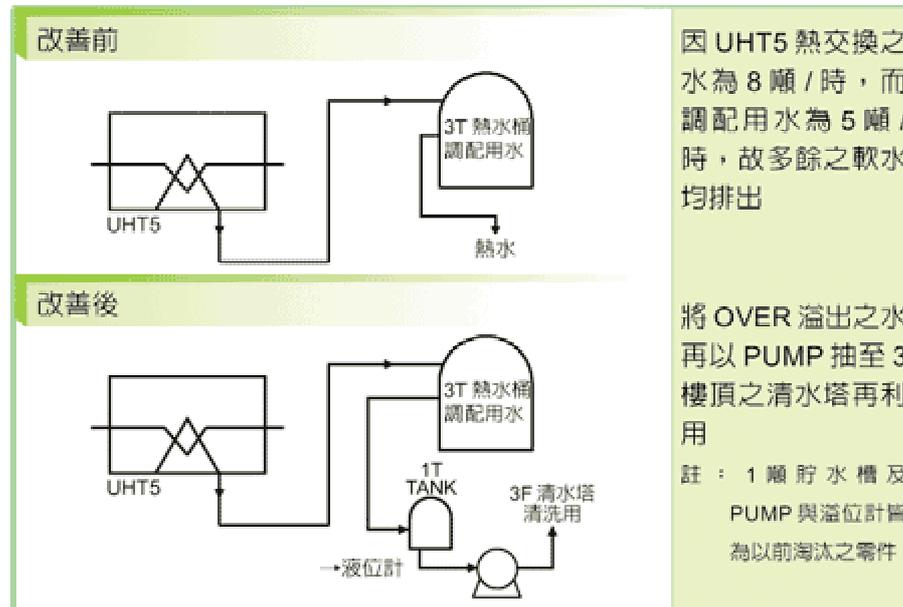
6. 說明及計算：

6-1. 減低清水費用：

36.46 噸/天×25 天/月×12 月/年×11.7 元/噸 = 127,975 元/年----年效益

6-2. 減低廢水費用：36.46 噸/天×25 天/月×12 月/年×40 元/噸 = 437,520 元/年----
年效益

6-3. 總效益：127,975 + 437,520 - 36,876 - 14,618 (電費) = 514,001 元



▲ 案例 8 圖例

(九) 案例 9 乳品廠收乳場所修改

1. 改善案由：

1-1. 收乳場所柏油路面改成水泥路，因場所左高右低。

1-2. 奶車停放後亦左高右低，乳槽傾斜無法抽盡，每車 Loss 20L，司機清洗奶車時就排到廢水池。

2. 改善方法：將場地重新規劃，量取各奶車尺寸，求折衷尺寸適合各車使用。並將前輪處地面墊高 20 公分寬 50 公分之柏油形成斜坡，後輪位置修改成水平。

3. 改善重點說明：

3-1. 技術來源：自行改善。

3-2. 處理流程：



4. 改善執行期間：1 年。

5. 效益及成果：

5-1. 效益：341,070 元

5-2. 投資：21,090 元

5-3. 回收年限：0.7 月

6. 說明及計算：

6-1. 節省生奶費用：

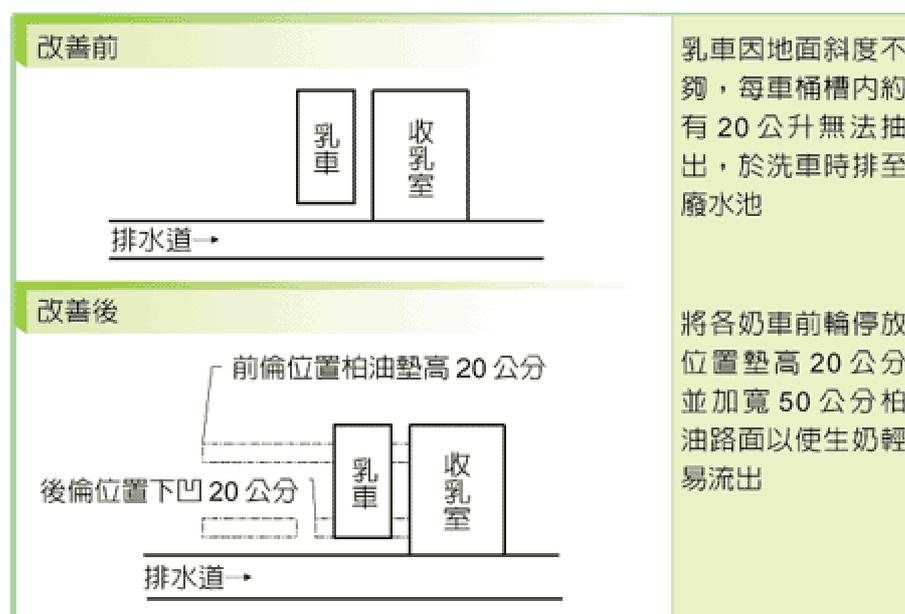
$20\text{L}/\text{車} \times 3\text{車}/\text{天} \times 25\text{天}/\text{月} \times 20\text{元}/\text{L} \times 12\text{月}/\text{年} = 360,000\text{元}$ ---年效益

