



第二十五卷第二期 2023.12

ISSN 1606-2604

行政院新聞局局版

北市誌第2415號

發行人：賴建信

發行所：中華水資源管理學會

總編輯：陳清田

副總編輯：張煜權

出版委員會委員：王藝峰、林國華

毛振泰、李丁來

張良正、林鎮洋

陳榮松、陳憲宗

林昆賢、陳榮福

陳春宏、簡昭群

本期企劃：陳春宏、廖桂賢

張良正、林國華

會址：408204台中市南屯區

黎明路二段501號地下室

電話：(04) 22501383

22501642

傳真電話：(04) 22501608

電子信箱：cwrms.org@gmail.com

會刊下載網址：



目錄

特別企劃

地下水對提升氣候變遷下水資源供應韌性及降低環境衝擊之探討

1

張良正教授、陳祐誠博士

專論

專題1 面對極端氣候影響之抗旱及應變作為

12

簡學揚工程師、吳俊毅工程員、王年鑫組長

專題2 2022~2023抗旱應變作為

22

林正杰視察

專題3 2022~2023高雄地區防旱及抗旱應變作為

33

李明軒正工程司

專題4 韌性水設施-備援幹管及淨水場現代化

42

黃瀚陞工程員、江培祥工程師、朱益廷工程師

陳昭賢組長、鄭格浩副處長、王傳政處長

地下水對提升氣候變遷下水資源供應韌性及 降低環境衝擊之探討

國立陽明交通大學土木學系/張良正教授

國立陽明交通大學土木學系/陳祐誠博士

關鍵字：地下水、氣候變遷、韌性、水資源

一、前言

氣候變遷的衝擊是這個世代所有人必須面對的問題，沒有國家或個人可以逃避，因此立法院於 2023 年 1 月 10 日三讀通過《溫室氣體減量及管理法》修正為《氣候變遷因應法》(氣候變遷因應法, 2023)，總統府並於 2023 年 2 月 15 日公布實施，時隔 8 年大幅修法，是我國應變氣候變遷衝擊最重要的里程碑，該法中重要的內容包括：

- (一) 明定 2050 年達到淨零排放的目標
- (二) 對直接或間接排放者徵收碳費
- (三) 成立溫室氣體管理基金，專款專用於執行溫室氣體減量及氣候變遷調適
- (四) 新增了「氣候變遷調適專章」，規定政府必須建構調適能力，強化治理能力以提升韌性，制定國家氣候變遷調適行動計畫。
- (五) 納入「公正轉型」概念，必需基於公正轉型原則尊重人權及尊嚴勞動，協助所有受氣候變遷轉型或政策影響之社群穩定轉型。

前述氣候法中，碳費的徵收及交易是重點之一，將溫室氣體排放的行為直接與市場經濟連結，藉由市場的運作促成減量排放的自發性與積極性，應是一個相當有效的治理策略。另外，氣候法中新增氣候變遷調適以提高韌性的專章，事實上減量主要在降低未來氣候變遷的嚴重性，以降低必需付出的代價，調適則是因應現在或未來氣候變遷衝擊的各種作為，以降低氣候變遷的影響，因此廣義而言，藉由徵收碳費以達到排放減量，亦可視為一種長期且影響層面較大的氣候變遷調適作為。韌性則是指系統受外在衝擊後，其整體回復的能力，調適

可為減少衝擊之影響，或是增加系統回復能力，從而減少衝擊之影響，亦可加快系統之回復，因此，提高韌性是目標，調適則是達此目標的行為，即調適為因提高韌性為果。

氣候變遷法為整個國家因應氣候變遷最上位且影響最廣的法條，惟國家乃是由社區、團體、個人，甚至不同專業領域等不同利害關係人組成。不同利害關係人以各自的調適策略提高各自之韌性的同時，亦可能產生各自之外部影響，因此，各關係人最佳的策略，以整個社會而言不一定是最好的策略，亦即在做策略選擇時，除了要考慮策略對自身的效益外，尚需考量其外部影響。其中就領域而言，水資源調配受氣候變遷影響最直接，且水與能源及糧食共同為影響整個國家最重要的資源。

另外，根據 Nature Reviews Earth & Environment 期刊 (Bridget & Scanlon, 2023) 指出氣候變遷導致全球水資源儲蓄量發生變化，例如印度西北部、巴基斯坦中部及美國西北部之水資源儲蓄量儲蓄上升，而美國高原及中部山谷之水資源持續下降，建議應透過多樣化管理策略來提升水資源韌性，包含森林及濕地保護，或多元水源方案(如海水淡化、廢水再利用)，加強地表水庫與地下含水層儲蓄量之相互運用，將地表水與地下水視作單一資源進行管理，可在滿足人類及生態系統需求下，同時建立一個具有韌性的水資源系統。因此本文本將以水資源調配為範疇，探討在氣候變遷影響下，如何提高水資源供應韌性，並以地下水為策略探討之重點

二、系統韌性與對外部影響

前述各社區、團體、個人甚至不同領域等不同利害關係人，各自進行調適以提高韌性的同時，亦會產生對外部之影響，以下將對此兩個面向進一步說明。

(一) 系統韌性

United Nations Office for Disaster Risk Reduction(UNDRR)針對韌性之定義為：「韌性是指一個系統、社區或社會抵抗、吸收、適應災害造成的影響並從災害的影響中及時有效恢復的能力，包括保護並恢復其重要基本結構和功能」(<https://www.undrr.org/terminology/resilience>)。從上面定義可知，在探討韌性時首先要確

定涵蓋範圍，即要先確定系統範圍及狀態，後續所謂之受外在衝擊(災害)之影響及恢復乃針對所定義之系統而言。另外，圖 1 所示災害事件發生時，受災害衝擊時系統有一個來回的過程，即從偏離原有正常狀態，導致災害發生，到事件結束後系統回復正常狀態。韌性即涵蓋此兩個連續的過程，而提高韌性則在減少系統偏離常態所致之災害損失及提高事件結束後之復原效率，簡而言之即是加強減災(含救災)及災後復建的量能。

因此就因應氣候變遷而言，提高韌性包含了各種因應氣候變遷的作為，如降低風險、減少暴露、強化系統本身以降低脆弱度及提升系統回復力等。除此之外，若能降低災害事件的強度或頻率，亦可減少系統偏離程度減低災害損失，廣義而言亦可視為一種提高系統韌性的調適作為。前述減少溫室氣體排放，即在減少未來氣候變遷的嚴重程度，是一種全球尺度降低災害事件的強度或頻率之調適作為，以提高未來地球面對氣候變遷的韌性，將影響所有人。整體而言，提升韌性包含減少外部衝擊、降低系統偏離與強化系統回復力三大面向。

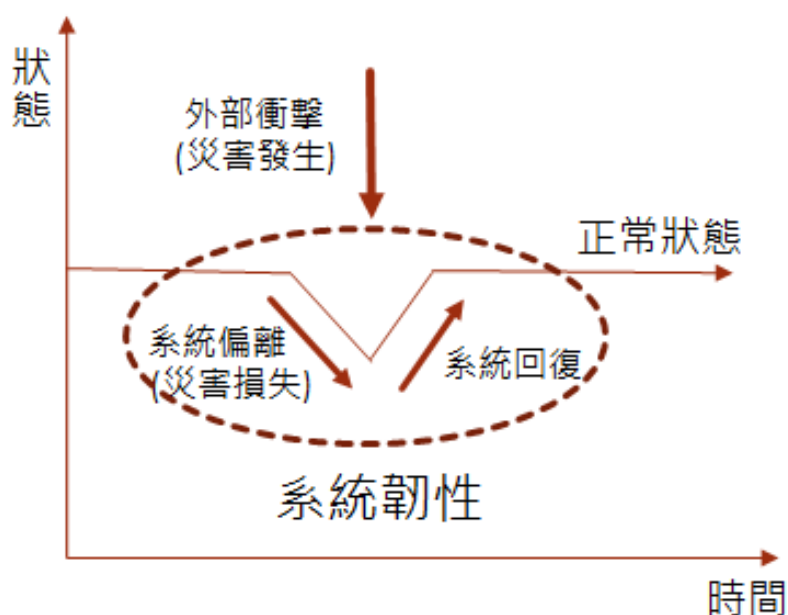


圖 1 系統韌性示意圖

(二) 對外部影響

前述說明系統韌性本身的定義，在此進一步說明進行韌性提升之策略選擇時亦應注意對外部環境之影響。圖 2 所示為以國家為範圍，國家乃是由社區、團體、個人，甚至不同專業領域等不同利害關係人組成，而不同利害關係人可視為不同系統。不同利害關係人以各自的調適策略提高韌性的同時，亦可能產生對外部之影響，因此，就國家整體而言，亦需導引或制定規則以使所有利害關係人，策略選擇時皆需考量所造成之外部影響，而非僅考量各自之韌性提升效益。

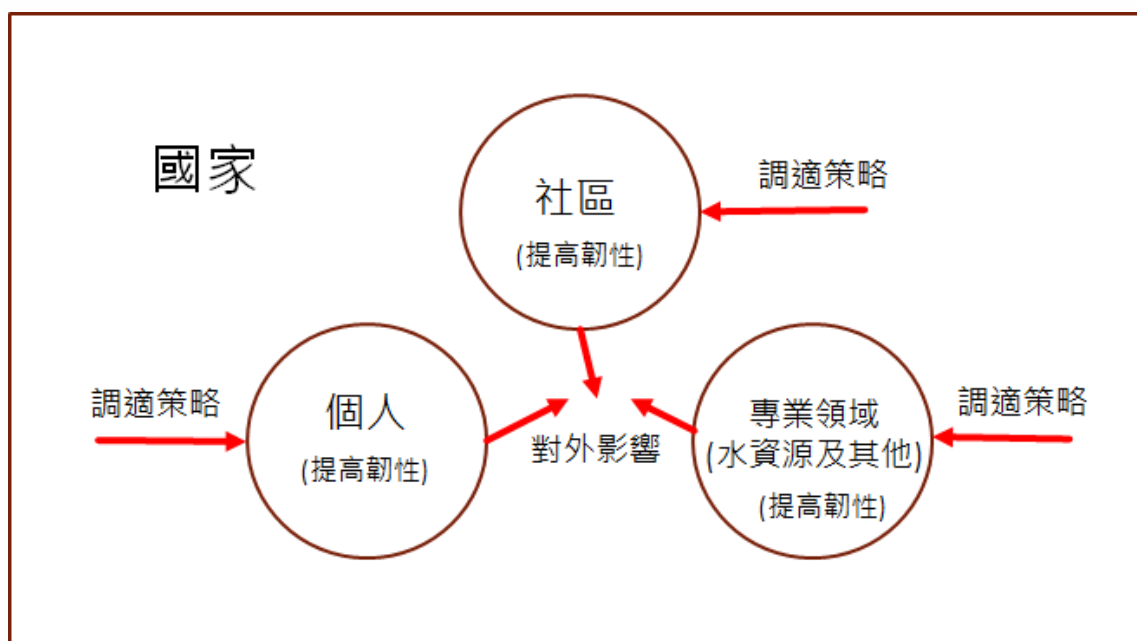


圖 2 系統韌性提升與對外影響示意圖

三、水資源策略綜合評估

前述說明指出提升系統韌性時需考量其對外部影響，因此本文在此對各種不同水資源調配策略，以此兩個面向進行定性之綜合評估。(表 1) 為各種水資源方案之環境衝擊與成本評估分級，表中環境衝擊愈大者點數愈高，單位成本高者點數亦高，因此總點數低者較有利，最後分級級數低者較有利。

