

溫泉管理新趨勢 循環淨化高效能

溫泉循環淨化

觀念導正與操作管理要點

工研院能環所/溫子文、陳仁仲、詹舒斐

一、前言

台灣溫泉資源遍佈全省，除澎湖、雲林少數地區沒有發現溫泉徵候外，其餘依據記載者約有 130 處；近年來隨著國民所得提高，休閒時間增加，相對的對休閒養生的價值觀亦隨著改變，對於溫泉供作休閒療養使用的需求性大增，有鑑於此，行政院於民國 88 年 5 月核定行政院觀光發展推動小組所研提之「溫泉開發管理方案」，作為溫泉開發利用與管理之依據；但是溫泉畢竟不是取之不竭的資源，隨著溫泉觀光業的發展，溫泉旅館林立，溫泉的需求也因大增，尤其星期假日，溫泉水量供不應求衍生了假溫泉、溫泉不當再用、溫泉不當稀釋、泉質衛生（生菌數過多、退伍軍人症菌屬等）、泉質劣化等問題；民國 92 年 6 月 3 日經立法院三讀通過的「溫泉法」除了對於溫泉水權登記、溫泉取供事業、溫泉使用事業、溫泉區的設立、開發、經營及其管理等層面，奠定了法制上的基礎規範外，更重要的是規範了溫泉水資源永續利用的策略，使溫泉產業能永續經營生生不息。

溫泉資源既然不是取之不盡用之不竭，就必需透過科學的技術與管理方法使溫泉資源發揮更大的效用，國外常用的科學方法就是溫泉循環淨化技術，以降低溫泉的換水頻率與溢流量，減少溫泉損耗水量，同時達到提升溫泉水質潔淨度的目的；不過由於部分溫泉業者、消費者乃至學者似是而非的觀念，再加上媒體未經釐清的報導，造成社會大眾對溫泉循環淨化的許多誤解；究竟什麼是溫泉循環淨化？什麼是回收利用？循環淨化與慣用之溢流式淨水何者為優？溫泉循環淨化與廢 / 污水處理設施之差異？溫泉循環淨化常見之弊端？溫泉循環淨化之操作管理措施均將在本文中敘述，希望可做為政府相關部門、業界及消費者之參考。

二、何謂循環淨化

即日本行之有年的循環式浴槽，日本溫泉區的一日遊溫泉設施、大眾澡堂、旅館、飯店等通常都使用如圖 1 所示的方式來提供用水，包括流放式與循環過濾式，浴槽溫泉之循環方式又可分為 (1) 側壁吐出、底面還水方式（圖 2）、(2) 側壁吐出、溢流還水方式（圖 3）。

(1) 側壁吐出、底面還水方式

為由浴槽底部將浴槽水吸入過濾循環環境化系統，再將過濾、消毒後之淨化溫泉由浴槽側壁送還浴槽內的一種方式。

(2) 側壁吐出、溢流還水方式

浴槽邊緣將溢流水收集過濾後，再由浴槽內之側壁或底面將水注入之方式；具有溫泉豐富流動的視覺效果，並可去除浴槽表面的浮遊物，為一兼顧節水目的的循環方式；本方式在日本常被使用，但應注意不可將浴槽外其他排水混合使用。

