

全台正面臨 67 年來最嚴重的旱災，在此之時，我們應作理性探討，歸零思考進而打破迷思，凝聚共識，為提升臺灣面對水文不確定性及氣候變遷衝擊的韌性找尋出路。

面對旱象 找到契機

楊偉甫／經濟部常務次長、兼水利署署長、中國土木水利工程學會理事

全台正面臨 67 年來最嚴重的旱災，過去對水資源議題冷感的大部分民眾，在這次的旱象中，也激起了熱度。每一次的降雨預報，莫不懷著小確幸的心情迎接，雨聲滴滴答答，一反過去的厭煩，變成是一份寬心與舒心，然而，半年來零零落落的雨，只是短暫的滋潤大地，還不成氣候到解渴，面對氣象局今年 5 月可能會是「空梅」的評估，我們憂心，這場全台抗旱大作戰，要延燒到何時？

事實上，水焦慮正在世界蔓延，包含中國、巴西、美國和印度等地近年旱災頻傳，報導指出連續第四年出現乾旱的美國加州，甚至有居民開始出現缺水焦慮症的病情。國際專家也警告，缺水已經成為國安威脅，部分地區恐出現搶水大戰。今年 1 月的世界經濟論壇發表全球風險報告，更把「水危機」列為 10 年內影響全球穩定最迫切的危機之一。

近期旱象與因應作為

據統計，去（103）年 10 月到今（104）年 2 月，已打破氣象局 67 年來同時期降雨量最少的紀錄，使臺灣遭逢史上最嚴峻的乾旱；目前除翡翠水庫仍達 8 成以上蓄水率外，其餘主要水庫蓄水率皆未達 3 成，如石門水庫為 24.77%、曾文水庫為 19.52% 等。近日降雨雖帶來雨量，卻無法改善整體旱象，各地區仍需節約用水，以度過旱象。

事實上，自去年鳳凰颱風過後，降雨量未如預期，經濟部為因應未來降雨可能仍不如預期，即嚴密監控各水庫蓄水率，並自去年 9 月起即要求各水庫管理機關採取水庫限量管制出水、加強區域調度用水、地面及空中人工增雨（自 103 年 11 月起，地面增雨作業合計施作 14 次，空中增雨作業與國防部合作進行 10 次（含演練 6 次））、加強水庫清淤疏濬，亦請農田水利會加強灌溉管理與完成二期稻作收割，及於 12 月起啟動夜間減壓供水，今年 2 月底起對民生用水大戶減供 20% 水量，工業用水大戶逐步調整至減供 10% 水量，隨即也在 4 月 8 日起針對水情最為嚴峻的新北市板新地區、林口區及桃園市全區採取第 3 階段限水，一切作為，只為有效管理，讓有限的水足以支持我們度過這次的旱象。

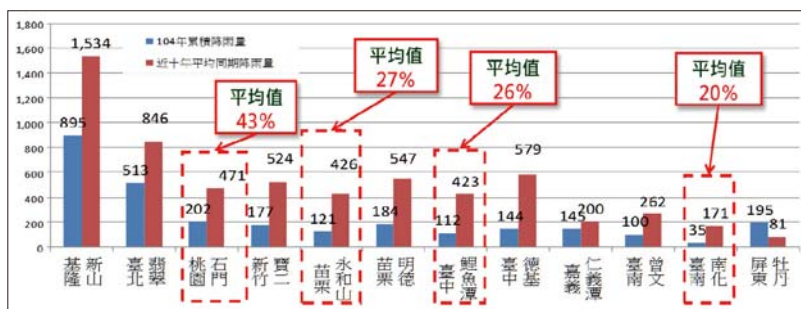


圖 1 104 年累積降雨量與近十年平均同期降雨量



圖 2 地面及空中人工增雨

臺灣是多雨但高缺水風險的國家

臺灣年平均降雨量雖高達約 2,500 公釐，約為世界平均值的 2.6 倍，毫無疑慮的，屬於降雨量豐沛的地區，但因面積狹小且山高坡陡流急，降雨很快流入海中，據統計，80% 降雨量蒸發或流入海，僅 20% 可留存使用，河川取水遠較其他國家不易；再則地質年輕、易破碎、處環太平洋地震帶且集水區過度開發，使蓄水設施淤積相當嚴重，其中 17 座重要水庫之 5 座水庫淤積率高達 30% 以上（17 座重要水庫合計容量為 26.5 億噸，約佔 96 座公告水庫總容量之 93%），條件不利取水與蓄水。又降雨時空分布不均且嚴重依賴颱風降雨，尤其 7 ~ 10 月降雨量占全年總降雨量的 5 成，一旦降雨不如預期即現旱象；再加上人口高度集中於主要都會區，如六都約占全臺人口總數之 69%，高耗水產業進駐高缺水地區及臺灣地區每人每日耗水量仍有進步空間（如臺灣 268 公升、日本大阪 254 公升）等因素，使得臺灣是多雨亦是高缺水風險的國家。