(表 1)中就環境衝擊而言，水庫對下游土砂及對河川生態影響大，故環境衝擊最大；河川取水亦有類似之影響惟相較水庫較下游且堰體較低，影響相對較小；其次海水淡化需有高濃度滷水排出，對海洋環境亦有影響；地下水若在適當地點，且在管理監控之下使用，可將影響降到最低；再生水可減少最後廢汙水排出量，降低外來水源需求量，因此相對原來系統，對環境反有正面影響，因此點數最低。就單位水成本而言，其成本高低如表中所示，成本高者點數亦高，加總兩項點數再進行分級，前述五類策略可分四級，其中以地下水為第一級最為有利。

(表 2)為各種水資源策略之綜合評估，進一步綜合環境與成本(表 1)、能源使用及系統韌性三項，(表 2)中能源使用部分，海水淡化最耗能點數最高，其次為再生水，地下水一般亦需抽水電能惟較前兩者為低，河川水及水庫水大多為重力引水，不需再耗能源，甚至可進行水力發電，對能源反有正面影響，其中水庫水發電量較高；系統韌性部分，若供電穩定則海水淡化不受氣候條件影響，可穩定供水韌性最高，故點數最低，再生水來源為部份之生活廢水，穩定性其次點數次低，地下水較不受地表氣候影響，乾旱時供水穩定性較水庫及河川高，河川取水受乾旱影響最大故點數最高。加總所有點數再進行分級，前述五類策略可分四級，其中以地下水為第一級，最為有利，其次為再生水，再生水與海水淡化的差距主要來自對環境的影響，再生水為正面影響，海水淡化則為負面影響。

前述分析中，能源使用對最後結果之影響權重約為三分之一。事實上環境衝擊、成本及能源使用共同為策略對外部影響，若能源使用先和環境與成本進行對外部影響評估，再與系統韌性進行綜合考量，則能源使用對最後評估結果之影響權重將降為六分之一。氣候法中，能源使用者為溫室氣體間接排放者亦需繳納炭費，因此，本文乃採前者分析方式，提高能源使用之權重，以呼應氣候法中排放減量之目標。另外，前述所有方案之評估都假設在適當的管理下進行，過去沿海地區地下水使用並無合理之管理，以致地下水超抽造成地層下陷，惟此在適當的管理下，是可以避免的，在適地適量之管理下，地下水使用對環境的衝擊低。

前述分析乃是整體性之定性分析，可作為政府整體水資源經費分配及區域水資源經理方向之參考，至於具體開發個案，則會因應個案

本身現地條件的不同而有相當大的差異，因此，並不適用於具體開發個案之比較。

表 1 不同水資源方案之環境與成本評估表

	環境衝擊	單位成本	總點數	環境與成本分級
河川水	4	2	6	3
水庫水	5	3	8	4
地下水	2	1	3	1
海淡水	3	5	8	4
再生水	1	4	5	2

表 2 不同水資源方案綜合評估表

	環境與成本分級	能源使用	系統韌性	總點數	綜合評估分級
河川水	3	2	5	10	4
水庫水	4	1	4	9	3
地下水	1	3	3	7	1
海淡水	4	5	1	10	4
再生水	2	4	2	8	2

四、地下水提升區域供水韌性實例

前述綜合考量區域供水韌性及對外部衝擊下，若有適當管理，地下水可以是最有利的方案。目前國內對地下水使用可分幾大部分，即民間私井、農業部農水署農業用井、自來水公司抽水井與伏流水，及經濟部水利署之伏流水與救旱井。近幾次大旱顯示伏流水與救旱井對提升區域供水韌性有很大的成效，因此以下將簡要說明目前伏流水與救旱井之實際應用情形。

(一) 伏流水

國內早期所開發之伏流水工程以集水廊道(暗渠)為主，二峰圳(1923年)、南和圳(1925年)、金同春圳(1932年)、崁頭厝圳(1941年)，其中最早之屏東的二峰圳，由日本水利專家鳥居信平設計，工程是在林邊溪往河床底下埋設約328公尺長混凝土製的地下堰堤，以收集地下伏流水，完工後的二峰圳，在豐水期的出水量每日有25.2萬噸，枯水期有6.8萬噸，至今每天仍有約10萬噸的水給下游使用。

國內最早有輻射井工程之記載為於1954年，由台灣大學金城教授所執行之輻射井試驗計畫，該試驗係施作於台南市棉麻試驗所農場，此外，有紀錄之較正式、較具規模之河畔輻射井取水工程，為台糖公司地下水勘測隊於1959年於高雄第一水源地高屏溪河床所建造。輻射井開發方式係由井徑4m的寬口井、井深10m，水平濾水管11支，該井開發後之出水量約為每日4萬噸，惟該口井目前已不復存在(經濟部水利署南區水資源局，2012)。

氣候變遷導致暴雨及乾旱出現機率提高，而高屏溪攔河堰以往常因暴雨造成原水濁度急速升高不易處理，須經一段時間之沉澱，原水濁度才會逐漸回復正常，致使引用攔河堰地面水之淨水場無法正常出水，故自來水公司分別於104年及106年規劃高雄市大寮區翁公園淨水場、大樹區竹寮取水站設集水井、溪埔伏流水、大泉伏流水及興田伏流水等，並於高屏溪河床內設集水管，因透過地層自然砂礫層介質的過濾、生物降解、吸附、沉澱，於汛期汲取高屏溪較潔淨且低濁度之伏流水，除可作為備援水源，平時於豐、枯水期皆能取得相當水量(台灣自來水公司，2018)，使

得高雄地區近年豐、枯水期間之供水穩定已獲相當成效，為有效提升整體水資源韌性。

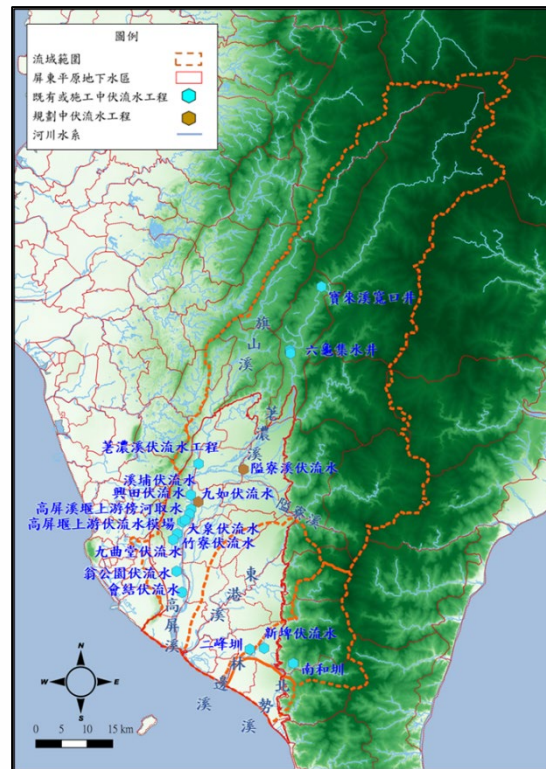


圖 3 高屏溪及林邊溪流域之伏流水設施分布

(二) 救旱井

全台 2020 年 6 月至 2021 年 5 月下旬間，歷經半世紀以來最嚴峻旱象，而中南部地區如雲林及屏東等，水資源供應系統較仰賴地下水之地區，供水影響較小，而北部及中部地區如新竹及台中，水資源供應系統較仰賴地表水，因此影響較大。

地下水於枯旱期間發揮關鍵救命水源的角色，該段期間水利署共啟用 352 口抗旱水井，每日最大抽水量約 66.5 萬噸，其中新竹啟用 38 口水井，每日最大抽水量約 5.1 萬噸，佔新竹地區每日民生與工業用水量約一成；而台中及北彰化地區，則啟用 148 口水井，每日最大抽水量約 28.3 萬噸，佔台中地區每日民生及工業用水量約二成；高雄地區啟用 99 口水井，每日最大抽水量約 19 萬噸，佔高雄地區每日民生及工業用水量約一成(環境資訊中心，2021)。

而旱象解除後，從頭前溪沿岸地下水觀測水位(圖 4)可看出，於救旱井抽水期間，地下水位明顯持續下降，最大下降幅度約為 1 公尺，然而自 5 月底開始降雨後，地下水位即迅速地上升，並回復至原本水平，其意味著設置救旱井之頭前溪沿岸地下水區，其地下水系統回復力高，可承受外部災害(旱災)之影響，並於短時間回復。

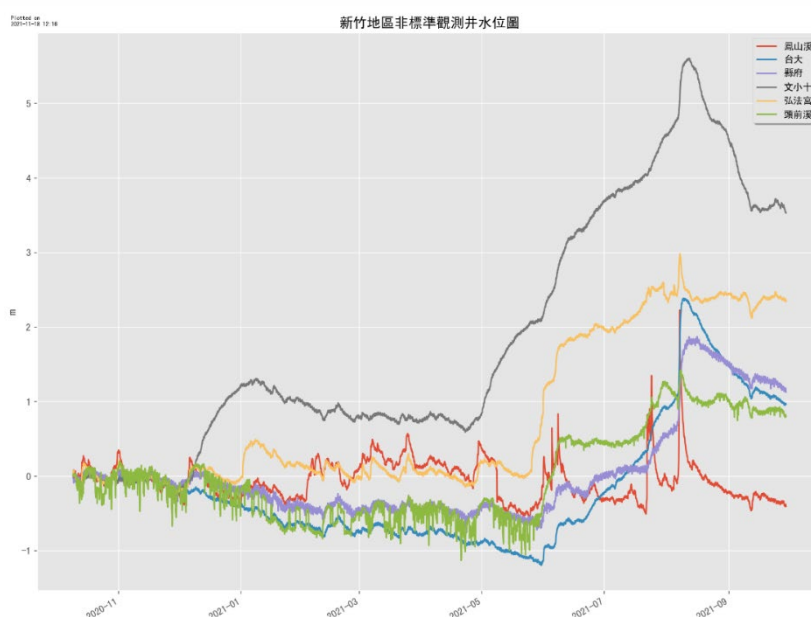


圖4 新竹頭前溪沿岸地下水觀測水位變化(2020年11月至2021年9月)

五、地下水韌性地圖

前述伏流水及救旱井等地下水設施確可有效提升水資源供應韌性，惟進一步而言，地下水開發需因地制宜適地適量，於不同地點抽水對地下水位(地下水系統狀態)之影響不同，亦即不同地點地下水系統之韌性不同，韌性高者抽水對地下水位之影響較小，因此若能於韌性較高的區域進行開發，則可提供更大的穩定供水量，進而可使區域水資源供應更穩定，更進一步提高區域水資源供應韌性。

地下水韌性地圖即為地下水系統韌性之空間分佈，其相關研究，國外方面 Sangam Shrestha al., (2020)指出尼泊爾加德滿都谷地，由於過度開發及氣候變遷導致地下水資源日漸枯竭，該研究透過分析氣候變遷對地下水資源的影響，並繪製不同氣候變遷情境下加德滿都谷地地下水韌性分布圖，指出山谷北部及南部地區之地下水對氣候變遷有