6-2. 減低廢水費用：

$(60\text{L}/\text{車} \times 3\text{車}/\text{天} \times 25\text{天}/\text{月} \times 12\text{月}/\text{年}) / 1,000 \times 40\text{元}/\text{噸} = 2,160\text{元}$ --年效益

6-3. 總效益： $360,000 + 2,160 - 21090 = 341,070\text{元}$

7. 圖例



▲ 案例 9 圖例

(十) 案例 10 飲料廠降低溶糖室清水使用量

1. 改善案由：

1-1. 清洗時間過長不易控制，致清洗過濾機用水量大。

1-2. 清洗用水量不易控制，致清洗用水量大。

1-3. 冷卻水管串連，致 PUMP 冷卻用水量大。

2. 改善方法：

2-1. 在自動閥上加裝一套計時器。

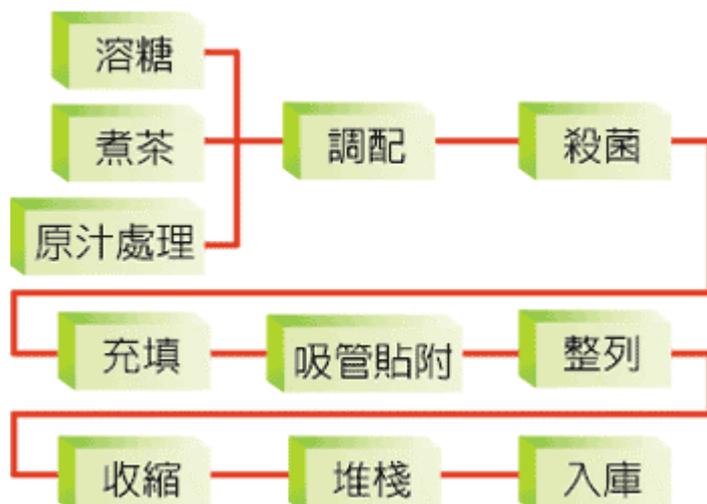
2-2. 水管出口處裝止水量控制器。

2-3. 冷卻水管加裝 2 個 VALVE。

3. 改善重點說明：

4. 改善執行期間：5 個月。

5. 效益及成果：



5-1.效益：88,880 元/年 5-2.投資：10,000 元 5-3.回收年限：0.16 年

6. 說明及計算：

清水使用量 16.5 噸，降至 10.1 噸

6-1. 每日節省清水量 6.4 噸，每日生產 25 天，清水每噸 11.5 元

清水減量效益：6.4 噸/日×25 天/月×12 月/年×11.5 元/噸 = 22,080 元/年

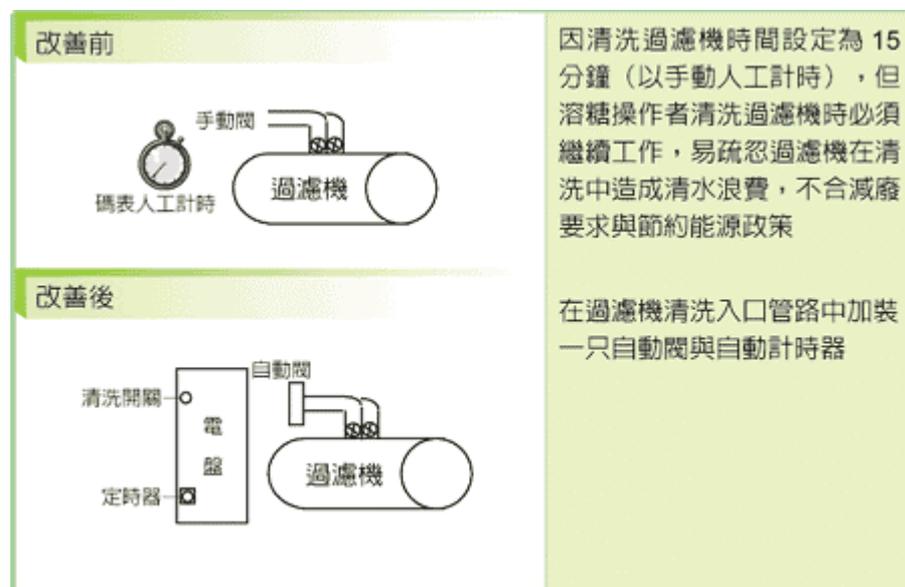
6-2. 每日減少廢水處理量 6.4 噸，每噸處理費 40 元

廢水減量效益：6.4 噸/日×25 天/月×12 月/年×40 元/噸 = 76,800 元/年

6-3. 總實施費用

自動閥 + 計時器 + 水量控制器 = 6,000 元 + 3,000 元 + 1,000 元 = 10,000 元

