

企業如何提升水資源效率管理



劉力禎／英國標準協會臺灣分公司 ISO 46001 產品經理

一、前言

陽光、空氣、水，這是我們再熟悉不過的生命三要素，而人體約有 60% 是水份。水是生命必需，同時也是環境的一部分。地球上人類可使用之淡水資源有限且全球已經表達對環境狀況的關注，水資源受到來自用水需求和氣候變化影響的巨大壓力。對企業實施水資源效率方案的壓力可能來自有限的水資源，尤其是在採礦業、林業、石油和天然氣開採業以及農業等資源開發活動。無論是自來水公司提供的水還是直接來自環境的水，它們也可能來自於商業、公共和工業活動。因此面對有限的水資源，提升使用效率是唯一途徑。

二、水資源的稀缺與臺灣水資源現況

國際永續諮詢機構 GlobeScan 與 Sustain Ability 已完成 2021 年最新問卷調查。調查指出，相較於去年，此次永續從業人員對於新

冠肺炎可能造成「永續發展」的排擠效應，此項憂慮已經大為減輕。而目前永續專家認為最急迫的永續議題前 5 名是：氣候變遷、生物多樣性消失、水資源缺稀、貧窮、水污染，前 5 名就有 2 名與水有關。雖然世界上有些地方淡水資源「豐富」，但其他地區卻面臨著嚴重乾旱。更重要的是，世界上只有一小部分淡水可供我們使用和飲用，其餘的都在海洋或者冰川或雪原上。在全球許多地方，水資源正成為稀缺商品，原因有很多面向，氣候變遷是一個關鍵驅動因素，其他主要因素包括人類消費以及製造業、農業中用水密集型生產方法增加。據聯合國統計，過去的一百年，全世界的用水增加量是人口增加數量的兩倍，這意味著到西元 2030 年將有 7 億人因缺乏水資源而流離失所。

1993 年聯合國決議每年的 3 月 22 日為「世界水資源日」。其旨在推動對水資源進行綜合性統籌規劃和管理，加強水資源保護，解決日益嚴峻的缺乏淡水問題。聯合國 17 項





永續發展目標 (SDGs)，目標六：確保所有人能享用乾淨而足夠的水 (Clean Water and Sanitation) 細項 6.4：「到西元 2030 年，大幅增加各個產業的用水效率，確保永續的淡水供應與回收，以解決水資源短缺問題，並大幅減少面臨缺水問題的人數。」眼下為爭取水資源引發國與國之間的緊張已然出現，面對水資源稀缺，ISO 46001:2019 水資源效率管理系統 (以下簡稱 ISO 46001) 發起人，新加坡水務署公共供水網路部擔任總工程師的王惠成 (Wai Cheng Wong) 女士，她同時致力新加坡標準 SS 577 的制定工作，位於用水壓力比臺灣更甚的國家，更早開始推行水資源使用效率，因而發展出 ISO 46001 這個國際標準。

ISO 46001 是由 ISO/TC 224 飲用水供應、廢水和雨水系統服務活動技術委員會的 WG12 水資源效率管理工作組制定，其秘書處是由 ISO 法國成員 AFNOR 承擔。ISO 46001 受到了新加坡制定的國家標準 (SS 577) 的啟發，這是世界上第一項幫助組織從使用水資源效率管理系統中受益的國家標準之一。

這兩年臺灣經歷到七十多年來最大的乾旱期，尤其上半年中部經歷到前所未有的限水衝擊。其實臺灣的總降雨量是豐沛的，但水利署統計，每年有七成的降雨都流失掉了，剩下的三成有 10% 是自然蒸發，只有 20% 被水庫攔截下來。臺灣山地陡峭溪川蓄水不易，水庫容量有限，滿了也只能溢流。臺灣水庫大多都有歷史，淤積多只能靠清理維護，這兩年因水庫水位低，意外增加清理淤積量。

除了清淤，政府也推水庫保育，以翡翠水庫為例，水土保持做得優秀，涵容量相對穩定，其他水庫不似翡翠水庫位於水土保護區，人為開發總是會影響水庫狀態，讓水庫朝最大使用效能是當今的做法。