較強適應能力，也針對韌性較低區域制定調適策略以因應氣候變遷所帶來之負面影響。國內相關研究則有經濟部水利署針對屏東平原地下水位變動進行研究(經濟部水利署，2016)，並建議出地下水開發區位。其計畫成果發現屏東平原地下水位較穩定區域亦即韌性較高區域，為高屏溪流域中游區段，其位置約為屏東平原扇頂與扇央的交界處，於屏東平原北區為西勢、大湖、新威、旗山、九如、土庫及中洲等 7 個觀測站鄰近區域，屏東平原南區則為崁頂、新埤及新莊等三個觀測站鄰近區域，該 10 處區域可視為地下水高韌性區域，可為地下水開發優先考量區域。

六、結論與建議

- (一) 整體而言，進行系統韌性提升之策略選擇時，除了提高系統韌性外亦應考量其對外部環境的影響，本文綜合評估各水資源開發策略之供水韌性提升及對外部之影響，可得在適當管理的前提下，地下水可以是最有利的策略，惟在 2021 年核定之「臺灣各區水資源經理基本計畫」中(經濟部水利署，2021)，對地下水採取的僅有減抽、補注、地層下陷監測等地下水保育作為，並未進一步將地下水視為一可提高供水韌性的重要水源，而予以更積極的管理，建議後續政府在地下水管理與開發應更積極的投入。
- (二) 由近幾次乾旱顯示，伏流水及救旱井等地下水設施確可有效的降低乾旱對供水之影響，提高區域水資源供應之韌性。在氣候變遷影響下，未來水資源供應之穩定性將面臨更大的挑戰，地下水在整體水資源供應的角色將更加重要，建議未來應有更良好的規劃與溝通，以避免臨渴掘井及減少民眾之疑慮。
- (三) 地下水為整體水資源供應的一環，因此提高地下水系統的韌性，亦可提升整體水資源供應之韌性，為因應氣候變遷影響，加強整體地下水供水系統之韌性，高韌性地區應為優先開發區域，建議針對全台地下水進行地下水韌性盤點，以為地下水開發營運之依據。

(四) 維持區域水資源供應之穩定為政府中央單位之責任，惟其中地下水之水權核發卻在地方政府，就水資源供應的角度而言，中央單位有供水之責(含地下水)卻無地下水管理之權，權利與責任單位不一致，以致降低整體地下水管理之效率，此管理制度問題，乃是未來提高整體地下水管理效率待解決的關鍵課題之一。

參考資料：

1. Bridget R. Scanlon et al., (2023), Global water resources and the role of groundwater in a resilient water future, *Nature Reviews Earth & Environment*, Vol. 4, Pages 87–101.
2. Sangam Shrestha et al., (2020), Mapping groundwater resiliency under climate change scenarios: A case study of Kathmandu Valley, Nepal, *Environmental Research*, Vol.183, Pages109-149.
3. UNDRR, <https://www.undrr.org/terminology/resilience>
4. 台灣自來水公司(2018)，高屏溪溪埔伏流水工程基本設計報告。
5. 環境資訊中心(2021)，枯旱預「井」(上)：逾350口抗旱水井 水情紅燈還能持續供水的關鍵。<https://e-info.org.tw/node/231503>
6. 氣候變遷因應法(2023)，全國法規資料庫。<https://law.moj.gov.tw/LawClass/LawAll.aspx?pcode=O0020098>
7. 經濟部水利署南區水資源局(2012)，高屏溪伏流水及傍河取水先期調查試驗，達西工程顧問股份有限公司。
8. 經濟部水利署(2021)，臺灣各區水資源經理基本計畫。
9. 經濟部水利署(2017)，高屏與嘉南集水區地下水開發區位及可開發量評估總報告，財團法人成大研究發展基金會。
10. 經濟部水利署(2016)，臺灣地區乾旱時期地下水備援用水評估系統建置，國立雲林科技大學水土資源及防災科技研究中心。

面對極端氣候影響之抗旱及應變作為

台灣自來水公司/簡學揚工程師

台灣自來水公司/吳俊毅工程員

台灣自來水公司/王年鑫組長

關鍵字：極端氣候、旱災、台水公司

摘要

台灣因天然環境的限制、水庫數量不足與分布不均，造成供水任務高度仰賴梅雨與颱風所帶來的雨量，而近年來極端氣候事件的頻率和嚴重性的明顯增加，尤其是持續性的乾旱氣候，與旱澇分布不均，造成台水公司的供水壓力變得更頻繁和沉重。面對諸多旱災所衍伸之供水問題，台水公司除依據如百年大旱、基隆抗旱等各項抗旱應變措施經驗，亦配合主管機關各項抗旱政策及水資源計畫整合為台水公司之應對策略，整體包含旱災對台水公司的影響、應對策略、具體措施以及案例等，並持續滾動檢討其相關內容，使得台水公司能夠更有效地因應極端氣候之乾旱事件，此外，台水公司也積極宣導節約用水的觀念，以提高公眾的水資源保護意識。以如此整體性的應對策略做為應對極端氣候事件的有效工具，有助於穩定的持續供水任務，在面對氣候變化帶來的挑戰時，發揮了極大的作用，為民眾及企業提供了堅強的供水支持。

一、前言

聯合國政府間氣候變遷專門委員會（Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC）於 2021 年 8 月 9 日公布氣候變遷第六次評估報告（IPCC AR6）— 第一工作小組(WGI)報告，全球暖化已經影響世界各地許多極端天氣與氣候事件，無論哪種溫室氣體排放情境，全球將持續增溫至少到二十一世紀中，除非在幾十年內大幅減少二氧化碳及其他溫室氣體排放，否則全球暖化幅度將在 21 世紀超過 1.5°C，直接造成氣候系統的諸多變遷，且 2022 年 2 月 28 日公第二工作小組（AR6WGII）「衝擊、調適與脆弱度」報告更加說明氣候變遷的衝擊及風險將逐漸變得更為複雜，故影響台水公司供水任務較大的豪雨、乾旱、颱風事件發生頻率與強度可能增強，特別是乾旱導致的水源枯竭，嚴重影響自來水的供應，更需要台水公司積極正面應對，以確保

持供水正常，維持民生及工業穩定。

二、旱災對台水公司的影響

總結近年來極端氣候中的乾旱事件可能對自來水供應產生多方面的影響，包括：

- (一) 水源減少：乾旱導致河川流量和水庫水位下降，地下水蓄水層枯竭，減少可用的水源，影響供水的穩定性。
- (二) 水質惡化：由於水量減少，水源中的污染物濃度上升，水質下降，需要更多的淨水程序來確保水質安全。
- (三) 用水限制：台水公司可能須依相關規定實施用水限制措施，如降低供水壓力、減少供水量、定時供水和定點供水等，以確保供水的可持續性。
- (四) 收入減少：由於停水或供水限制，部分用戶可能減少自來水的用量，導致台水公司的收入減少，導致台水公司難以維護及更新其設施，進而影響水質和供水穩定性，造成惡性循環。
- (五) 供水成本上升：在乾旱情況下，台水公司可能需要投入更多的供水成本，如抽水設備、水質處理、送水加壓設備等，導致供水成本上升。
- (六) 社會衝突：水源短缺可能引發社會衝突，尤其是在水資源稀缺的地區，可能出現用水爭議和矛盾。

綜上所述，極端氣候中的乾旱事件對自來水供應可能帶來多重影響，需要自來水公司制定緊急應對措施，確保供水的可靠性和安全性。

三、台水公司應對旱災的策略

針對旱災因應的對策，台水公司全面性檢討相關應對的策略，確保供水的穩定性，以下就各方向概要說明：

- (一) 多元水源開發與管理：開發深井及伏流水等區域型水源，藉由地面、地下水源與水庫蓄水量聯合調配運用，另於澎

湖地區興建海水淡化廠，以確保在旱災期間仍有充足的供水來源。

- (二) 節水宣傳和教育：推動公眾節約用水的意識，透過宣傳、教育活動和節水設備的推廣，減少用水浪費，提高水資源的利用效率。
- (三) 供水計劃調整：在預測旱災時配合調整供水計劃，合理分配水量水壓，確保優先滿足人們的基本用水需求。
- (四) 水質監測和處理：在旱災期間，水質可能受到影響，台水公司加強水質監測，及時處理水源和供水過程中的污染，確保供水的安全性。
- (五) 區域調度：根據不同地區的供水需求和水源情況進行調整，截長補短，更好地平衡各個水庫之間的水量，降低水庫枯竭的風險，延長水庫的待雨期，確保整體供水系統的穩定性。
- (六) 用水限制和管制：台水公司於必要時須實施臨時的用水限制和管制措施，如限制用水時間、用水量和用水方式，以確保水資源的有效使用及持續性。
- (七) 緊急應對計劃：台水公司制定完善的緊急應對計劃，包括供水中斷時的各項應急供水措施，確保在旱災情況下人們的供水需求得到滿足。
- (八) 提升供水韌性：加強供水設施的韌性，對可能的旱災和乾旱情境進行風險評估，做好供水設施的強化和改進。
- (九) 技術和創新應對：採用新技術，如水質監測系統、供水管網智能管理等，提高供水的效率和運營管理。
- (十) 社會協作：台水公司與政府、企業合作，共同應對旱災挑戰，分享資源和知識。

爰此，台水公司應對旱災的策略需要綜合考慮供水安全、水質保障、供水計劃調整等多方面的因素，確保在極端氣候情況下能夠保障供水穩定性及持續性。

四、應對乾旱的具體措施

(一)伏流水：

台水公司針對旱季供水問題，前後於 104 年完成竹寮及翁公園伏流水工程，增加高雄供水 20 萬 CMD，並陸續推進其他工程如 109 年完成溪埔伏流水、110 年完成大泉及濁水溪伏流水，提升區域供水穩定，後續持續辦理「加強平地人工湖及伏流水推動計畫」並就「抗旱 2.0 計畫緊急伏流水設施安全強化及改善」，以做為枯水期備援水源。

表 1. 近年推動之伏流水工程

年度	工程內容	開發水量
104 年	竹寮、翁公園伏流水	20 萬/日
109 年	溪埔伏流水	15 萬/日
110 年	濁水溪伏流水	3 萬/日
110 年	大泉伏流水	15 萬/日



圖 3 伏流水取水及淨水設備

(二)地下水(備援井、抗旱井)

配合經濟部水利署盤點共計全台 142 處潛勢點，其中經確認可鑿井地點計 13 處，目前本公司已鑿設完成計為新北(貢寮淨水

場 6 口、八堵淨水場 3 口與六堵淨水場 1 口)1 處，出水量約 9,000 噸/日。



圖 4 抗旱鑿井

(三)海淡水開發

進行「離島地區供水改善計畫第二期」，其中吉貝嶼 600 噸、七美嶼 900 噸海水淡化廠預計於 113 年完工，年供水量分別約為 12.2 萬和 25.3 萬噸。馬公地區已於 112 年 6 月底完成增建 6,000 噸海水淡化廠，每年供應 219 萬噸，能滿足該地區至民國 120 年的用水需求，穩定民生用水、增加水源備援、減少地下水抽取，同時防止地下水鹽化和超抽對環境的影響。