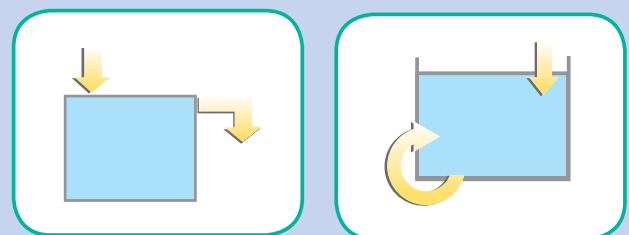


圖1 傳統供水方式

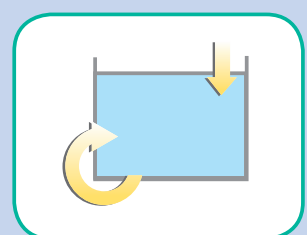


圖2 側壁吐出底面還水方式

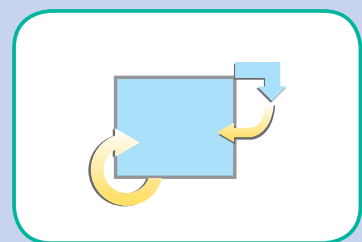


圖3 側壁吐出溢流還水方式

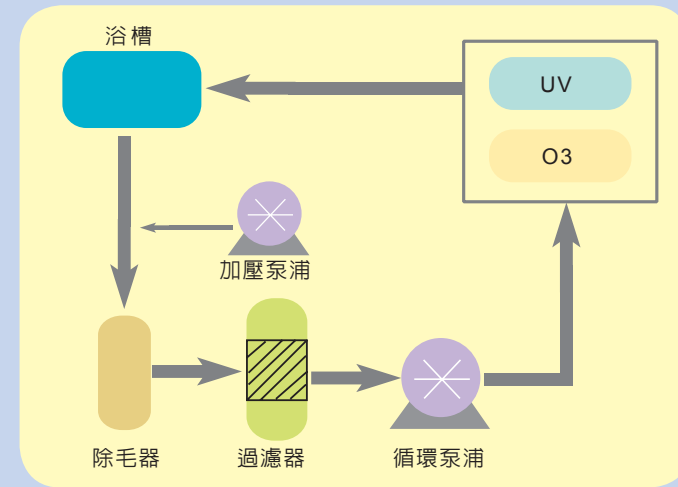


圖4 循環過濾系統的主要處理單元

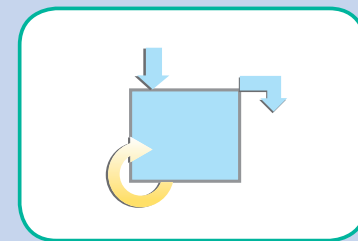


圖5 循環淨化與溢流式淨水並用

一般來說、如果溫泉的水量豐富則會採用流放式，以降低設備費用，但是為了達到淨水的目的，因應溢流的補水量是十分驚人的；近日由於意識到溫泉並非取之不盡用之不竭的資源，循環過濾方式在日本已逐漸成為趨勢，以達到珍惜溫泉資源及維繫永續經營的目的。

日本自 1950 年代開始，由都市的大眾澡堂率先採用循環過濾方式，並以氯化物藥劑來殺菌消毒，結果證明循環過濾方式的水的濁度和細菌數量都比以前的流放式有改善，自此循環過濾系統便快速的普及，並被廣泛使用在溫泉區的設施上。循環過濾系統的主要處理單元如圖 4 所示，包括集毛器、循環泵浦、消毒裝置、過濾器、加熱器（熱交換器）、循環配管及水質水量監控設備等；浴槽內的溫泉水藉由馬達的動力由底部抽水，經過除毛器、過濾設備、加上殺菌設施後再送回浴槽的方式，過程中由於泉溫會下降，故在中途會設加熱器；此外，也有將溢流水處理後再回用的系統，雖然更能節水，不過用水風險相對較高，需要有更完善的處理設施。

三、循環淨化與一般所謂回收利用有何差異

就字面意義而言似乎十分接近，但是就其內涵的意義而言，差別是很大的；回收利用強調的重點是利用，依用途別來決定是否設置水處理設施，只要能滿足回用端的要求，甚至可以不設置任何水處理設施；而循環淨化強調的重點則是淨化，利用淨化的方法或技術提昇水質潔淨度，並維持潔淨度的持續期間，以降低補水量與換水頻率，達到節約溫泉資源並兼顧衛生安全之目的，故此溫泉循環淨化，不但要有適當的水質淨化設備，更要有完善的管理制度；一般消費者甚至溫泉業界極易將循環淨化與回收利用混為一談，更由於有部分業者並未設置循環淨化設施，但為了填補不足的溫泉，將未淨化的浴槽溢流溫泉直接回收利用，造成了消費者對溫泉循環淨化不正確的負面印象。

四、循環淨化與慣用之溢流式淨水何者為優

如果溫泉資源十分豐富，溢流式淨化當然是一種最沒有爭議性的溫泉淨化方法，但是隨著溫泉觀光產業的興起，溫泉業界競相投入各式水療、SPA 健康養生設施及大規模的室內室外湯池，溢流式淨化無論是水質或水量都勢必無法滿足需求；尤其是星期假日湯池使用人次或頻率高時，單靠溢流淨化，水質的潔淨度是有理由被懷疑的；循環淨化則可解決這個問題，雖然部分人士仍存在著經過循環就不是好溫泉，循環過的水較不衛生等校枉過正的觀念，其實設置了循環淨化設施的湯池，在完善的管理營運下，不但水質較溢流式淨化淨化更為可靠，也能解決溫泉水量需求日增的問題；為了兼顧水質安全及有效應用溫泉資源，採取循環淨化與溢流式淨水兩者並用的處理方式應該是最適宜的，其概念如圖 5，將溫泉水由底部抽取經淨化處理及滅菌後，再由浴槽側面補入，浴槽水則仍維持溢流的機制，只是溢流量，可以減少很多，這股溢流水是不回收利用的，如此除了有溢流式的優點外，由於多了一道如同游泳池的循環淨化設備，等於為消費者多加設一道安全防線，這樣的設施無論在維持潔淨的水質、有效利用溫泉資源及兼顧消費者的使用心理都能顧及。