若遇短缺向來就是「開源」與「節流」，先看「開源」：時有所聞的「海水淡化廠」除了產製過程耗能與環評問題，取得的水並不適合在民生或工業上，國際間用得最多的是以色列與新加坡，都是不得不蓋。臺灣海水淡化廠現有二十多座，多數位於馬祖等離島，以及台電核能或者火力發電使用。「開發再生水」近年來有中鋼與鳳山溪水資源中心合作，將民生用水 / 污水過濾處理後，於中鋼製程冷卻使用，導入了廢水再利用系統，使用量也逐年加大中。另有「伏流水」，建設公司開挖地基時常會挖到伏流水，不過伏流水的來源不穩定，而且水質不見得可以拿來使用。

「汰換管線與查漏」、「推出水滴標章的民生節水用品」、「輔導企業節流」，是臺灣政策體系在水資源「節流」上的作為。每年自來水公司都編列大量預算汰換老舊管線，地方縣市馬路大量漏水的新聞每隔一陣子也會出現，換的速度跟不上壞的速度。民生用水節約與產業使用再生水成效不彰，關鍵在臺灣水價過低。我們有名列前茅的降雨量和全球倒數第二的水價。

前面提到過被攔截下來的 20% 降雨可用水，農業使用占七成，民生用水佔兩成，產業使用佔一成。農業灌溉要使用活水，水閘

門一開在耕種期每天 24 小時流水不停。以色列位處中東卻利用精密農業供給歐洲四分之一市場的蔬菜，自認是農業大國的臺灣拓展國際之前先要面對灌溉水不足與浪費的問題。從基礎建設到使用方式，浪費無所不在。節水技術與產品一直都在，當水費調漲至有感，民眾就會主動換置省水蓮蓬頭、馬桶和洗衣機，如同電價考量換用變頻冷氣和節能家電。

三、如何管理與運用水資源

水是世界上最強大的武器之一。如果沒有水，我們就沒有濕地、紅樹林和泥炭地等自然保護系統來保護我們免遭洪水和自然侵蝕，亦捕捉不到碳排放。因而我們每個人都應當盡己所能，更好地管理水資源。ISO 組織提供了下列五項國際標準方法來更好地應用水資源：

(一) 計算水足跡

了解企業用水對環境造成的真正影響是改善企業用水的第一步。《ISO 14046 環境管理—水足跡—原則、要求與指南》是世界上第一項受國際公認的確定企業用水效率的方法。它涵蓋了從水的數量、品質、水源地到土地使用或其他活動導致的水變化等所有方面。它還可以幫助企業識別機會，來減少與產品生命週期各個階段與水相關的潛在影響，提高企業用水的效率。水足跡分析不僅可以為環境報告提供可靠數據，還可確保企業的持續改善。

(二) 有效管理水

氣候變化、人口增加以及製造業和農業的密集型用水方式都給水供應帶來了巨大壓力，因此我們別無選擇，只能提高用水效率。了解我們使用多少水、在哪裡使用及如何用水，以及制訂有效的策略使水消耗最小化而獲得最大的效率，這是水效率管理系統的主要目標。

《ISO 46001 水資源效率管理系統—要求與使用指南》旨在幫助各種類別與規模的企業提高用水效率。通過明確的用水效率管理框架和指南，ISO 46001 提供了評估和計算用水量的方法和工具，以及確定和實施優化並不斷改進用水量的方法。

(三) 回收廢水進行灌溉

農業是高耗水的行業，人口的增加意味著更多的水被用來灌溉農作物。然而我們還有另一種解決方式：廢水的回收，是一種可以減少供水壓力並改善企業水足跡的可靠方法。它也可以為缺水的社區提供農業灌溉的保障。經過處理的廢水可用於開墾土地，改善農作物生長並降低施肥成本。對處理後的廢水進行回用也可以防止對水源的生態破壞。

《ISO 16075 灌溉項目中使用已處理廢水的指南》是農業的關鍵工具。包含灌溉項目處理後廢水使用的開發和執行指南，具體包括設計、材料、工程和績效，並涵蓋了廣泛問題，例如：水質、可灌溉的農作物類型、相關風險和主要組成部分（如管道網路和水庫）等。





（四）排水道方案

世界各地有許多的人都依賴基本的衛生系統，例如公共廁所。相比於在異地進行廢水處理的污水系統，在當地進行處理的視為一種低成本解決方案，前提是能正確使用並且能安全地處理廢水。然而，在太多地方，這些系統並未建成或根本不存在，導致當地的溪流、河流、海洋和植物都受到污染。