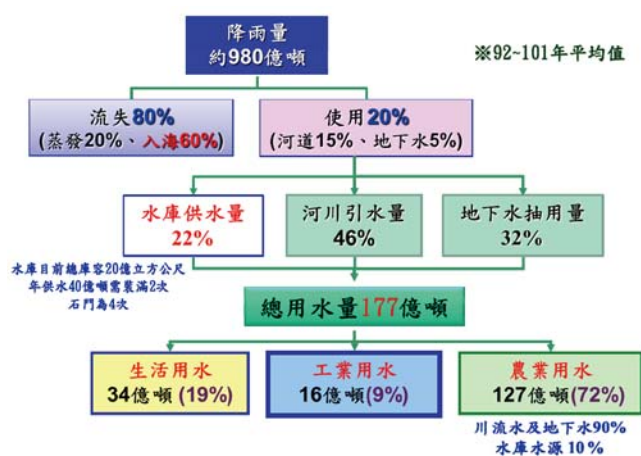


圖 3 台灣用水結構圖

氣候變遷衝擊使缺水情勢加劇

聯合國氣候變遷專門委員會第 5 次評估報告 (AR5)：「氣候變遷已是進行式，水資源為最重要議題之一」。事實上，從臺灣年降雨量早已於 2,500 公釐間劇烈震盪觀之，如 92 年 1,572 公釐、94 年 3,568 公釐及 103 年 1,643 公釐，氣候變遷在臺灣已是進行式，且呈現豐越豐、枯越枯極端化現象，誠如前述所說，臺灣先天環境條件不利水資源的蓄留，豐枯加劇固然造成洪、旱災害交替發生，然而，洪災可以避災、離災



圖 4 台灣年降雨量統計圖

因應，旱災卻是退無可退、避無可避，因此在氣候變遷衝擊下，水資源問題的因應與調適將是臺灣未來發展最需嚴肅面對的課題。

水資源政策

隨著社會經濟發展的需求，水資源政策也歷經多次的調整。早期水資源政策以滿足利用、加強開發為主軸；70 ~ 80 年間，受產業快速發展與都市化等的影響，水資源污染、超抽地下水問題逐漸浮現，爰 85 年起開始納入生態保育、地層下陷防治等重要策略，水資源利用策略則從積極開發水源調整為以區域水資源調度為主；80 ~ 90 年間，則因環保、民意與媒體意識抬頭，95 年後各項策略內積極納入民眾參與機制，水資源利用策略調整以加強已開發水源運用為主，此外，也開始納入營造水岸環境及水文化等重要策略。

目前我國天然環境所面臨的主要關鍵問題經盤點如下：

- 水庫老化及淤積，有效蓄水量降低
- 區域地下水量減少
- 水源開發困難，水源供應能力待提升
- 水權登記量分配不合理、水權重分配困難
- 用水需求持續成長
- 水源調度機制尚待健全
- 供水調度及備援系統尚待加強
- 水質劣化降低可用水資源量
- 水源濁度易飆升，影響供水穩定
- 既有設施老舊、自來水管漏水率高

- 自來水普及率尚待提升
- 水價偏低影響水資源開發與節流推動
- 人均用水節水目標尚未達成
- 工業及農業用水效率仍待提升
- 新興水源亟待持續推動
- 旱災災害應變體系尚待完善

為解決相關問題及因應氣候變遷的挑戰，水利署近年來持續採取多元化水資源政策，從開源與節流各種可能的管理措施全面執行，以期在大型水資源建設停滯後，仍能因應各方用水需求，重要工作分述如下：