五、循環淨化國內外利用狀況

國內溫泉業界對溫泉循環淨化系統採用率極低，相關廠商缺乏系統整合與規劃之經驗或能力；即使設置了循環淨化設施，不是設計不良，就是管理不善，不但無法發揮預期的泉質淨化效果，甚至還會成為藏污納垢之場所；使這些溫泉軟硬體設施的規劃與管理，能逐步踏入正軌的規範與制度，是相當缺乏的；反觀國外，如日本幾乎百分之七十 (2003 年日本大手旅行業者調查資料) 的溫泉都採用回收循環系統，循環過濾淨化溫泉不同於直接回用溫泉，雖然有人覺得不是原湯就是不潔，但事實上溫泉經嚴格的循環過濾，將使溫泉在使用過程更乾淨更安全 (目前業界普遍以溢流法保持水質乾淨，但僅上層的水不斷溢流，其實無法保證水質乾淨)，溫泉資源的使用也更有效率，是溫泉開發的先進國家如：德國、紐西蘭、日本等普遍使用的方式；政府於推動溫泉永續經營策略時，欲使有限的溫泉資源發揮更大的使用效果，循環淨化為必然趨勢，隨著溫泉淨化系統的設置，上述的問題也將一一顯現，這是我們無法忽視的。

六、溫泉循環淨化與廢/污水處理設施之差異

溫泉循環淨化與廢/污水處理設施最大的差異在於前者除了考量乾淨度外更須顧及維持泉質原有的健康保健特性，而廢/污水處理設施則以避免或降低環境衝擊為首要考量，其處理的目標水質以符合環保署相關規定即可，雖然處理方式很多但相較溫泉循環淨化顯然單純多了；溫泉循環淨化技術為了達到淨化並不破壞泉質原有的健康保健特性，換言之，也就是『棄其當棄，留其當留』，看似簡單卻是水處理業十分艱辛的挑戰，舉例來說，滅菌就廢/污水處理而言是一件單純的事，但是對溫泉循環淨化就是一項尚待克服的難題，慣用的氯系消毒以及臭氧滅菌，嚴格講起來都是不適用的，因為「它」滅了菌，也劣化了泉質，泡湯時更可能傷害了人體。

七、溫泉循環淨化常見之弊端

溫泉循環淨化常見之弊端可分成兩大類：

1. 循環淨化設施規劃設計不當：

水處理公司以慣用的廢/污水處理設計理念與經驗規劃設計溫泉循環淨化設施，結果該去的沒去掉，該留的沒留下；例如：為了去除色度或濁度，採用活性炭、錳砂、膜過濾等方式，結果把泉水中珍貴的礦物質去掉了，成了超乾淨的自來水；或者未考慮泉質特性，採用不當的滅菌方式，不但沒有滅菌效果，反而可能在泉質中產生致癌物，這些都是值得我們警惕的。各種滅菌方法比較如表 1 所示。

2. 操作管理不當：

溫泉業界一般缺乏專業的水處理管理專員，而且循環淨化設施都設置在不為人所注意的「冷角落」，再加上負責此項業務的人員通常身兼數職十分繁忙，所以往往導致循環淨化設施乏人照顧，原為淨化水質的淨化設施，因為營管不當，反而成為汙染滋生的源頭。

八、溫泉循環淨化處理設施之發展趨勢

針對溫泉循環淨化設施在使用上的缺失，在技術上除了泉質淨化的基本要求外，更重視維持泉質並防止泉質老化的技術開發與應用，非加藥系滅菌技術更逐漸成為主流；在管理面則以無人化的遠端監控系統替代人力，以專業式的集中管理，避免人為疏忽，並降低管理成本。圖 6 為整合自動監控系統的客製化組裝式溫泉循環設施。

九、溫泉循環淨化處理設施之操作管理

1. 泉質管理

(1) 泉質標準

- A. 原泉泉質標準
- 原泉、原水、起身沖洗用水水質標準
 - a. 色度需在 5 度以下。
 - b. 濁度需在 2NTU 以下。
 - c. 氫離子濃度必須在 pH 值 5.8 到 8.6 之間。
 - d. 過錳酸鉀的消費量需在 10mg/L 以下。
 - e. 50mL 中不得有大腸桿菌被檢驗出來。
 - f. 不得有退伍軍人症屬菌被檢驗出 (小於 10cfu/100mL)。