《ISO 24521 與飲用水和廢水服務相關的活動—家庭廢水基本現場服務的管理指南》旨在通過提供家庭廢水基本現場服務的管理和維護的實用指南來改變這種狀況，從而建立更清潔的衛生設施，並改善人類健康和環境狀況。

（五）轉廢成水

這是一項新技術，作為 ISO 24521 的補充，它不僅可以用衛生和環保的方式處理人類廢棄物，還可以將其轉化為有用的資源，例如乾淨的飲用水。《ISO 31800 糞便污泥處理裝置—能源獨立的、預製的、社區規模的資源回收裝置—安全和性能要求》規定了確保可服務多達十萬人的裝置的性能和安全性的要求和測試方法。

臺灣推行 ISO 46001，第一波鎖定對象是高耗能產業（即「用水大戶」）：電子、光電、石化、造紙與鋼鐵。「用水大戶」的定義，政府在今年修訂為每月水費 10,000 度以上（過去為每月 1000 度），前述的五大產業，強烈建議可優先做水資源管理，節省成本避

免不必要的浪費，對外可佈達自己已符合永續相關的 ISO 標準。目前臺灣政策上就水足跡有配套減免，但水足跡侷限於單一產品，ISO 46001 則是涵蓋整個企業，就企業整體評估計算其用水量，找到可提高用水效率之處，成為法令上要求通過的國際標準是必然趨勢。

極端氣候造成的旱澇交替已為常態，每遇乾旱耗水費議題就會被提起，久旱後急遽降雨補滿水庫又被忘記。天下永續公民獎已將 ISO 46001 納入評分標準，耗水費遲早會開徵，ISO 46001 列為條件也未來可期，且與聯合國 SDGs 永續發展目標連結—這幾年道瓊永續指數表現亮眼的臺灣企業，一定也準備好要超前部署。回頭看 ISO 46001 適用對象：欲達成「減少、取代或再利用」的方法實現用水資源的有效利用 / 建立、實施和維持水資源效率 / 持續改善水資源效率—就公部門單位到民間各行各業都適用，面對水資源在臺灣龐大耗損的事實，誰都要學會有效珍惜剩餘可用的水，ISO 46001 是與世界潮流契合的國際標準。目前國內已有幾家公司通過 ISO 46001 的驗證，例如：友達光電、日月光、彰化商銀等；國際上有晶圓系統公司（SSMC）等。

ISO 46001 為達成水資源效率的最佳途徑，不論企業的類型與規模為何，標準可協助達到環保和節省水資源目標，此為部分水資源績效的表現。ISO 46001 希望企業：

1. 透過「減少、取代或再利用」的方法實現用水資源的有效利用。
2. 建立、實施和維持水資源效率。
3. 持續改善水資源效率。

導入 ISO 46001 標準的效益為：

1. 確認並管理未來水資源供應的相關風險。
2. 測量並監控水資源的使用，以鑑別效率改善之處。
3. 改善整體績效表現減少水資源消耗及支出。
4. 降低污水排放量並達到主管機關的要求。
5. 證明在環保方面的績效以增加競標機會。
6. 未來有機會作為耗水費減徵條件之一。

目前的管理系統標準皆導入 P（規劃）D（實施）C（檢查）A（行動）的邏輯，ISO 46001 也是如此，ISO 46001 的 P（規劃）D（實施）C（檢查）A（行動）模型如下圖 1：

其中最關鍵的為 P（規劃），至於規劃的重點流程可透過下圖說明，從規劃輸入、用水審查到規劃輸出。

ISO 46001 也提供了水資源效率應用的範例：

（一）優化製造流程

一個製造工廠每月使用大約 5 萬立方公尺的水來生產 25,000 單位產品。透過優化製造流程，可以達成用水量減少至 4 萬立方公尺 / 月，從而節水 20%。

（二）透過水處理減少污染物負荷

一個製造工廠每月使用大約 5 萬立方公尺的水，排放的廢水量幾乎相同，平均化學需氧量（COD）為 1,000 毫克 / 公升。透過更好地水處理，可以降低 COD 為 500 毫克 / 公升（1 萬立方公尺 / 月的低污染水），從而減少了每月的用水量。