年效益：上 1 + 2 - 3 項目 = 22,080 + 76,800 - 10,000 = 88,880 元/年



▲ 案例 10 圖例

歐陽嶠暉教授在「釜底抽薪解決缺水之夢魘」一文提到，第二水資源的開發，宜列為未來水資源開發的重點，並可配合政府推動污水下水道建設，將污水處理水做為第二水資源。統一企業公司多年來即已致力於放流水之回收利

用，中壢總廠將放流水加氯消毒後用於廠區廁所及澆花，平均 1 年可節省 16,000 噸用水；楊梅總廠利用飲料廠洗瓶之殺菌水（排入廢水處理場前回收）做為廁所、馬路之沖洗，平均 1 年亦可節省 12,000 噸用水，總效益 1 年可達 62 萬元。

六、結論與建議

在不影響產品品質之前提下，用水的合理化與回收再利用不僅容易著手，而且效果立即可見，唯若改善案牽涉工程技術、製程技術或有影響產品品質及工安環保之虞時，則建議籌組一專案小組運作，集思廣益，審慎評估，或就教於專家、學者及參考成功者之經驗，則問題往往較容易克服。

經濟部水資源局（即水利署前身）於多年前即已全面推動「愛護水資源」、「節約用水」的政策，並採取多項措施付諸實施，目前已有相當可觀的成果，惟在推動過程中，發現有兩大因素必須克服才能迅速有效達到目標，其一為一般人誤認為水是大自然的產物，「取之不盡，用之不竭」，自來水是「自來」的水；另一為台灣自來水水價過於低廉，如表 4 世界各國水價比較表所示，這兩大因素，使得台灣地區部分居民及工廠用戶，對於政府推行節約用水措施，未能積極主動熱心參與。

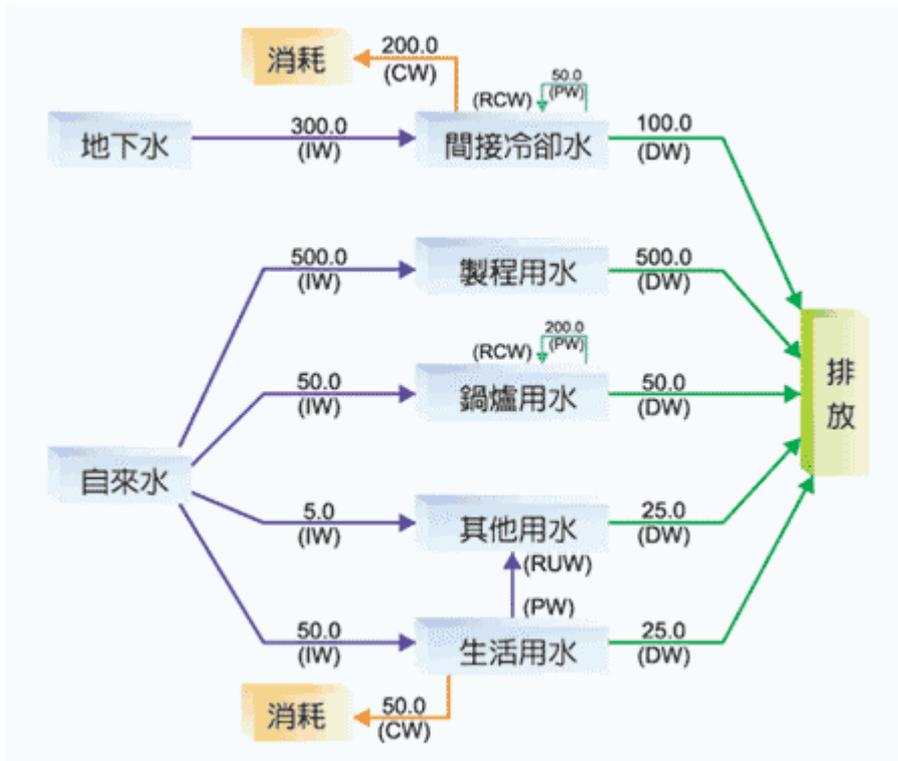
國家 (城市)	平均水價 (新台幣元/度)
1. 日本(東京)	46
2. 日本(全國)	42
3. 香港	15-36
4. 新加坡	17
5. 紐西蘭	16
6. 土耳其	20
7. 比利時	65
8. 丹麥(哥本哈根)	128
9. 法國	79
10. 英國(倫敦)	20
11. 西班牙(馬德里)	28
12. 西班牙(巴塞隆納)	48
13. 荷蘭(阿姆斯特丹)	50
14. 荷蘭(海牙)	53
15. 台灣省	9
16. 台北市	7.7