(四)水庫清淤

台水公司積極進行水庫清淤工程，以提升水庫的蓄水容量和利用效率。清淤工程自 106 年開始清淤量逐年增加，例如 107 年達 99.1 萬立方公尺，108 年為 74.2 萬立方公尺(因南化水庫調整為跨年度執行)，109 年達 107.4 萬立方公尺，110 年執行 128 萬立方公尺，111 年達 150.2 萬立方公尺。台水公司還在 112 年將清淤目標量提高至 193 萬立方公尺，以持續改善水庫蓄水量。

同時，台水公司也致力於水庫設施的更新改善計畫，如「南化水庫溢流堰加高」、「東港溪攔河堰新設港東堰體」、「永和山水庫備援導水路」及「鳳山水庫水位蓄升計畫」等，提高水庫原水蓄水效率，增加水資源運用的彈性。

(五)烏嘴潭人工湖下游自來水供水工程計畫：

包括建設處理每日 21 萬噸烏嘴潭水源及每日 5 萬噸的草屯水源的淨水場，以及長達 90 公里的淨水場下游送水幹管。計畫執行期程為 108 年至 115 年，總投資金額為 123.6 億元。透過這項計畫，可有效運用烏溪豐水期的餘水，並經自來水系統供應彰化及南投（草屯）地區的生活用水需求，從而降低地下水抽取量，有助於減緩地層下陷問題。

(六)其他辦理中及預訂辦理計畫：

辦理中工程包含曾文淨水場擴建工程預計 113 年完成，可提升每日 13 萬噸供水量；台南山上淨水場供水系統改善預計 114 年完成，可提升每日 5 萬噸供水量及每日 10 萬噸輸水量；后里第一淨水場預計 115 年完成，可提升每日 20 萬噸供水量。

預計辦理工程包含：高雄手巾寮淨水場改善計畫委託服務辦理中可恢復至 2.1 萬噸並增加 0.4 萬噸水量；新竹第一淨水場改建計畫預計 119 年完成，可恢復至每日 8.9 萬噸供水量；南臺中淨水場供水工程預計 117 年完成，可提升每日 5 萬噸供水量。

五、台水公司抗旱案例

(一)110 年百年大旱

109 年台灣經歷了罕見的天氣事件，創下 56 年來首次無颱風登陸的紀錄，110 年梅雨又延遲來臨，導致了百年來的大旱災，政府和相關單位自 109 年 7 月開始採取了一系列應對措施，包括灌區休耕停灌、積極宣導節約用水、實施跨區域調度、管制水庫用水總量，新增多元水源及減壓(量)供水等甚至宣布在 110 年 4 月 6 日起苗栗、臺中及北彰化地區約 106.3 萬戶實施供五停二分區供水措施，隨著 110 年 5 月底的梅雨到來，於 6 月 6 日解除長達 9 輪之水情紅燈分區供水措施。

為因應這場嚴重的旱災，台水公司於 109 年 9 月 16 日成立了成立抗旱應變小組，由當時的董事長兼代理總經理胡南澤領導，將抗旱工作分為四大類，包括供水調配、抗旱水源、抗旱宣導和管網維護，同時密切協調政府旱災應變中心和相關政府部門的指示，順利度過了百年大旱，其四大項主要工作內容如下。

1. 供水調配：配合北、中、南區供水跨區域及轄區調度如：北水處支援板新地區每日 72 萬噸、桃園支援新竹水量提升至每日 20 萬噸、雲林支援嘉義地區水量提升至每日 10 萬噸、高雄北送台南每日 20 萬噸等調度工作。
2. 抗旱水源開發利用：辦理「109 年下半年旱災緊急應變—抗旱水源緊急利用計畫」、「緊急抗旱水源應變計畫 2.0」、濁水溪伏流水工程、彰濱淨水場、高屏溪大泉伏流水工程、二層行配水池工程、大泉淨水場新建工程。
3. 抗旱宣導：依據經濟部自來水停止及限制供水執行要點並配合中央水情燈號決策，落實執行各階段供水措施、管控節水目標，總節水量約 1 億 775 萬噸，平均節水近 10%，其中苗栗及台中(含北彰化)地區實施分區供水時，週節水率一度高達近 25%以上；除於公司官網設立「抗旱專區」，並透過各種管道抗旱期間起共辦理 1 場大型節水活動、705 場節水宣導活動及發布抗旱相關宣導影片 8 部、新聞稿 27 則、臉書粉絲團貼文 63 篇。
4. 管網維護：於抗旱期間請各區處加強督促所屬控管漏水搶修時效，加強漏水處理速度，並成立漏水新聞事件緊急處理小組，減少媒體刊登漏水搶修延後負面報導，以維護公司形象。



圖 5 桃竹備援幹管管(六)施工情形



圖 6 建築工地地下水_老佛爺建築工地空拍圖



圖 7 台中地區分區供水管網操作



圖 8 臨時供水站儲水桶補水

(二)基隆抗旱

每年7、8月為台灣東北角之乾旱季節，然受極端氣候影響，111年6至8月間該區域降雨趨勢較往年減少8成以上，讓雙溪溪水位下降速度超出30年來的常態經驗，台水公司循例辦理相關調度，尚能滿足基隆地區用水需求，惟基隆市信義區等高地地區因水壓不足，發生停水情形。台水公司於8月12日成立基隆抗旱緊急應變小組，並於第一區管理處設立前進指揮所，並做相關緊急應變調度工作，持續至9月2日撤除應變小組及前進指揮所，並於10月17日基隆地區恢復正常供水，相關緊急應變工作如下

1. 在貢寮淨水場上游公館橋、坤溪橋、長潭橋及青坑等處深潭可利用的水源藉由抽水機及虹吸管引水，短期再恢復增加貢寮堰每日1.4萬噸水源量；貢寮堰下游沿線農田水渠回抽，並由國軍支援移動式淨水車於貢寮場橡皮壩下游抽取溪水淨水。
2. 本公司與水利署於貢寮淨水場及周邊新鑿於貢寮淨水場及周邊新鑿合計16口深井因應，合計可提供每日1.2萬噸水量。
3. 研擬辦理「基隆緊急抗旱海淡工程」，計畫於基隆開發新水源，將新竹南寮水利新創基地之海淡機組設備拆卸移至基隆使用，期以淡化海水的方式增加原水供應量，緩解基隆旱象，後因軒嵐諾颱風於9月初來襲，基隆解除旱象而停止海淡工程。

4. 為確保貢寮取用水源可完整供應至基隆地區，減供瑞芳地區供水，期間改由員山淨水場增量支援，同時協調軍方協助提供三台移動式緊急淨水設備，每日提供約 225 噸出水量。
5. 台水公司動員 48 水車、設置 81 處 113 只儲水桶、國軍支援 40 部水車及民間企業支援 6 部 30 噸大型水車投入送水，並規劃水車運補路線，提升運補效率，總共載運水量達 6,724 噸，載水車次 1,198 次。

於基隆抗旱結束後，續辦理下寮加壓站、八堵抽水站及新山場原水加壓站老舊抽水機汰換、新設東海加壓站等工程以因應日後抗旱供水調度使用。

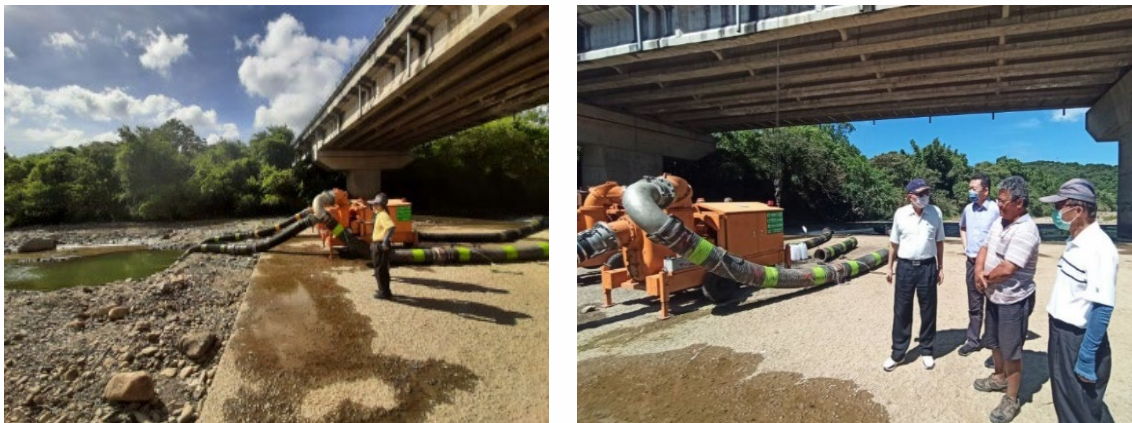


圖 9 時任董事長胡南澤至雙溪上游深潭引水視察

六、結論

旱災是一個持續性的挑戰，在面對全球暖化所造成的極端氣候乾旱事件，台水公司展現積極應對的決心和能力，不僅於多元水源開發和管理策略，包括伏流水、地下水、海淡水開發以及水庫清淤等，降低了依賴單一水源的風險，另持續辦理諸多工程計畫，以提升供水韌性，此外，亦積極推動節水宣傳和教育，提高公眾對水資源保護的意識，期望節水成為一種生活方式，以進一步提升水資源利用的持續性。最重要的是，台水公司以抗旱的豐富經驗為基礎，綜合各項抗旱時期的調度作為，配合各級單位應變措施，以迅速而有效的應變作為來應對極端氣候所造成之乾旱事件，確保民眾及企業的用水需求。

參考文獻：

1. IPCC, (2012), "Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation. "
2. 臺灣氣候變遷推估資訊與調適知識平台，〈氣候知識：氣候變遷與極端氣候有何不同？兩者之間有因果關係嗎？〉。(2022.06.27 檢視)
3. National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. (2016). Attribution of Extreme Weather Events in the Context of Climate Change. Washington, DC: The National Academies Press
4. 台水公司,百年大旱 台水抗旱特輯

2022~2023 抗旱應變作為

經濟部水利署/林正杰視察

關鍵字：氣候變遷、南部大旱、抗旱

摘要

近年氣候變遷導致枯旱風險增加，2022 年 7、8 月全臺降雨為歷年第 2 少，之後南部地區全年降雨量也創下 30 年來最少紀錄，所幸經濟部提前部署因應，於 2022 年豐水期即邀集相關單位召開供水情勢檢討會議，8 月即啟動各項防旱整備作業，陸續於 8 月 27 日成立旱災水利署災害緊急應變小組、11 月 24 日成立旱災經濟部災害緊急應變小組、2023 年 3 月 1 日成立旱災中央災害應變中心，並透過每日監控水情及供水調度情況，加強水庫細緻操作及出水總量管控、區域供水調度、加強農業節水灌溉、產業節水、自來水減壓、人工增雨等措施，以及趕辦「2023 年穩定南部供水抗旱計畫」，整合中央、地方及民間共同協力多省水、多調水、多找水全力抗旱，才得以減輕旱象衝擊，所幸於 2023 年 5 月過後幾波鋒面及 7、8 月間杜蘇芮與卡努颱風外圍環流帶來降雨，讓水情逐步好轉，因此陸續於 6 月 12 日撤除旱災中央災害應變中心、8 月 7 日及 8 月 29 日分別撤除旱災經濟部及水利署災害緊急應變小組，全臺水情回復正常，順利度過旱情。