- B. 浴槽內泉質標準
- a. 濁度需在 5NTU 以下。
 - b. 過錳酸鉀的消費量需在 25mg/L 以下。
 - c. 大腸桿菌群需在 1 個 cfu/100mL 以下。
 - d. 不得有退伍軍人症屬菌被檢驗出 (小於 10cfu/100mL)。

(2) 檢測頻率

浴槽水等之水質檢查依循環式浴槽之形態整理如表 2，依規定各式檢查表格與記錄需保存 3 年以上。

消毒方式	用 法	優 點	缺 點
氯消毒	注入游離氯濃度2~6mg / L	● 方法成熟。 ● 濃度易於使用端檢出 ● 可採用自動濃度管理	● 對機器・配管具腐蝕性 ● 可能產生三氯甲烷 ● 有氯鹽的臭味 ● 滅菌效果因泉質而異
高溫殺菌	加熱至70℃以上	● 價格便宜使用容易	● 耗能 ● 具熱傷之潛在危險
紫外線照射	40℃以下之水流適用	● 設置容易	● 可能僅為局部消毒、無殘留效果
臭氧殺菌	注入濃度1~2mg / L	● 可瞬間殺菌對濾過性病毒亦具抑制作用	● 費用高、大都為局部消毒、無殘留效果 ● 機器・配管有腐蝕之影響 ● 空間需求較大 ● 臭氧為有毒氣體 ● 殘氧需設置去除設備
銀離子殺菌	水流中設置銀 / 銅電極、利用荷電產生銀離子與銅離子	● 具殘留效果 ● 設置容易	● 缺乏基礎資料 ● 電極結垢時、效果會降低

表1 水處理滅菌方式比較



圖6 客製化溫泉循環設施

區分	檢查次數 (一年)
未使用循環過濾裝置的浴槽水	1次以上
連日完全換水型循環浴槽水	1次以上
連日使用型循環浴槽水	2次以上

表2 各式浴槽檢測頻率

2. 衛生管理要項

近年來的入浴設施，爲了節省用水多採用以過濾器爲中心的系統設備。這套系統由過濾器、儲水槽（暫時儲留熱水用）、連結用配管等形成一套複雜系統。此外更加設了一些溫泉水利用設施，除了要製造泉量豐富的氣氛以外，爲了吸引顧客露天溫泉、水打浴、水療按摩浴（Jacugg）等保健養生設備也成爲必要設施；有關這些設備的衛生管理都需要十分謹慎，才能避免退伍軍人症的發生。

污染浴槽水的微生物來自於入浴使用者的皮膚表面、塵土或露天溫泉。設有蓄水槽的溫泉設施就很容易受到微生物的污染，所以這些設備必須在設計上讓塵土不容易進入，並需經常清掃及消毒。

由於不斷有入浴者帶入有機質，所以浴槽水可以說是充滿了養份，很適合微生物在過濾器、浴槽、水管內壁寄生和繁殖；此外，因爲菌體表面有生物膜保護，所以單靠外界加與的不利條件，如：以用氯化物等的殺菌劑來消毒浴槽水，並沒有辦法防止退伍軍人症屬菌等微生物的繁殖；浴槽水不只要經常消毒，還需要時常防止成爲該細菌支持體的生物膜之發生，如果發現有生物膜產生，應立刻將生物膜洗淨清除。

水療按摩浴、水打浴等設備所產生的水霧（Aerosol）是感染退伍軍人症屬菌的原因之一，管理單位應加強管制，儘量避免將使用過的浴槽水、沖打浴用水重複利用於水療按摩浴、泡澡浴等，如此才能減少退伍軍人症屬菌感染的機會。

3. 設施、設備注意要項

(1) 設置過濾器時、過濾器內需有以下構造及設備。

a. 過濾器每小時的過濾能力需大於浴槽的容量、並且還要有如逆向洗淨等排除過濾器內污物、污泥的結垢，在過濾器入口應設置毛髮捕集器以避免毛髮混入過濾器內。

b. 不能把加入浴槽的原泉入口接到連接浴槽和過濾

器間的循環用水管（以下簡稱循環水管）上、必須設計成從浴槽的水面上加入。

c. 循環過濾過的水必須從浴槽底部附近加入、以免誤飲及水霧（Aerosol）的產生。

d. 消毒浴槽水用的氯化物系藥劑的注入或投入口需設置在浴槽水進入過濾器的前一段。

(2) 沖洗浴以及淋浴（Shower）等設備的用水不得使用循環過濾水。

(3) 要在浴槽內設置氣泡發生裝置、噴射（Jet）裝置等能產生微小水粒的裝置（以下稱爲氣泡製造裝置）設備時，必須注意設計結構，避免塵土由空氣進入口吸進。

(4) 室內浴槽跟露天溫泉間不得有水管相連。

4. 循環式浴槽之構造上的問題與檢查要點

循環式浴槽之過濾器、消毒裝置爲維持其設計功能，以下之要點必須注意

(1) 循環溫泉之吐出口必須設置於浴槽的水面下

循環溫泉之出水口位置必須低於浴槽，浴槽槽體與配置必須避免溫泉水產生滯留現象；循環溫泉之出水口高於浴槽水面之設計在旅館、水上娛樂施設之浴場經常可見，被誤認爲新鮮溫泉而飲用或產生易導致退伍軍人症感染之霧氣現象也常常發生。