開源部分

1. 傳統地面水及地下水資源的開發：包含水庫活化、新建與清淤、區域調配支援、地面地下水聯合運用及推動伏流水等：

- 水庫活化：如阿公店水庫自 41 年完工運轉以來，日漸淤積，影響重要設施與下游民生安全，經辦理水庫更新工程（濬渫及設施改建），除提供防洪及穩定農業灌溉用水外，並增加公共給水每年 2,900 萬噸；另外，石門水庫既有設施防淤功能改善工程完工後也發揮排放水庫底層之渾水及沉木，有效降低水庫淤積量及各進口水口堵塞損害機會之功能，並持續進行曾文、南化、烏山頭水庫之防淤功能改善工程。
- 水庫新建：湖山水庫及烏溪烏嘴潭人工湖工程計畫是近年難得仍獲支持的蓄水設施計畫，其主要提供中部地區水資源。
- 水庫清淤：全臺水庫原庫容 28.5 億噸，因地質年輕、易破碎、處環太平洋地震帶且集水區過度開

發，使蓄水設施淤積相當嚴重，迄今剩餘庫容僅 20.1 億噸。目前針對主要水庫進行供水與淤積的風險評估顯示「石門、曾文及南化屬高度風險水庫」；水庫淤積整體改善作法包含上游減淤，如森林保育、集水區水土保持、設置攔砂壩；中游導淤，如分洪排砂與陸挖；庫區排淤，如陸挖、抽泥與水力排砂；下游回歸，如河道復育與放流排砂。藉由前述作法，已達清淤最大化目標。據研究，以水力排砂效果最好，惟僅能於颱風期間執行。另現已推動石門水庫防淤工程（阿姆坪防淤隧道）及曾文南化烏山頭水庫防淤工程（曾文及南化防淤隧道），完工後，將能延長前述水庫的壽命。

- 區域調配支援：在北區部分，建立臺北、板橋及桃園供水系統之聯合供水管網與調度機制，目前已完工有板新地區供水改善第一期計畫；在中區部分，則建立苗栗、臺中、彰化供水系統之聯合供水管網，目前已完工有臺中支援彰化管線；在南區部分，將建立臺南與高雄供水系統之聯合供水管網，目前已完成有南化水庫與高屏溪攔河堰聯通管路。另亦利用農業用水、民生用水及工業用水等不同標的用水相互支援調度。
- 地面地下水聯合運用：目前部分地區地下水已超限利用，衍生地層下陷問題，未來開發利用先考量地下水補注受時空限制及坡陡流急降雨逕流迅速入海等因素，因地制宜進行地面水地下水聯合運用。
- 伏流水：目前高屏伏流水每日 10 萬噸、羅東堰伏流水每日約 0.3 萬噸等備援水源，已於此次旱災發揮功效。

2. 新興水源：

- 再生水：目前再生水使用量約每日 42 萬噸（生活污水再生：3 萬噸／日、工業廢水再生：39 萬噸／日），預定 120 年目標為每日 120 萬噸（生活污水：70 萬噸／日、工業廢水：50 萬噸／日）。為強化推動生活污水再生供工業使用，行政院已於 102 年核定豐原、福田、永康、安平、臨海與鳳山溪等 6 座再生水示範廠，目前正逐一進行供需媒合及推動落實中。