一、前言

近年氣候變遷加劇，枯水期降雨偏少，2020 年豐水期無颱風侵臺帶來足夠降雨，後續 2021 年春雨亦不如預期，造成臺灣百年來最嚴峻旱象，所幸在政府及社會各界努力省水、找水及調水情況下，才能將旱象對社會影響降到最低，通過百年大旱考驗。

然而極端氣候的考驗非僅止於此，2022 年 7、8 月全臺降雨不及平均的 4 成，為史上第 2 少雨，也因此造成基隆地區供水壓力，此外，從 2019 年 8 月下旬白鹿颱風登陸後，至 2023 年枯水期已 3 年多無颱風登陸，亦造成南部地區 2022 年全年降雨量為 30 年來最少，讓臺灣在 2022 下半年至 2023 上半年期間再次面臨旱象考驗，也因為中央地方各單位提早啟動各項應變作為，輔以 2021 年抗旱經驗，才能再一次度過考驗。

二、提前部署減少基隆地區旱象衝擊

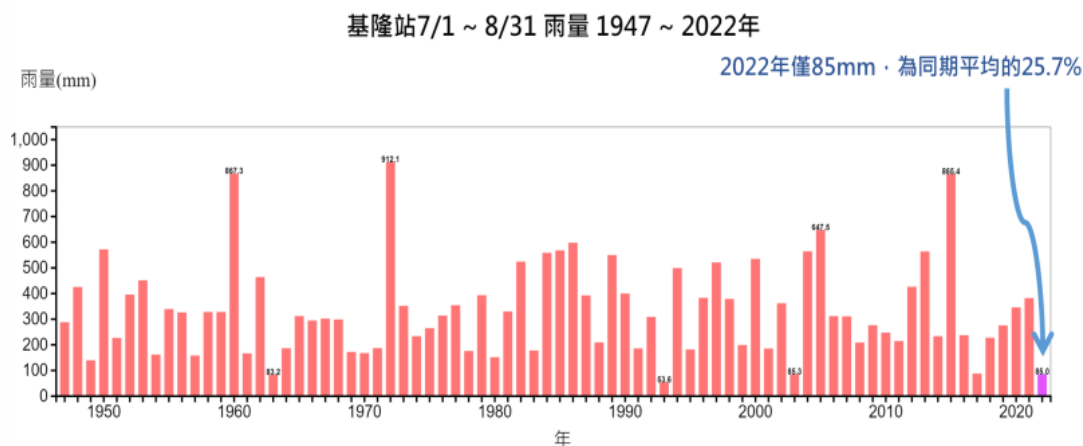


圖 1、1947 年以來 7/1 至 8/31 基隆累積雨量

(資料來源:中央氣象局)

2022 年 7、8 月降雨異常，全臺平均雨量僅約 225 毫米，降雨日數不到 16 天，均為歷史同期第 2 少，其中基隆地區 7、8 月降雨量僅 85 毫米，為史上第 4 少雨，僅約同期平均的 25.7%，造成北部地區雙溪與基隆河水量迅速下降，導致基隆中正、信義高地區供水困難。經濟部於 2022 年 7 月 27 日提前部署邀集各單位研商供水情勢，8 月即啟動各項防旱整備作業，並於 8 月 27 日成立旱災水利署災害緊急應變小組審慎因應。

為解決高地區缺水問題，水利署與台水公司積極合作，採取管網調配、重啟舊有供水網路、上游深潭加強取水及新鑿深井等作為，延緩雙溪貢寮堰水位降低，水利署並協請國軍支援淨水設備，另與民間企業合作，搭配台水公司共動員超過百輛水車支援運補，水車直接運補社區蓄水池，大幅降低民眾用水不便，透過各界齊心抗旱，加上受惠於 9 月 4 日軒蘭諾颱風外圍環流為北部地區帶來久違豐沛降雨，基隆地區水情燈號方於 9 月 5 日調整為水情提醒綠燈，並於 10 月 17 日恢復水情正常。



圖 2、旱災應變小組研商供水情勢



圖 3、雙溪上游深潭加強取水

三、南部 30 年來最大旱抗旱應變作為

南部地區 2023 年上半年面臨嚴峻旱象，各主要水庫蓄水率及河川流量持續下降，其中臺南及高雄地區水情燈號分別於 2023 年 3 月 1 日及 3 月 30 日轉為減量供水橙燈。經濟部與中央地方相關單位提前於 2022 年 8 月展開防旱應變作業，相關備援水源如伏流水、抗旱水井、水庫水及區域調度等均已提前完成整備啟用，才能讓南部地區用水沒有受到太大影響。

另外，為了提升南部地區備援用水，經濟部趕辦「2023 年穩定南部供水抗旱計畫」強化區域調度及增鑿抗旱水井。再加上移動式淨水設備、建築工地水、緊急海淡機組及再生水廠產能擴大等多元水源的利用，可增供每日 25 萬噸以上水源(相當於高雄地區 17%用水)。對舒緩南部地區供水壓力有很大助益，相關抗旱應變作為分述如下：

(一) 節水調度降低旱象衝擊

抗旱期間水源有限，因此每一滴水都要做最有效利用，經濟部在枯旱期間滾動檢討各項節水調度措施，與農委會、國科會及南部地區各縣市政府等單位合作，透過各項跨區供水調度、水庫總量管制、農業節水灌溉、以及自來水常態減壓等措施，自 2022 年 6 月至 2023 年 5 月底節水調度成效達 10 億噸(相當於曾文水庫 2 倍庫容)，對於南部地區枯水期水庫普遍蓄水率不佳情況下，可為南部供水提供很大助益。

(二) 「2023 穩定南部供水抗旱計畫」及時救援

為因應南部地區旱象，經濟部於 2023 年上半年啟動「2023 年穩定南部供水抗旱計畫」，採行強化區域調度、增鑿水井及提升既有淨水場處理能力等措施，為南部地區帶來及時救旱水源，其中強化區域調度部分，係充分運用屏東科技產業園區既有水井餘裕水源，利用新設臨時管線支援旱象嚴峻之高雄每日 3.6 萬噸用水。此外，本計畫於高雄及嘉義地區增鑿 55 口水井，可以增加每日 20 萬噸以上救旱水源，同時再透過放寬飲用水水質標準，提升曾文-烏山頭水庫下游淨水場處理能力，致使曾文-烏山頭水庫可增加供水每日 5 萬噸，以將水源儘量蓄存於南化水庫並減少出水，強化臺南及高雄地區水源調度效益。



圖 4、日夜趕工增鑿抗旱水井

(三) 緊急海淡機組增加高雄保險水源

有鑑於 2021 百年大旱期間，在新竹南寮以及臺中港設置之緊急海淡機組發揮很即時有效的救旱效果，因應 2023 年上半年高雄地區水情嚴峻，在持續不下雨情況下，行政院於 3 月 8 日決定在高雄興達電廠旁施設緊急海淡機組，後續在水利署同仁及第一線工作人員的全力趕辦之下，每天平均動員 80 人、大型機具 10 部，僅耗費 40 天即開始產水，每天可產出 1.5 萬噸淡水，對於久旱不雨的高雄地區可及時上場救援供水。



圖 5、高雄緊急海淡機組

(四) 移動式淨水設備靈活運用

本次南部大旱期間臺南及高雄地區水情不佳，也因為有了百年大旱期間臺中建築工地地下水利用以及移動式淨水設備將水資源回收中心放流水進一步處理後，提供民生次級用水或產業用水使用之經驗，本次南部旱災期間臺南樹谷園區、永康工業區及高雄大樹污水廠等地共設置 5 部移動式淨水設備，可產水每日 2,500 噸。此外，為增進工地地下水利用，臺南善化及歸仁地區工地也配置 3 部移動式淨水設備，可產水每日 1,500 噸，在旱情嚴峻時刻，有效利用建築工地施工抽取地下水，讓珍貴水源不至於浪費，也增加抗旱用水來源。



圖 6、高雄大樹污水廠移動式淨水設備



圖 7、臺南建築工地地下水利用

(五) 臺南安平再生水擴增供應

再生水為不受降雨影響之保險水源，係因應氣候變遷下多元水源開發之一環，行政院已核定於全臺開發 11 座再生水廠，其中位於南部地區的臺南永康、安平及仁德廠，以及高雄地區鳳山、臨海及楠梓廠等，對穩定南部枯水期供水有很大幫助，而高雄

鳳山、臨海廠及臺南永康廠自 2019 年至 2022 年間已陸續供水，臺南安平再生水工程則區分兩階段供水，第一階段供水 1 萬噸已趕辦於 2023 年 3 月完成，另為因應水情嚴峻，在中央及地方合作下，協調廠商加緊趕工，於 2023 年 4 月底達成再增供 1 萬噸目標，安平再生水每日供水 2 萬噸也在枯旱期間增加臺南地區產業保險用水，同時減少民生公共用水使用，延長臺南地區水庫供水期程。



圖 8、臺南安平再生水廠

(六) 軍民齊心擴大水庫清淤

2023 年上半年枯水期早象導致幾座主要供水水庫水位偏低，為水庫清淤最佳時機，在行政院指示下，水利署與國軍合作執行擴大水庫清淤，國軍自接受清淤任務後，於一週內即完成整備，並於 3 月 15 日起動員 54 工兵群及工兵學校訓練中心共計 186 員官兵、裝備機具 49 部等，積極協助執行擴大清淤任務，本次擴大水庫清淤辦理南部仁義潭、南化、曾文、阿公店及北部石門共 5 座水庫之清淤工作。執行期間自 3 月 6 日至 6 月 5 日止，由國軍及水利署合力增加 82.2 萬立方公尺清淤量，有效利用水庫低水位期間加大水庫清淤力道，提升蓄水能力。



圖 9、國軍於曾文水庫清淤情形

(七) 與臺南市政府合作協助農民灌溉果樹

2023 年上半年南部遭逢旱情，旱象嚴峻程度甚至超過 2 年前發生的百年大旱，造成山區農作物灌溉用水短缺，由於臺南芒果樹正值開花結果關鍵期，因旱情導致灌溉水源短缺，讓農民憂心缺水影響收成。為協助農民灌溉用水，經濟部與臺南市政府合作，共同協力調派水車從新化虎頭埤載水，每日約有 21 輛水車運送灌溉用水，在臺南玉井、楠西、左鎮、南化、大內、東山等地區設置 43 處臨時取水點，供農民載運澆灌芒果、酪梨、龍眼、荔枝等果樹，解燃眉之急，在中央地方共同攜手努力下，順利幫助果農度過南部 30 年來最大旱，也讓今年芒果得以順利收成，產量不減反增，有效降低乾旱衝擊。



