



水資源開發利用與經營管理之新思維

專訪經濟部水利署總工程司 楊豐榮

編輯部 / 採訪、撰稿

曾在南區水資源局擔任局長多年的楊豐榮，一年前回到水利署擔任專業技術幕僚最重要的總工程司之位，他驕傲的表示，台灣水利工作人員面臨的挑戰最多元也最嚴竣，但是大家都能秉持著人定勝天的態度去克服一切困難。

水資源日漸枯竭已成為世界性問題，對於國內水資源開發利用與經營管理，他認為要以新思維面對並重視水資源永續發展。惟考量維持水土及生態環境，天然水資源不可能無限制的開發，可利用的天然水資源實為有限。因此在開發利用方面應進行總量管制，在考量河川潛能量、未來需求量、水資源開發計畫之期程、減抽地下水，增加備用水量、地區水源供需情勢之不同、並避免在這一代將天然水資源開發殆盡等因素後，建議暫以每年200億噸作為現階段台灣地區天然水資源開發利用總量管制之目標。

有效管理水資源 節流與開源雙管齊下

面對未來水資源需求持續增加，及為達成「追求水資源之永續利用」及「提供安全的基礎用水」的目標，水資源的經營管理必須多面向思考，其策略包含提高用水效率及多元水源開發。囿於水資源相關管理機構眾多，造成事權無法統一，包括早期一些仍未修改的法令，使得水權釋出有困難，無法統籌運用及有效分配水資源，在目前的情況下有效管理水資源，避免缺水之苦，楊總工程司豐榮指出，必須節流與開源同時雙管齊下。

節流部分首先是要留得住水，雖然台灣每年降雨量充沛，年平均雨量超過兩千公釐，但由於台灣地狹人稠，加上山坡陡峻，在地表還來不及涵養水源或是雨來得又大又急時，使得多數降雨在落地後迅速入海，不易蓄存與利用。加上近年來河川被截流、整治的比例越來越高，加速河水流速與沖刷的速度，部分河道因攔砂淤積也失去調控水量的能力，留得住且可以以利用的水量僅約總降雨量的17%。從管理面而言，有效管理現有水利設施，如積極治理、保育水庫集水區、辦理水庫清淤浚深、改善自來水漏水率等，可以維持既有供水能力，則毋須為填補因水庫淤積或管線破損所造成之供水損失而開發新水源。從供給面而言，透過區域性水利設施靈活彈性的聯合運用以供應所需，則可適當紓解水源開發壓力。

台灣地區97年的自來水漏水率約21.95%，約是日本、新加坡等國的數倍。漏水率居高不下，造成嚴重水資源的浪費，因此政府歷年來已投入相當多經費進行汰換老舊自來水管線等措施，如果每年能有效節省或減漏，將可降低水資源開發壓力。

水庫淤積問題嚴重 多元化方式減淤清淤

另一個嚴重的問題是因地形地質條件受限，水庫總蓄水容量普遍不大，最大的曾文水庫也只有5.83億立方公尺容量，與大陸型國家之水庫在同樣壩高壩型規模即有上百億立方公尺容量無法相提並論。又加上台灣地區豐枯水期水量懸殊之水文條件特性，目前水庫僅能以年用法方式營運，即攔蓄豐水期剩餘川流水於枯水期時使用，不但無法如同國外水庫蓄滿一次可用好幾年，甚至一年之內要運用好幾次，例如石門水庫之年運用次數高達4次以上，即

一年之內需蓄滿約4次，方能滿足桃園、板新地區用水需求，若氣象水文情況不佳無法達此目標時，即顯現缺水危機。另台灣目前水庫總容量僅20億立方公尺，調蓄容量極為不足，因此要發揮高穩定供水能力並不太容易，如遇枯旱、地震等非常事件即無法應變。

再加上全球暖化，氣候型態丕變，由近百年降雨資料統計得知，台北氣象站年總降雨日數逐年減少約28天，而年總降雨量約增加268毫米。此外，台灣各流域集水區泥沙產量豐富，由於泥沙淤積嚴重，減短水庫壽命。因此，既有水庫功能的加強及維持為今後水資源經營管理之工作重點，尤其新建水庫等水資源開發策略推動不易。水庫永續經營更顯得日益重要，尤以泥沙處理，大壩與相關構造物設備之維護及安全檢查，集水區與環境保護等項工作最為重要。

水庫蓄水為臺灣地區之主要供水來源之一，因水庫集水區上游山坡地常遭濫墾、森林砍伐、道路開挖與拓展等影響，使土石流嚴重、泥沙淤積量增加，每年有相當數量泥沙流入水庫造成淤積，降低水庫蓄積的容量和功能。目前全省公告有92座水庫，主要影響民生用水及水源調度計有40座水庫，完工當年總有效容量為23億1,555萬立方公尺，截至目前總有效容量為20億1,396萬立方公尺，容量減少率為13.02%。但水庫清淤工作必須考量清淤時機及汛期問題，除利用水力抽泥較不受水庫蓄水高度影響外，使用陸上機械開挖，則受水庫水位及天候因素之影響極大，加上浚渫物處理等問題，更增加浚渫工作之困難及成本，致清淤執行成效無法顯著提昇。