圖 5 水庫淤積整體改善作法

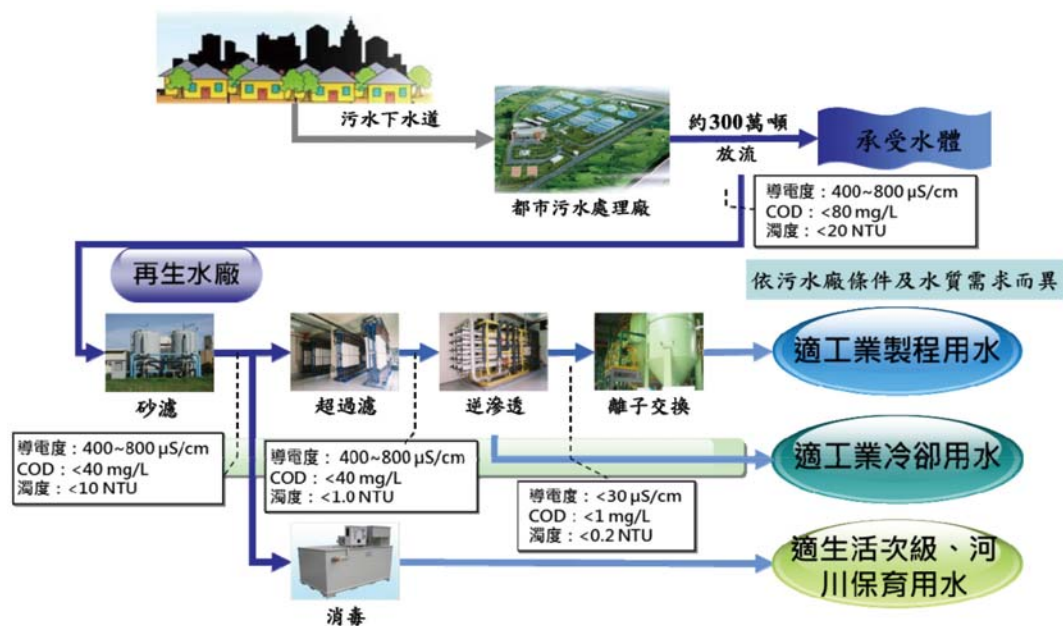


圖 6 都市污水再生與利用

- 海淡水：目前運轉中之海水淡化廠以馬祖、金門、澎湖等離島共計 18 廠，每日產水約 2 萬噸，已充分發揮離島地區供水成效；至於臺灣本島部分，目前規劃於桃園、新竹、彰濱、台南及高雄設置海淡廠，惟因企業期待水價補貼及能源限制，而影響推動期程。

節流部分

1. 節約用水：以節水行動常態化為目標，並採擴大減漏常態化、全民節水教育常態化、機關學校部隊節水常態化、提升用水效率常態化、省水器材使用常態化等 5 化：

- 擴大減漏常態化：如旱季夜間減壓常態化、節水風水師到府查漏等，可使自來水系統節水 1~2%。
- 全民節水教育常態化：如擴大節水愛水月宣導各級學校節水課程，可提升節水意識認知普及率 > 90%。
- 機關學校部隊節水常態化：四省方案、節水抗旱行動原則、節水獎懲原則化等，可使 104 年機關學校各單位累積節水 12%。
- 提升用水效率常態化：如雨水及生活雜排水利用、農業提昇用水效率，可提升產業節水 6%、生活節水 2%、農業節水 5.5%。

- 省水器材使用常態化：如修正自來水法、強制使用省水器材，可提升省水器材市佔率 100%、生活節水 2%。

2. 自來水減漏

- 台灣自來水公司自 102 年起執行降低漏水率計畫，預定投入 769 億元，採行自來水管網圖資建置、分區計量管網、檢修漏作業、汰換舊漏管線、水壓管理等 5 項措施，預定於 111 年將漏水率降至 14% 以下，每年可節省水量 1.6 億噸。
- 臺北自來水事業處自 95 年起執行供水管網改善計畫，預定投入 200 億元，預定於 114 年將漏水率降至 10% 以下，每年可節省水量 1.4 億噸。

3. 更精進作為

- 民生用水：推動智慧水表全面裝設，有效監測。
- 工業用水：推動產品水足跡揭露；建置產業園區各廠基本資料，利用大數據進行能資源整合回收循環運用。
- 農業用水：強化精密灌溉管理技術，以以色列滴灌為例，較噴灌節水 20%。
- 打造海綿臺灣：以流域綜合治理原則，逕流分擔與出流管制為手段，當水太多時，藉由相關設施留住水，以減少水患，待水少時，再釋放，以供水資源使用。