資料來源：經濟部水利署，節約用水季刊第6期，86年6月

▲ 表 4 世界各國水價比較表

水利署亦表示，目前水價只能反映維護管理成本，今後水資源必須完全由使用者付費。新制的水價計費將依照使用類別區分為民生、工業、商業等用水，擬定不同的收費標準。環保署亦預計在明（92）年 7 月 1 日起分階段開徵水污染防治費，藉徵收水污費為污染減量的經濟誘因之一；依據其費額計算方式，統一企業公司預估未來每噸排放水須負擔 0.4-0.5 元之水污費。

「有水應當思無水之苦」，在台灣地區可利用的水資源越來越缺乏的情況下，我們已面臨了最嚴重的缺水危機，因此，面臨高水價來臨之時代，各行各業皆需共同珍惜水資源，努力節約用水以解除缺水之危機。



▲ 附件 1 水平衡圖製作

七、參考文獻

1. 經濟部科技研究發展專案計畫，工業用水合理化利用技術發展 5 年計畫，「台灣地區 83 年工業用水調查分析成果彙編」，經濟部技術處，PP.2-23，民國 86 年 5 月。
2. 節約用水宣導與技術服務團，「效率用水管理手冊」，經濟部水利署，PP7-18。

3. 「能源技術手冊」，統一企業公司能源委員會，PP1-1-1.1-6-1。
4. 「楊梅總廠工業減廢專輯」，統一企業公司，PP7.8，25.68，民國 84 年。
5. 江慶霖，「影響節約用水的兩大因素」，節約用水季刊，經濟部水利署，PP26.29，民國 86 年 6 月。
5. 吳惠如，「水源開發成本與水價關聯之研究」，合理用水與造水技術研討會論文集，PP41.45，民國 86 年 3 月。
6. 盧文俊、杜培欣，「台灣地區工業用水現況調查分析」，合理用水與造水技術研討會論文集，PP185.200，民國 86 年 3 月。
7. 歐陽嶠暉，「釜底抽薪解決缺水之夢魘」，工安環保報導第 8 期，PP14，民國 91 年 4 月。

所謂水平衡原理，就是指一個用水單元的輸入水量的和等於輸出水量之和，簡單的說就是一個用水單元所「收入」的水量應該等於「支出」之水量。因此，如果「用水單元」為一台設備，就叫做設備水平衡；「用水單元」為一個工廠，就叫做工廠水平衡。依據工廠水平衡原理配合各種用水效率考核指標的計算，可做為工廠效率用水管理工作上的參考。

1. 總用水量 (GW)：乃指工廠生產過程原始取水量和重複利用水量之總和。
2. 原始取水量 (IW)：乃指取自工廠內外任何一水源，被第一次利用之取水量。

一般包括自來水 (民生系統或契約供給系統)、地下水、河川引水、海水、其他 (雨水貯留....等)。

3. 重複利用水量(RW)：經過處理或為未經過處理繼續在工廠中使用之水量，包括循環水量與回用水量。其總量應該包括：冷卻循環水(Cooling Recycling)、鍋爐蒸汽冷凝回用水(Boiler Reuse)、製程回用水(Process reuse)與逐級利用回用水(Cascade Reuse)。
4. 循環水量(RCW)：在同一個製程單元內水的再利用，不論有無經過處理都稱為循環利用。
5. 回用水量(RUW)：屬於跨製程單元的再利用，不論有沒有處理均稱為回收利用。
6. 產水量(PW)：產水單元輸出可重複利用水量到本身或其他用水單元。
7. 消耗水量(CW)：乃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。
8. 排放水量(DW)：乃指排出工廠之水 (廢水)。