圖 10、協助臺南山區果農灌溉度難關

四、近年水資源建設成效顯著

2023年上半年南部地區嚴峻旱象，所幸水利署及相關單位提前部署自2022年8月起即展開各項節水調度措施，並提前部署各項抗旱水源因應，以減緩旱象衝擊。

為了降低氣候變遷對供水影響及因應用水成長，政府自2017年起即以開源、節流、調度及備援等策略推動各項水資源建設，並納入前瞻基礎建設相關計畫項下加速辦理，以增加氣候調適能力及穩定各類用水供應，迄今已新增包括伏流水、再生水、區域調度幹管等建設，可增加全國18%公共用水。以本次旱象嚴重的南部高雄地區為例，近年完成的伏流水建設，包含高屏溪興田、溪埔及大泉伏流水等，每日可增加45萬噸水源。2021年百年大旱時，高雄地區增鑿62口抗旱水井，可增加每日12萬噸以上水源，使高雄地區枯旱期間在地面水不足情況下，仍然能夠使用伏流水及抗旱水井水源救急。

以高雄地區為例，2015年高屏溪流量降至每秒8.9立方公尺宣布高雄實施分區輪流供水，而2023年旱象更為嚴峻，4月19日時高屏溪流量已降至每秒4.1立方公尺，仍不致進入分區供水而影響民生產業正常運作，顯示近年推動各項水資源建設已經明顯發揮成效，高雄地區供水韌性顯著提升。



圖 11、近年水資源建設增加全臺 18%用水

五、結語

氣候變遷已是現在進行式，2023年上半年南部地區面臨30年來最大旱，所幸近年推動的水資源建設發揮很顯著的功能，透過多元水源讓枯旱對供水的影響大幅降低，另外經濟部在枯旱期間滾動檢討各項節水調度措施，包含與農委會合作加強農業灌溉管理、與國科會科學園區及相關工業園區管控產業節水等相關措施，都發揮舒緩供水壓力效果。此外，為了提升南部地區抗旱備援用水，經濟部趕辦「2023年穩定南部供水抗旱計畫」，透過強化區域調度、增鑿抗旱水井以及提升既有淨水場處理能力等措施。再加上陸續上場救援之移動式淨水設備、建築工地地下水、緊急海淡機組及再生水廠產能擴大等多元水源的利用，可增供每日25萬噸以上水源(相當於高雄地區17%用水)，也因此讓南部地區的用水沒有受到太大影響，順利度過旱情。

有鑑於近年水資源建設已於面臨旱情時發揮明顯成效，為持續因應氣候變遷及提升臺灣未來供水穩定，在2021年百年大旱後行政院已核定「臺灣各區水資源經理基本計畫」，作為未來推動水資源建設管理工作藍圖，除了持續開發多元水資源外，因應臺灣各區降雨不均特性，須強化區域調度供水管網串接，讓水源可以跨區域靈活調度，同時為降低枯水期降雨不如預期的供水風險，也朝向推動不受天然降雨影響的再生水與海淡水方向持續努力，讓未來供水能夠越來越穩定。



圖 12、水資源經理基本計畫經營主軸及策略

參考資料

1. 經濟部，臺灣各區水資源經理基本計畫(核定本)，2021 年。
2. 經濟部，緊急抗旱水源應變計畫 2.0(核定本)，2021 年。
3. 經濟部，2023 穩定南部供水抗旱計畫(核定本)，2023 年。

2022~2023 高雄地區防旱及抗旱應變作為

經濟部水利署南區水資源分署/李明軒正工程師

關鍵字：水資源調度、防旱應變、抗旱應變

一、前言

111年上半年，南部地區降雨量正常偏多，各標的均能穩定供水。但進入111年下半年後，嘉南灌區2期稻作均已如期分六組開始供灌，惟6~8月降雨量僅歷年同期3~5成，曾文-烏山頭水庫蓄水量始終不見起色，而統計高屏堰集水區由5月至7月止集水區雨量(如圖1.)，除遠低於89-108年之平均值外，已接近該期間累積降雨最低值，且低於109年【百年大旱】同期累計。與其未來的抗旱艱辛，不如提早做「防旱」準備，在經濟部水利署(下稱水利署)的統籌指揮下，自111年8月16日起每週召開防旱會議，即時檢討各區供水情勢立即反映立即處理。因降雨持續偏低，水利署與南區水資源分署(下稱南水分署)同步於111年8月27日成立旱災應變小組，台南地區水情燈號轉為提醒綠燈。111年9月以後，南部降雨量遞減水情趨於嚴峻，自111年12月2日起調整台南地區水情燈號為減壓供水黃燈，嘉義地區為綠燈。根據氣象分析及綜合水情評估，曾文-烏山頭水庫蓄水量已無法滿足隔年春耕灌溉所需水量，旱災經濟部災害緊急應變小組決議嘉南地區112年1期稻作全面節水停灌，藉以穩定嘉義及台南地區用水，但由於高雄地區並無大型蓄水設施，因此高雄地區抗旱工作為重中之重的任務，高雄地區抗旱歷程及作為整理(如圖2.)。

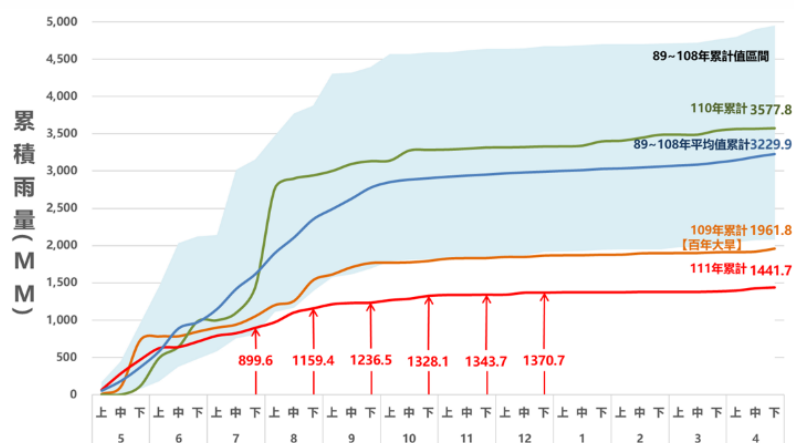


圖 1. 高屏堰上游集水區各旬累積雨量統計圖

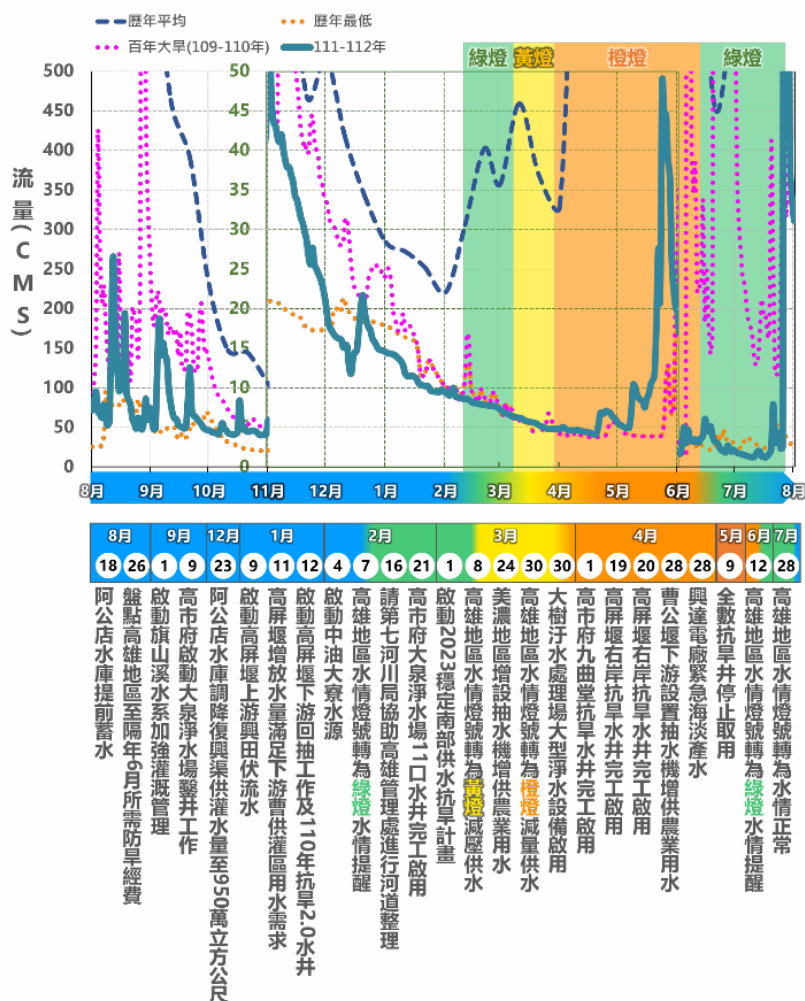


圖 2. 高屏堰流量暨高雄地區抗旱歷程圖

二、啟動防旱作業(111.08-09)

高屏溪流量因降雨偏少流量已偏低，考量高屏堰上游支流-旗山溪須加強引水至南化水庫蓄存，同時農田水利署高雄管理處(下稱高雄管理處)旗山溪水系各灌區後續農業用水需求，故須於旗山溪尚有餘裕水量時，優先引入阿公店水庫蓄存，以因應隔年高雄地區高屏堰川流量不足時可增加水庫水源供應，後經報准自 111 年 8 月 18 日起於阿公店水庫空庫防淤期間提前蓄水(如圖 3.)，並於 9 月 2 日完成阿公店水庫越域排洪道臨時土堤加高工作，使阿公店水庫蓄水量可由原本滿水位 EL. 37m 提升至 EL. 38m，增加蓄水量約 300 萬立方公尺，同時商請高雄管理處自 9 月 1 日啟動旗山溪水系加強灌溉管理作業，使旗山溪餘裕水源引入阿公店水庫蓄存，最後於 9 月 30 日達成阿公店水庫蓄水至 EL. 38m 之目標。

111 年 8 月高屏溪攔河堰上游集水區仍無顯著降雨，故於 8 月 25 日水利署防旱會議請南水分署針對高雄地區至隔(112)年 6 月所需防旱經費，經盤點各項措施及所需經費有(1)高雄管理處 111 年二期作及 112 年一期作加強灌溉管理費、(2)興田伏流水 112 年 1-6 月份取水電費、(3)高屏堰下游河道增設抽水機經費、(4)高雄地區 110 年抗旱 2.0 設置 62 口抗旱井電費及(5)高雄市政府啟動大泉淨水場周邊 11 口抗旱水井設置工作，並由「111 年全臺防旱應變作業」災害準備金支應。

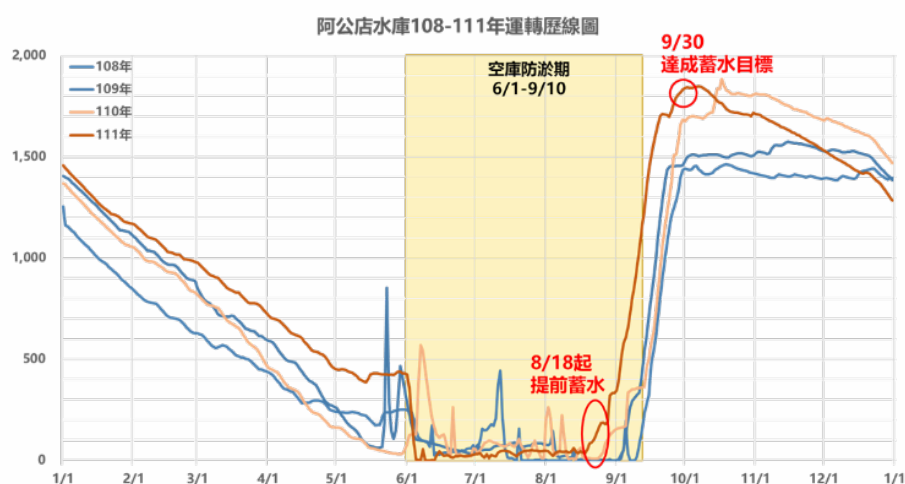


圖 3. 阿公店水庫提前蓄升蓄水歷線圖

三、抗旱初期(112.01-02)