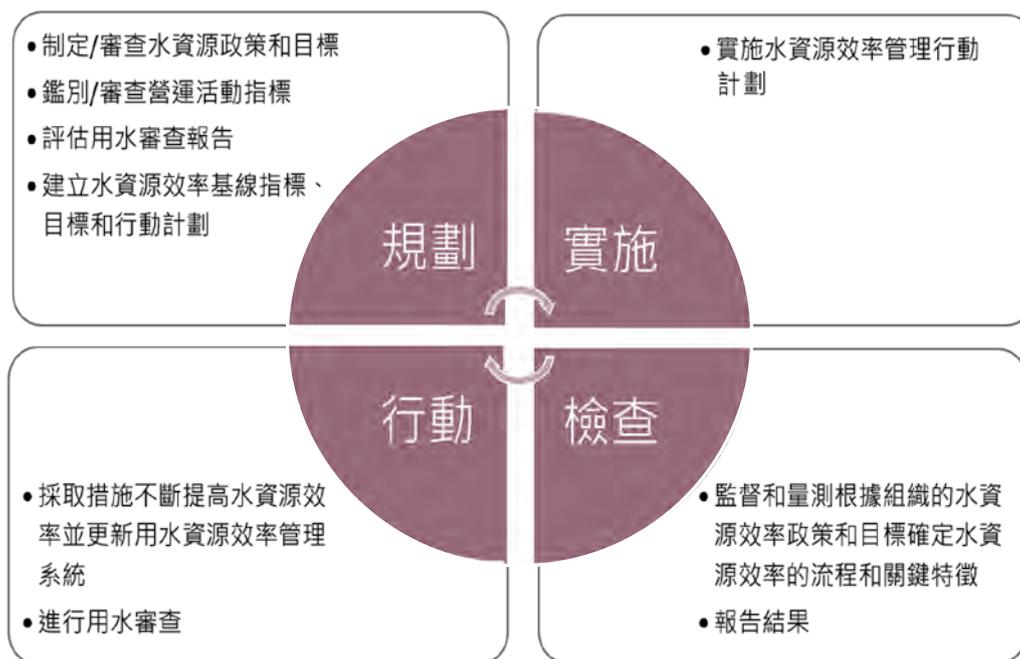


圖 1 ISO 46001 之 PDCA 模型圖

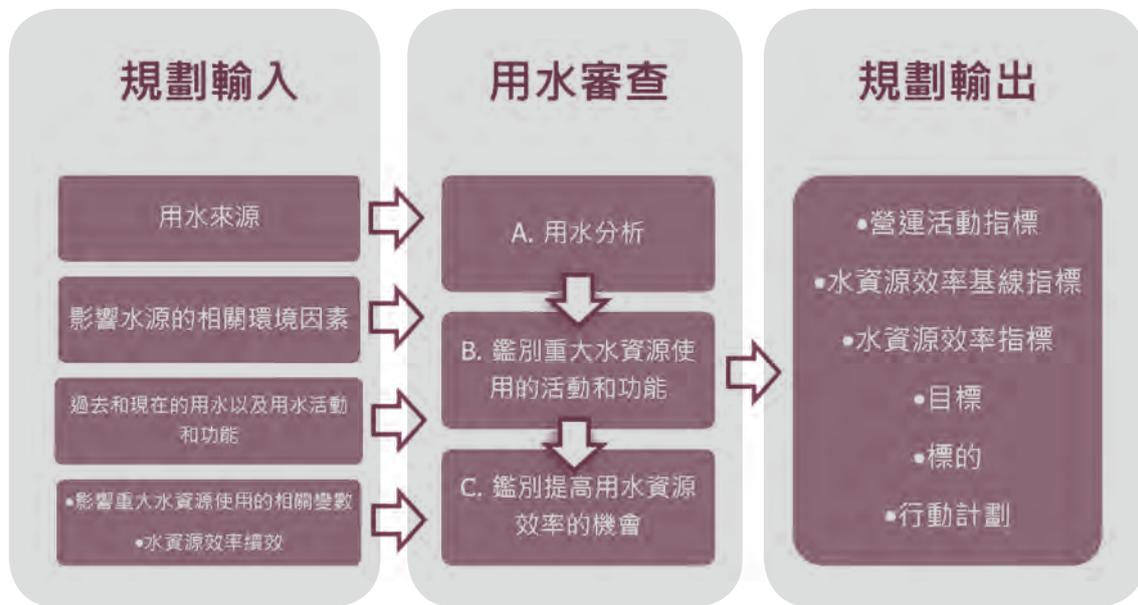


圖 2 水資源效率管理計劃流程概念圖

(三) 製程水的再利用

一個製造工廠每月使用大約 5 萬立方公尺的水來生產 25,000 單位產品 X。通過對生產線進行改造並透過從 X 生產線中的水再利用，該工廠能夠生產 5,000 單位的新產品 Y。產品 Y，同時保持相同的用水量 5 萬立方公尺 / 月。因此，該設施以改善的方式使用相同體積的水來生產其他或不同類型的商品。