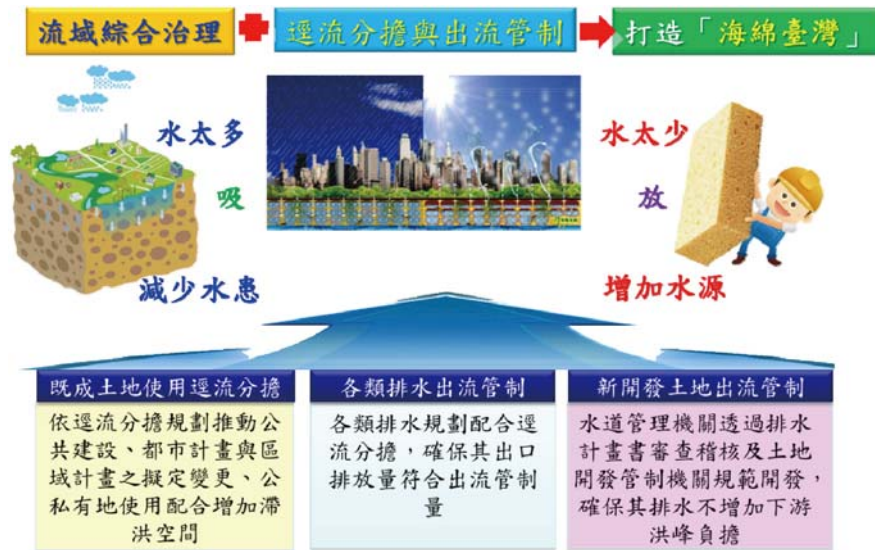


圖 7 海綿臺灣示意圖

危機或契機

臺灣每年的降雨量相當豐沛，平均約有 900 億噸，卻僅有 20% 約 180 億噸為我們所利用，從水資源的角度來看，若能將老天降下的雨，有效留蓄利用，臺灣不應位列高缺水風險國家，然而臺灣大小水庫（含攔河堰）總計 96 座，現總有效蓄水量約 20.1 億噸，僅約為年用水量 180 億噸的 1/9，有限的蓄水設施，在平均操作 2 次以上的壓力下，維持全年約 40 億噸的穩定供水。反觀，與臺灣水文及人文環境相近的日本擁有 2,734 座水庫，總蓄水量 300 億噸，為其年用水量 860 億噸的 1/3；美國則擁有高達 7 萬 5,591 座水庫，總蓄水量達 4,314 億噸，更占年用水量 5,600 億噸的 4/5。水庫不只有滿足用水需求的功能，事實上，當暴雨來襲時，更有蓄水防洪，減輕下游洪患的功能，與臺灣相比，美、日等國的水利工作者不論在供水與防洪工作上顯然壓力小很多。蓄水設施嚴重不足，成為臺灣旱澇交替命運的另一隻推手，然而，多年來因環保意識與環保運動的昌盛，建水庫似乎就像哈利波特中的佛地魔一樣，是個談不得、碰不得的議題，政府轉而以水資源管理、既有設施更新活化，或是以小規模的水資源開發來因應，如同前述目前正在推動中的政策。

臺灣已 20 年沒有調整水價，不僅完全沒有反映水源開發成本，也未合理反映水資源管理與供水成本。臺灣地區現行水價為每噸 10.3 元（新臺幣），相較於丹麥 182 元、法國巴黎 100 元、日本東京 65 元，新加坡 55 元等，臺灣水價過於低廉，致使不論節約用水措

施、海水淡化及廢污水回收、雨水貯留等水資源管理作為，始終成效不彰。除了價格的限制外，海水淡化及廢污水回收都是以能源換取水資源的手段，以臺灣屬高度能源進口依賴的條件，能源供應的限制及其轉嫁的造水成本也都是限制這些新興水源發展的障礙。上述水資源管理手段歷經多年，如無透過合理反應供水成本，證明終究緩不濟急，且所能增加的水量也是杯水車薪；所以每逢乾旱，最終不得已，還是都以跨部門的水資源調度為主要因應對策。

過去社會的氛圍與共識強調的是設施永續的世代公平正義與低廉水價不可調漲，但最近我們也在反思，這一代得以能有目前這些水庫的蓄豐濟枯，難道不是前人種樹的福蔭；為什麼我們這一代以保護為名而可不作為？十分低廉水價，民眾普遍不知珍惜水資源，使水資源無法有效利用，且由於水價長期偏低，造成自來水事業經營困難，為何我們不在影響民眾生計最小前提下，合理反應供水成本，如耗水費、旱季水價、水價適時調整。每一個世代有每一個世代面對的問題和解決問題的能力，每次政策調整，總有利弊，在此百年大旱之時，我們應該要理性務實的來探討各區域所需的基本水資源量，歸零思考，打破管理手段萬能、水庫是生態惡源及低廉水價的迷思，在現有作為仍無法滿足需求下，共同找尋重要且必要的水庫開發、合理反應供水成本，及臺灣的水環境條件下，水利政策、組織、制度該走向什麼方向，在科學論證基礎上理性討論取得共識，為提升臺灣面對水文不確定性及氣候變遷衝擊的韌性找尋出路。