台南及高雄地區水源相互調度彈性大，為延長兩區域水庫供水期程，原則以川流水優先使用，水源不足時則依序增加伏流水、地下水及抗旱水井，故高雄地區自 111 年 9 月 1 日起啟動北送清水作業，並自 11 月 1 日起達成 20 萬 CMD，且持續穩定支援，然高屏溪攔河堰流量受歷史最低降雨影響，致使河川流量持續下探，112 年 1 月 9 日平均流量已降至 13.3CMS(如圖 2.)，為維持北送清水作業，自該日起啟動高屏堰上游興田伏流水取水作業。

然當時高屏堰水量幾乎已無溢流，致使位在高屏堰下游的高雄管理處曹公堰九曲工作站一期作整田水量無法滿足，經現場會勘決議自 112 年 1 月 11 日下午 6 時起由高屏堰增加放流量 1CMS，並同時減少北送支援台南地區水量至 10 萬 CMD，並請高雄管理處針對曹公進水口進行堰前布袋蓮清除工作，另依據高雄管理處與台水公

司第七區管理處(下稱台水七區處)於九曲堂操作經驗，得知九曲堂伏流水與曹公堰導水路水位呈現高度相關性，即九曲堂伏流水取水時曹公堰導水路亦明顯下降，故為使曹公導水路水位穩定，爰請台水七區處自 112 年 1 月 12 日起協助啟動九曲堂 20 口抗旱水井注入九曲堂伏流水井，以穩定曹公堰導水路水位確保曹公灌區一期作整田用水取水(圖 4.)。

於此同時為維持高雄地區可持續北送台南清水 10 萬 CMD，南水分署自 112 年 1 月 11 日起啟動高屏堰下游回抽工作，同日請台水七區處陸續啟動高屏堰及高雄廠 16 口抗旱水井，後續於 1 月 18 日再請台水七區處啟動竹寮 12 口抗旱水井及拷潭給水廠周邊 14 口抗旱水井，此時 62 口抗旱水井(即為 110 年百年大旱抗旱 2.0 之水井)已全數上場，尚可滿足高雄地區各標的用水需求。

惟高屏堰流量 1 月 19 日持續下探至 10.4CMS(如圖 2.)，此時高雄北送台南清水水量已降至 5-8 萬 CMD，為穩定澄清湖蓄水量，遂向高雄管理處協商自 1 月 20 日起，測試每日 16 時至隔日 8 時，曹公灌區夜間減量取水並由台水七區處取用九曲堂伏流水(含抗旱井)補充澄清湖，經 3 日測試仍會影響曹公灌區取水，故前述取水機制延至曹公灌區一期作整田結束再執行。

經與高雄管理處協商自 112 年 1 月 30 日起，由台水七區處於九曲堂取水站每日取水約 3 萬 CMD，另盤點整體水源於大泉淨水廠內尚有既有抗旱井 2 萬 CMD 及中油公司高雄大寮取水站 2.4 萬 CMD，分別自 2 月 1 日及 2 月 4 日啟動，然 2 月 4 日高屏堰流量下降至 9.6CMS，為滿足高雄地區區內供水穩定，故自 2 月 4 日起暫停北送，並經 2 月 7 日「112 年度旱災經濟部水利署災害緊急應變小組第 3 次工作會議」決議高雄地區轉為綠燈-水情提醒，隨後高雄市政府於大泉淨水場周邊設置之抗旱水井自 2 月 21 日起陸續投入，初期約 2.7 萬 CMD，再經整體高雄地區水源檢討 2 月 16-28 期間尚有餘裕水源，再啟動高雄北送台南清水量約 3 萬 CMD，隨後自 3 月 1 日起停止高雄北送台南清水作業。

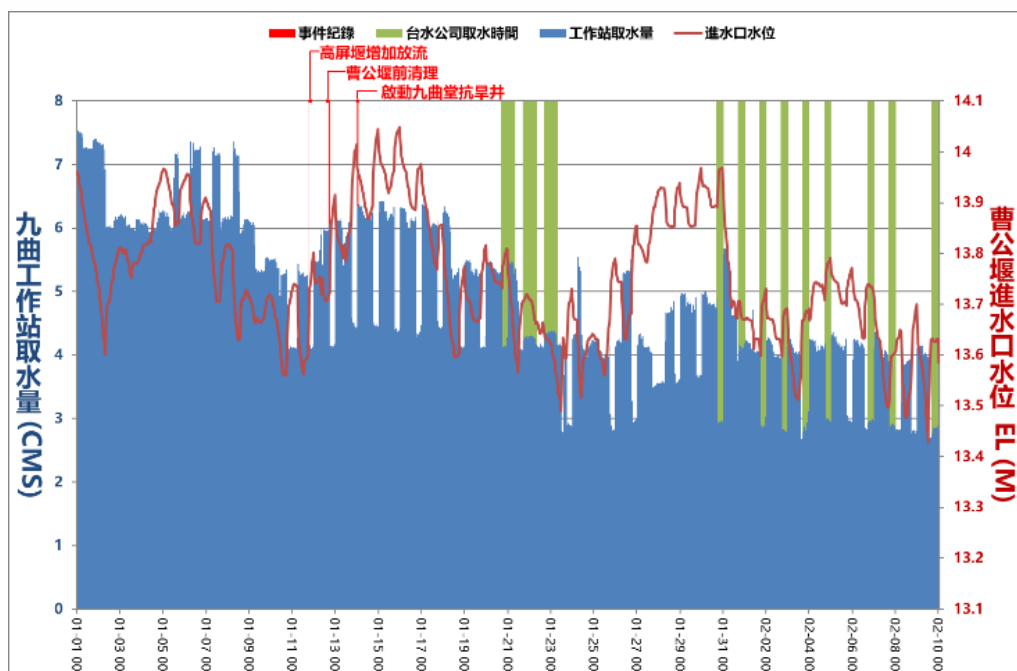


圖 4. 曹公堰水位、九曲工作站取水量及九曲堂伏流水取水時間比較圖

四、抗旱關鍵期(112.03-04)

112 年 3 月 1 日高屏堰平均流量為 7.3CMD(如圖 2.)，經 112 年「旱災中央災害應變中心」第 1 次工作會報決議高雄地區自 3 月 8 日起由水情提醒綠燈轉為減壓供水黃燈，並為利南部地區供水穩定，請相關單位積極執行「2023 年穩定南部供水抗旱計畫」相關工作預定於 4 月 30 日前完成。

112 年 3 月 7 日高屏堰平均流量為 6.4CMS(如圖 2.)，水利署 112 年旱災應變第 8 次工作會議決議中區水資源分署啟動臺中緊急海淡機組移置高雄興達電廠相關作業，併同辦理後續營運操作，以 4 月中旬產水為目標趕辦。

112 年 3 月 8 日起高雄地區水情燈號轉為黃燈-減壓供水，同日高雄市政府同日成立旱災應變中心，並決議鳳山及臨海水資源中心每日再擴增 1.3 萬噸再生水(合計提供每日 8.6 萬噸)供產業用戶使用，減少使用自來水，以轉供全市自來水調控。

112 年 3 月 22 日 112 年中央旱災應變第 2 次工作會議決議，自 3 月 30 日起高雄地區由減壓供水黃燈轉為減量供水橙燈，依災害防救法第 30 條規定，不受飲用水水質標準第 5-1 條必須達分區供水及

水污染防治法第 7 條之限制，以提升東港溪及抗旱水井等多元備援水源運用，故台水七區處依會議決議逐步增加鳳山水庫原水作為飲用水備用水源；同時自 3 月 23 日起協調高雄管理處同意由台水七區處自九曲堂伏流水(含抗旱水井)延長取水時間，每日可取水量由 3 萬 CMD 提升至 6 萬 CMD；另 3 月 24 日起水利署水利防災組指派第五河川分署支援防汛抽水機至美濃灌區末端區域排水取水供灌，使美濃灌區得以增放水量至美濃溪以增加高屏堰流量，經整體流域取水調整高雄地區整體水源量尚屬穩定，並能逐步補充澄清湖水庫蓄水量。

112 年 3 月 30 高雄地區水情燈號由黃燈-減壓供水轉為橙燈-減量供水，針對民生供水減壓時段自 22 時至隔日 6 時，每月 1,000 度以上工業用水戶強制節水 10%，每月 1,000 度以上之非工業用戶、游泳池、洗車等業者強制節水 10%(如圖 4.)，前述強制節水對象於由台水公司第七區管理處進行每周抄表作業，科學園區、工業區及加工出口區採園區總量節水 10%，以 111 年 6 月至 11 月為基期，區內針對節水率基期或水量認定有疑義者，分別由科技部、工業局及加工出口區管理處負責管控，其餘區外以 111 年 9 月至 112 年 2 月為基期，則由南水分署進行認定，如仍無法認定者另提至水利署認定。

然高雄地區水情燈號逐步調整，需求水量逐步減少，雖地面水及伏流水逐步減少，但湖庫水、地下水及備援水逐步提升，於 4 月份尚可滿足高雄地區需求用水量，惟高屏堰流量仍持續下降，故前述「2023 年穩定南部供水抗旱計畫」仍應依所訂期程加緊趕辦。

「2023 年穩定南部供水抗旱計畫」強化區域調度部分，預計自屏東科技產業園區既有 11 口水井調度至高屏堰約 3.6 萬 CMD，全長 7,064 公尺的臨時管線及 3 處加壓站暨抽水設備安裝等(如圖 5.)，該工程自 112 年 3 月 3 日決標，並提前於 4 月 20 日竣工，較原計畫目標提前 10 日竣工；增鑿抗旱水井部分，南水分署於高屏堰上游分 A、B 標辦理，其中 A 標辦理高屏堰右岸 14 口及左岸 14 口，合計 28 口、B 標辦理里嶺大橋上游 14 口，然因受里港地區抗爭自 3 月 30 日起暫緩辦理，並調整計畫由 A 標再於高屏堰右岸增鑿 10；另高雄市政府於九曲堂辦理原訂 8 口再增鑿 5 口，共計 13 口，原定計畫鑿設水井於 4 月 24 日前皆已完成，較原計畫目標提前 6 日竣工，另增鑿部分亦分別於 5 月 20 日及 6 月 22 日完成。

112 年 4 月 19 日高屏堰日平均流量降至 4.1CMS(本年度最低)(如圖 2.)，隨後受惠於 4 月 20 日高屏堰上游集水區一波降雨(26.7mm)，4 月 25 日高屏溪平均流量一度恢復至 7.1CMS(如圖 2.)，隨後高屏堰平均日流量又下降至約 5CMS，惟「2023 年穩定南部供水抗旱計畫」各項工作推動順利並提早完成，致使整體水源更為穩定，並已能確保澄清湖水庫逐步回升。