(四) 非製程用水的再利用

1. 冷卻水塔的排放

一家工廠的冷卻水塔每月使用大約 4 萬立方公尺的水，其中 5% 用於冷卻水塔的排放。配備逆滲透 (RO) 處理系統後，冷卻水塔排放所用的水可回收 70%，從而每月節水約 1,400 立方公尺。

2. 當地洗滌塔的廢水排放

一個製造工廠每月大約要使用 5 萬立方公尺的水進行生產。透過採用具有適當的離子交換系統的過濾和逆滲透技術，該設施能夠實現從原洗滌塔回收的水的回收率達到約 60% 至 70%，以再利用於原洗滌塔和冷卻水塔。

(五) 使用替代水

一個製造工廠每月將大約 5 萬立方公尺的水用於各種用途。通過使用 1 萬立方公尺的替代水 (例如：海水、空調機組的冷凝水、雨水) 進行冷卻，該設施將水的使用量減少至 4 萬立方公尺 / 月。

(六) 使用節水裝置、設備、器具和產品

該工廠每月約 100 立方公尺的員工使用

量(例如:廁所沖水、食品儲藏室、水龍頭)。通過安裝節水配件,該設施每月可節省約 15 立方公尺。

(七) 冷卻水塔運行的優化

由於高蒸發和噴濺的損失,冷卻水塔會消耗大量的水。透過在冷卻水塔採用節水設計並在建築營運過程中採取節水措施,可以減少補充水的使用。此外,可以考慮補充水的來源,包括:再生水或再利用水、冷凝水、逆滲透廢水、生產過程中的最終沖洗水或處理後的廢水。

(八) 氣候控制的智慧灌溉裝置

1. 在社區的高用水戶房屋中安裝了 40 個氣候的「智慧」控制器。結果表明,氣候的「智慧」控制器平均可減少室外用水量 16%,並且有可能將其減少多達 24%。
2. 在某都市進行的研究,比較了安裝氣候的「智慧」控制器前後住宅和商業場所的用水情況,發現每個場所每年平均節水 130 立方公尺。

四、結論

有效的水資源管理並不只是對企業有利,在全球高度重視氣候變遷的時下,這已漸成為達成永續目標的關鍵,而達成此一目標的最佳途徑就是採用 ISO 46001。ISO 46001 是進行改善績效、減少水資源支出和降低污染的方式,藉由國際標準,將可協助同時達成全部目標。

五、參考文獻

1. BS ISO 46001:2019 Water efficiency management systems - Requirements with guidance for use, ISO, 2019 年 7 月。
2. 【標準資訊】ISO 發布用水效率國際標準,廣東省標準化協會, <https://kknews.cc/world/6axmk83.html>, 2019 年 9 月。
3. FIVE TOP WAYS OF USING WATER TO FIGHT CLIMATE CHANGE ON WORLD WATER DAY, ISO news, <https://www.iso.org/news/ref2492.html>, 2020 年 3 月。
4. GlobeScan、ERM / 編譯:艾齊,永續領袖揭露 3 大急迫議題:氣候變遷、生物多樣性、水資源, CSRone, 2021 年 10 月 19 日。
5. 耗水費徵收規劃說明,楊介良科長,經濟部水利署, 104 年 07 月 09 日。
6. 世界水資源日,維基百科,自由的百科全書。
7. 聯合國永續發展目標(SDGs)說明, <https://www.ait.org.tw/wp-content/uploads/sites/269/un-sdg.pdf>
8. 水利統計,經濟部水利署, <https://www.wra.gov.tw/cl.aspx?n=119>
9. 讓組織內每一滴水達到最大效用 BSI 臺灣產品經理劉力禎專訪,英國標準協會臺灣分公司, <https://www.bsigroup.com/zh-TW/about-bsi/careers/interview/alex-liu/>