(2) 不可採用循環溫泉水做爲敲擊式按摩溫泉水柱之水源

利用溫泉水柱由上而下沖擊身體，可具有按摩的效果，但所需的溫泉量也大，在日本除了少數溫泉資源特別豐富的地區外，一般都直接由浴槽抽取循環使用，較易有導致退伍軍人感染的危險。

(3) 若使用氣泡發生裝置時需更強化管理

目前氣泡浴、超音波、水柱噴射等設備，由於兼具娛樂與保健效果，頗受歡迎，幾乎成爲溫泉業之標準配備；不過由於易產生飛霧狀水氣，退伍軍人屬菌亦有隨之飛散的可能，應強化管理，最好能指定專責專業管理人員負責操作維護。

(4) 浴槽補給水或補給溫泉之配管不得與浴槽循環配管直接連接

浴槽溫泉由於入浴者之浸泡溢水、補水溢流、蒸發逸散等原因必須補入新水（溫泉），浴槽補水時務必由浴槽水面上部流入浴槽，並避免浴槽補水管產生逆流；浴槽循環配管與給湯配管、給水配管不得直接接續，即使裝置逆止閥，由於並無法百分之百排除細菌等污濁物質之逆流，故並不被建議使用。

(5) 浴槽溢流回收槽需定期清掃

設置之主槽應考慮清掃之容易度，底部最好是架空式，並預留空間。

(6) 溫泉水之貯湯槽應經常維持管理。

設置貯湯槽體時，爲避免退伍軍人屬菌的繁殖或混入，湯溫應維持在 60℃ 以上，槽體需設有與外氣遮斷之設施，並經常清掃及檢查是否有破損之處。

5. 循環式浴槽之維護管理注意要項

(1) 過濾器之維護管理

不論濾材的種類爲何，爲避免過濾裝置本體成爲退伍軍人屬菌之供給源，須每週消毒 1 次，並啓動逆洗裝置將污染物排出。

(2) 循環配管之維持管理

循環配管的內壁易產生生物膜（biofilm），成爲退伍軍人屬菌的溫床，故此每年至少一次，徹底消毒循環配管，以除去生物膜。

生物膜之除去方法如：

過氧化氫消毒：過氧化氫（2～3%）與有機物反應後，會有發泡現象，以物理方式將生物膜剝離、除去，同時亦具有強力的殺菌作用。

氯鹽消毒：利用包含高濃度有效餘氯的溫泉水，在配管中循環以達到殺菌目的；餘氯濃度爲避免對循環系內的配管等產生腐蝕，以 5～10mg/L 左右較爲適當；在上述狀態下，浴槽水經數小時循環後，氯逐漸侵入生物膜，並破壞微生物之細胞膜而溶出蛋白質、多醣類等，故浴槽水會有混濁、發泡現象；不過，一般時段浴槽水中之遊離殘留氯濃度都維持在 0.2～0.4mg/L 之間，既可防止微生物的繁殖，亦可避免高

濃度時之發泡現象。

不過在美國、澳洲爲防止浴槽水中包含退伍軍人屬菌的微生物的繁殖，強調殘留氯濃度應維持在 4～5mg/L，且營業終了時，須每日以濃度 10mg/L 的氯鹽處理 1～4 小時。

加溫消毒：以 60℃ 以上的高溫水，循環於管路間，以達殺菌效果，但應注意循環系之材質須能抗熱、防蝕而不致劣化。

(3) 消毒裝置之維護管理

須經常確認藥液槽之藥劑量，不可疏於補給；每日確認送藥 pump 是否正常運作？注入閥門之噴嘴是否堵塞？是否有空氣混入其內導致藥液無法正常輸送？一般經常使用的市售次氯酸鈉溶液，其有效氯濃度約爲 12%，但直接使用易使噴嘴產生堵塞，故通常均稀釋 5～10 倍後再使用。