楊總工程司豐榮說，水庫淤砂的速度過快，清淤已緩不濟急，當初建造水庫時聘請的美國顧問，設計水庫時並未考慮到台灣的特殊地理環境，因此為了解決水庫淤積問題，目前已積極著手與學者專家研究從水庫底部打通排砂通道以加速清淤的可行性。

水庫防淤除了持續辦理水庫清淤作業，並在蓄水範圍以上河道以攔砂壩攔蓄土石並定時清淤，減少土石流入庫區；或利用既有設施或規劃新建排砂設施，藉由水力排砂方式將淤積物排出庫區。水利署也召集各水庫管理單位召開「全國主要水庫需辦理改善或增設水力排砂設施檢討」會議，並彙整成果報陳行政院公共工程委員會，請各水庫管理單位據以執行，未來將以水力排砂為主，輔以陸挖，抽泥及放淤等方式進行水庫減淤工作。石門水庫已針對既有設施辦理減淤功能改善工程計畫，未來將研究規劃增設排砂道之可行性。98年核編清淤預算約3,000萬元，預計補助辦理南化水庫、白河水庫及澄清湖等水庫清淤作業。針對重要民生用水水庫或淤積嚴重水庫，辦理清淤規劃，以作為未來長期推動水庫清淤之依據。

開發新水源 水利工程人員人定勝天

楊總工程司豐榮強調，節約用水、提高用水效率及彈性調度等非工程手段對於環境影響層面較小，宜予以優先推動實施，但近年來台灣地區產業迅速朝向高科技工業轉型，致用水需求遽增，又因水文環境不佳，豐枯時空分布極為不均，遇枯旱時往往發生

水源供應緊張情形，故亟需開發蓄水設施，以蓄豐濟枯。若預期各區域生活及工業用水仍有不足，則有必要在各種天然條件限制與保育自然環境之前提下，適度以多元方式開發新水源因應。

目前已經進行的開發新水源方式中，海水淡化具有不受乾旱影響、興建時程短、擴充容量彈性大、佔地面積少、對生態衝擊較小等優點。發展至今，海水淡化技術日趨成熟，產水率、耗能率、結垢、薄膜壽命等問題都有突破性的發展，且產水規模愈大，海淡成本則可降低，因此為多元化水源開發策略中值得推動之新興水源。

台灣本島地區由於海淡成本（估計在台灣約每噸水30~50元）目前仍高於傳統水資源，現階段以供應高產值且缺水將造成嚴重損失之高科技產業（遇20%缺水即可能造成50%製程停擺），才具經濟效益。故於自來水水價未能實際反映開發成本前，台灣本島地區海水淡化廠現階段推動之供水對象係以高科技產業為主。離島地區則因天然水資源甚為缺乏，利用天然降雨之截留蓄存水資源方式，距離滿足公共給水之需求尚遠，且運水成本高昂（每噸水由高雄運水至澎湖約160元、由台中運水至金門約700元、由基隆運水至馬祖約450元），故必須興建海水淡化廠以穩定民生供水，達到政府照顧離島居民生活之目標。

另一個可行的水源開發方向則是污水及廢水再利用，調查各國廢污水處理廠放流水再生後可能之用途，包括生活次級用水：如消防、道路清掃、抑制揚塵、去除融雪、車輛沖洗、城市綠化、沖廁、用於噴水池與親水設施的景觀用途等。飲用水水源：如新加坡的「NEWater」計畫將再生水回注至水庫作為飲用水水源，以及美國加州橘郡的「Groundwater Replenishment System」計畫，作為補注當地地下水，以提供當地各類用途抽取。農業用水：如灌溉用水與水產養殖用水。保育用水：補注地下水防止海水入侵，維持河川基流量或改善水體水質。工業用水：如冷卻、鍋爐、製程洗滌、超純水製造水源等。

基於環保署水污染防治措施及檢測申報管理辦法第四十二條規定，我國在運用回收廢污水廠放流水時，將不考慮與人體有直接接觸之用途，包括再生水補注至水庫或地下水層作為飲用水水源。雖然目前國內再生水技術成熟，但在水價尚未合理化、政府單位事權尚未統一及法令未明之情況下，近期要大規模推動仍有不小的困難度。

雖然面對如此嚴竣的挑戰，但樂觀的楊總工程司豐榮仍不失工程人員的本色，他說，在國內水利工程人員有很多接受挑戰和克服困難的機會，例如談及以前克服萬難所興建完成的水庫現在成了當地最受歡迎的遊憩地點，他解開了因談到水資源困境而深鎖的眉頭，帶著笑意說，類似這樣的成就感就足以讓水利人員繼續以人定勝天的態度奮戰下去。