(4) 集毛器之維護管理

集毛器之清掃洗淨須每日執行，理由與過濾器相同，集毛器本體也是退伍軍人屬菌的供給源，清掃洗淨時，最好以氯鹽系藥劑或過氧化氫溶液等將集毛部、內部徹底清掃。

十、結語

1. 隨著溫泉觀光業與溫泉養生保健觀念的興起，溫泉的需求愈來愈大，但是溫泉畢竟不是取之不竭的資源，若欲使溫泉產業能永續經營，浴槽導入溫泉循環淨化系統已成爲必然趨勢。

2. 循環淨化系統的功能與游泳池及水族箱所設置的淨水設備一樣，乃在不影響水質的前提下，強化溫泉泉質的乾淨度，有別於以降低環境衝擊爲目的的廢污水處理技術，更遑論完全不處理就回收的「草莽式」回用。

3. 國內水處理公司對溫泉循環淨化的規劃設計經驗仍須加強，相關管理辦法、規範及泉質、人員認證制度亦待建立。



水資源明日之星

機能水的節水妙用

工研院能環所/詹舒斐、溫子文、陳仁仲

機能水是甚麼??

所謂水的機能化，顧名思義乃藉由物理或化學的分式來突顯水的某種特定功能，比如改變水的pH值，氧化還原電位(ORP，Oxidation Reduction Potential)，水分子團(Cluster)大小等，來促進其洗淨能力、殺菌效果、甚至是生物體的吸收滲透力等，日本造水中心乃根據這個主題作了一系列的研究跟調查，將機能化水依據它的處理方式、水的性質變化及應用加以分門別

類，整理出來的結果如表1所示。

由表 1 我們可以得知使水機能化之處理方式主要有外部水質控制技術、水質過濾技術與水質加工技術等。舉例來說：電解水與超臨界水屬於第 (1) 類，利用濾材微溶出特性及選擇性濾除水中有害物質，保留有益物質則屬於第 (2) 類，一些壽命有限的活性物質及金屬離子則歸屬於第 (3) 類。

為甚麼使用機能水可以節約用水??

機能化水基本上是一種環境友善的處理或者應用方式，它的優點主要是可以省水、省藥劑、天然無害甚至是可作為保健用途。如果從整個產品的使用生命週期來看，使用機能水除了可以節約用水外，由於末端排放水是低化學藥劑殘留甚至不含化學藥劑，因此具有保護天然水資源、環境保護的積極意義，若將焦點放在省水的議題上，則機能水具有下列幾個特點：

機能水的水質特性有其時效性，在作為特定用途後其水質通常會在短時間內回復一般水質特性，例如電解水的氧化還原電位、pH 值與餘氯會隨著時間遞減，這種低殘留 / 無殘留特質意味著使用機能水，有別於添加長效型藥劑、高濃度藥劑或有害藥劑所造成的後續廢水處理問題及對環境的衝擊，可以有效的降低廢污水處理成本，並且使排放水回收再利用的困難度大大的降低，也就是提高了水回收再利用的可行性，提高用水效率，減少原水的消耗量及廢 / 污水排放。

機能水的特定功能來自外加能量，添加或產生氣體，經天然素材吸附或溶出微量物質，無需額外添加化

學藥劑，這種特質使機能水在作為清洗劑時，大量降低了被清洗物體表面之藥劑及雜質的殘留，因此可減少後續以超純水或去離子水作最終淋洗 (rinse) 時的消耗量，清洗過的排水也因為污染物濃度降低，增加了回收再利用的可行性。

機能水的節水案例

誠如表 1 所示，機能水的種類及應用範圍相當廣範，舉凡電解水、臭氧水、氫水與磁化水在各自之應用領域皆可以節約用水、保護水資源及降低有害藥劑使用量之功能。本文受限於篇幅將先介紹電解水造水技術在食品、農業、醫療、工業以及未來溫泉產業之應用與發展趨勢，容日後再詳加說明其它機能化造水技術。

電解水是目前應用最為廣泛，製造技術也較為成熟的一種。依其電解方式分為隔膜式與無隔膜式，依其作用又可分為強電解水與弱電解水，各有不同的用途。一般來說弱電解水大都應用在飲用、食物清洗浸泡及與人體或動物接觸之消毒等，強電解水則在工業、農業及醫界之器材消毒、清洗較多。

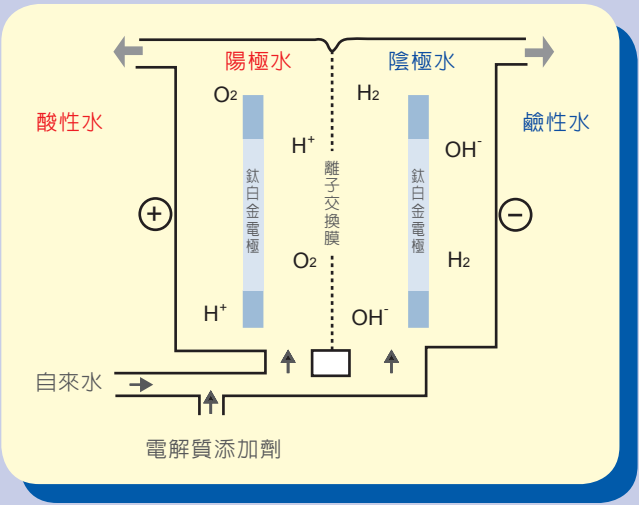


圖1 電解水的應用原理



圖2 電解離子水洗淨機

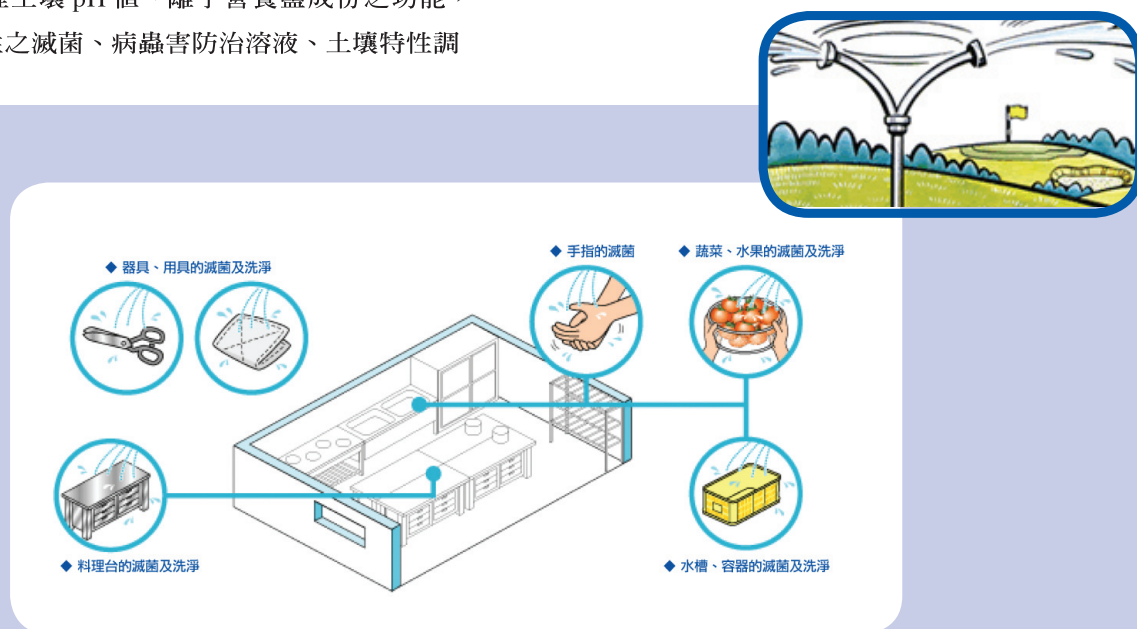
表1 機能水的分類及應用

● 食品料理：諸如蔬菜、水果、廚具、料理台、容器、手指等的滅菌清洗，無需額外使用化學藥劑，電解酸性水由於其特性溫和且無藥劑殘留之顧慮，因此對人體以及環境都具有正面的效益。雖然在經濟考量方面其初始設備成本較高，但相對於藥劑之消耗成本與污水之處理成本而言，以長期之效益考量電解酸性水仍是較佳之選擇。

● 農業的除菌澆灌：利用電解原理，可以改變水的氧化還原電位及其他水質特性，使產水具有滅菌、防病蟲害及調理土壤 pH 值、離子營養鹽成份之功能，產製無殘留性之滅菌、病蟲害防治溶液、土壤特性調

理溶液。諸如果園、高爾夫球場、溫室有機栽培等都可應用該項技術。使用電解酸性水替代傳統農藥及化肥，除了可以降低農業生產使用藥劑的成本外，生產安全無殘留的蔬果、改善農地土質以及維護生產者的健康是更積極的意義。由於農產品的高品質化，相對的也提高了農產品的價值，提高農地的生產效益。

● 醫療的滅菌消毒：醫院使用強酸性電解水來取代消毒藥劑，作為滅菌消毒的案例見表 2 的詳細案例說明，其中除了可以作醫院環境、使用器皿的消毒洗淨



實例	治療的應用
病床、牆壁、走廊的清掃	皮膚潰瘍的洗淨及治療
手指的消毒	皮膚病的洗淨及治療
醫療器具的洗淨、消毒	創傷、燒燙傷、糖尿病皮膚壞死的洗淨及治療
醫療儀器(內視鏡等)的洗淨、消毒	鼻炎、鼻塞、過敏性鼻炎、扁桃腺炎、咽喉炎等的消毒清洗
病房(床鋪、食器台、椅子)的清掃	陰部、膀胱及痔瘡的清洗消毒
診療檯、診療椅及門把手的消毒	其它特殊應用 胃潰瘍、十二指腸潰瘍患部的內視鏡消毒洗淨 手術後傷口的消毒洗淨
病患衣物、看護衣物	
衛浴、廁所的打掃消毒	
廚房器皿、料理設備、料理台、環境的洗淨消毒	
拖鞋、鞋子等的洗淨消毒	
病理解剖室的洗淨消毒	

表2 強酸性電解水在醫院的應用實例

外，更可作為人體治療的滅菌洗淨用。此外強鹼性電解水還可以用來分解醫療廢水中的脂肪以及蛋白質。

● 工業的清洗：目前應用在工業清洗之大型電解水機製造商以日本為主，近年來在工業界有日本廠商（如 Organo）提出以電解水取代傳統藥劑溶液來清洗晶圓，電子材料等。此外 NEC 公司在 1994 年曾提出以鹼性離子水清洗切割晶圓表面，比一般所用之氨水更能有效去除塵粒，且可減少化學品之使用與廢水處理成本。農業及畜牧業則有用強酸性電解水殺菌及電解鹼性水澆灌、餵食之例子。其優點為 1. 可減少有害藥劑使用量，2. 間接降低廢水處理成本，3. 減少勞工因接觸有害藥劑引起之職業傷害、災害，4. 操作簡易，減少人力工時。

國內亦有代理日本廠商之「特殊電解離子水脫脂洗淨」設備，應用產業涵蓋高科技產業及電器零件、汽車零件等，凡沖壓製程產生的油垢，皆可使用該項設備達到洗淨之效果。此項洗淨設備，不用任何添加劑，只要一般的水源即可使用。該系列產品可以取代傳統「有機溶劑」的脫脂洗淨，可降低洗淨成本及維修費用。

● 未來之溫泉產業應用：目前溫泉業所使用之滅菌方式，多為投入化學藥劑或者成本較高之通入臭氧，投入化學藥劑雖然成本較為低廉，滅菌效果佳，但是有殘留藥劑之風險。雖然符合溫泉水質規定，但可能影響溫泉本身具備之低氧化還原電位、水質純淨有益人體健康之優點；通入臭氧則成本高昂，且操作過程



特殊電解離子水脫脂洗淨設備

需考慮溫度對臭氧溶解度之影響，進而影響滅菌效果。未來如可利用電解水之特性，來改變溫泉水之水質特性，如 pH 值、氧化還原電位，並產生具滅菌能力之離子，並於滅菌程序完成後，還原溫泉水質，甚至改善溫泉水質，如此可保障溫泉水在循環淨化過程，兼具滅菌效果、並保持 / 改良溫泉水質之功效，並且可保護及充份利用溫泉水源，達到節省水資源之目的。

結語

目前大型商業用之電解水設備已逐漸出現在市面上與傳統處理法競爭。在環境保護、保健養生與勞工安全日漸被重視情形下，業界已開始重視下列幾項議題：1. 廢水、廢棄藥品無處可處理或處理費用遠高於現前的問題，而最直接解決方法即設法減少有毒藥劑之用量。2. 操作者之安全顧慮與工時縮短，人力成本增加。3. 使用者本身之保健理療考量。電解水所使用的藥劑無毒且價格便宜易取得，產出水沒有藥劑殘留問題，甚至可作為人體治療 / 理療，調整改善環境等等優點，皆可彌補上述缺失，未來應可逐漸取代傳統方式，成為主流，屆時因需求量大及器材本身之改良，預期電解設備及操作成本應可降低到可競爭範圍。

參考文獻

1. 藤田矩彥，「機能水の考察」，造水技術，June 29, 1999。
2. 通商産業省環境立地局産業設施課造水對策室，「明日の水資源」，p23，平成8年8月。
3. 關川泰弘等，「電解酸性水的作用機構」，造水技術，p19~24，Vol.20. No.3，1994。
4. 蔡明蒔，「化學技術研發後清洗技術簡介」，毫微米通訊，6卷1期，88年2月。
5. <http://www.aqua-club.co.jp/shokuhin/indx.html>
6. <http://www.aqua-club.co.jp/iryon/indx.html>
7. <http://www.suntechlan.com.tw/ns/mainb.html>
8. <http://www.organo.co.jp/index.html>