112 年 4 月 28 日由水利署水利防災組商請第六河川分署於曹公堰下游佈設防汛抽水機取用餘水供應曹供灌區一期作抽穗期之用水量，同日由中區水資源分署辦理之高雄興達電廠緊急海淡亦已完成設置，各項抗旱工作皆依原訂期程完成，高屏堰上游亦陸續出現零星降雨，使高雄地區抗旱工作趨於緩和。

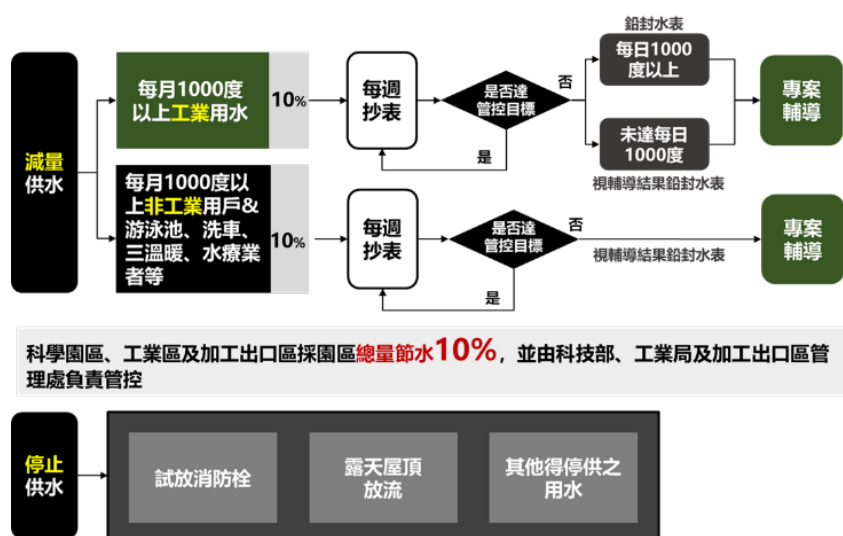


圖 5. 3/30 起高雄地區橙燈減量供水措施



圖 6. 2023 年穩定南部供水抗旱計畫高雄地區執行成果

五、抗旱翻轉期(112.05-07)

112 年 5 月 7-9 日高屏堰上游集水區再一波降雨，累積降雨量 48.3mm，本波降雨後，5 月 9 日高屏堰日平均流量隨即回升至 10.4CMS(如圖 2.)，已能滿足橙燈-減量供水之需求水量，故同日隨即請台水七區處暫停取用備援水(前揭各項抗旱水源)，隨後受惠於 5 月 18 日起梅雨，5 月 24 日高屏堰日平均流量已回升至 48.7CMS(如圖 3.)，隨後 5 月中旬起高雄管理處各灌區亦陸續進行一期作收割作業，農業用水逐漸減少。

5 月下旬起進入梅雨期，高雄地區受惠幾波鋒面影響，高屏溪流量顯著上升，惟變動起伏大，故 112 年「旱災中央災害應變中心」第 4 次工作會報決議高雄地區水情燈號暫維持橙燈-減量供水，並調整節水措施，民生夜間減壓供水由 22 時至隔日 6 時調整為 23 時至隔日 5 時，每月 1,000 度以上工業大用水戶節水率由 10%調整為 5%，非工業用水戶、游泳池、洗車、三溫暖及水療業者節水率由 15%調整為 10%；另涉停止開放公立游泳池部分，請地方政府配合選手訓練或賽事需求酌情調整開放。

112 年 6 月起高屏堰上游集水區連日皆有明顯降雨，高屏堰日平均流量皆已高於 30CMS(如圖 3.)，水量已相當穩定且中央氣象署預報已陸續有颱風生成，經 6 月 12 日旱災中央災害應變中心以通報單通知，考量嘉南灌區二期稻作供灌用水需求，嘉義及台南地區尚需持續節水，故嘉義地區維持減壓供水黃燈，臺南地區水情燈號由減量供水橙燈調整為減壓供水黃燈，高雄地區水情燈號由減量供水橙燈調整為水情提醒綠燈，並撤除旱災中央災害應變中心由旱災經濟部災害緊急應變小組接手後續水情應變作業。因台南地區水情燈號上維持黃燈減壓供水，為因應未來颱風導致高屏溪高濁度事件導致供水缺口，故自 5 月 25 日起啟動高雄北送台南清水作業，同時啟動南化高屏聯通管充水作業，完成後以最低水量(3 萬 CMD)輸水。

112 年 7 月下旬杜蘇芮颱風生成，路徑直撲台灣而來，依據中央氣象署 7 月 25 日預報高屏山區 24 小時累積雨量達 100-150mm，而杜蘇芮颱風中心 7 月 26 日至 7 月 28 日通過臺灣海峽南部海面，為高雄以南的水庫集水區帶來全面性降雨，28 日 8 時高屏溪流量高達 2,800CMS 以上，整體水情已有好轉，旱災經濟部災害緊急應變

小組決定自 7 月 31 日起高雄地區水情燈號轉為水情正常，結束高雄地區將近 1 年的抗旱工作。

六、結語

南部嘉義及台南地區因主要水源由水庫水源供應，高雄地區水源多元，然最大水源則為地面水及伏流水，面臨全年降雨量創下 30 年來最少紀錄，嘉義及台南地區經全面節水停灌已可舒緩抗旱壓力，而台南及高雄地區水源相互調度彈性大，抗旱初期高雄地區原則以川流水優先使用，水源不足時則依序增加伏流水、地下水及抗旱水井，全力減少台南地區水庫出水延長供水期程。

而高屏地區因無大型蓄水設施，抗旱初期經過各單位相互協調，尚可滿除各標的用水，然遭遇極端枯旱情形，高屏溪川流量勢必日漸減少，故推行「2023 年穩定南部供水抗旱計畫」勢在必行，以降低旱災衝擊。

高雄地區水源多元，歷經 110 年百年大旱及 112 年 30 年最低雨量紀錄，雖藉由增設抗旱水井已強化備用水源，仍應持續推動水資源再利用工作，增加再生水水源，更應強化高屏溪整體地下水補注工作，確保高雄地區救命水源。

韌性水設施-備援幹管及淨水場現代化

台灣自來水公司總處工務處/黃瀚陞工程員
 台灣自來水公司總處工務處/江培祥工程師
 台灣自來水公司總處工務處/朱益廷工程師
 台灣自來水公司總處工務處/陳昭賢組長
 台灣自來水公司總處工務處/鄭格浩副處長
 台灣自來水公司總處工務處/王傳政處長

關鍵字：自來水、韌性、氣候變遷、備援幹管、淨水場現代化

摘要

近年來極端氣候已成為常態，自來水事業面臨穩定供水極大挑戰，為減少停水與缺水的風險，台水公司推動八大主軸工作(如圖 1)，其中包含「建置調度備援幹管」及「推動淨水場現代化」，以提高供水韌性。



圖 1 台水公司八大主軸工作

「建置調度備援幹管」預計埋設 17 條備援管線，依區域別分布於北部區域 5 件、中部區域 5 件、南部區域 7 件，總經費約 199.5 億元，埋設管徑包括 $\phi 600\text{mm}$ ~ 2600mm ，長度共計約 83 公里，埋設管線工法涵蓋明挖、推進（或潛盾）及水管橋，工程執行期間 110~115

年，除可備援原有管線供水量及區域調度供水量，維持穩定供水量約 261 萬 CMD，有提高供水穩定、降低破管風險、穩定區域供水、增加區域供水調配彈性等功能。

「推動淨水場現代化」則因台水公司部分淨水場興建年代久遠，為提供用戶穩定的供水量、提升供水安全性及水質保證，需更新淨水場處理設備，提升為現代化淨水場，以滿足民生及工業用水需求，提升民眾生活品質及促進工商發展。

一、前言

近年臺灣各地區因產業升級及臺商回流而有用水需求成長趨勢，以及氣候變遷導致降雨時間與區域分布不均，彙整全臺近 10 年供水情形(如圖 2)，各地區近年皆遭遇水源短缺需減壓供水因應，民國 104 年更有減量供水情形，可見乾旱週期增加及趨嚴之情況，對於民生供水穩定性產生極大的影響。

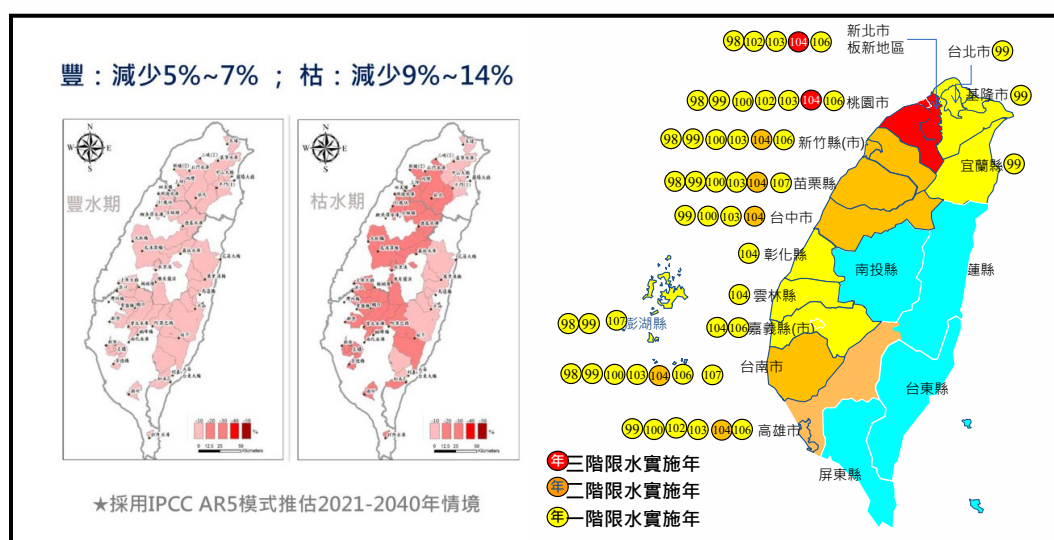


圖 2 近年氣候變遷下水資源影響供水

此外，台水公司早期埋設幹管已達到使用年限，管線供水風險日益增加，又意外及天然災害如 103 年高雄氣爆(約 1.35 萬戶停水)、105 年台南地震(約 40 萬戶停水)及 107 年花蓮地震(約 4 萬戶停水)等重大災害發生，導致主要幹管損害停止供水，造成災區居民長時間的生活不便。因此強化水資源備援及穩定區域內供水系統穩定，增設區域備援調度管線為降低「單一」、「重要」及「脆弱」供水風險之有效對策。

行政院為強化臺灣地區供水韌性，加強平時供水穩定與災時應變彈性，進而穩定民生與振興經濟，同時基於氣候變遷造成缺水風險增加，因應社會穩定及產業發展所面臨缺水、漏水的問題，於 106 年 1 月 7 日召開「排除企業投資障礙-穩定供水策略」記者會中揭櫫採「開源」、「節流」、「調度」及「備援」4 大穩定供水策略，俾增加氣候調適能力及韌性，同時穩定各類用水供應。

台水公司遵循上述「備援」及「調度」供水策略，辦理備援調度幹管工程，以確保全臺各地區供水穩定、產業持續發展、增加就業機會。

另台水公司自民國 63 年成立，即以「提供量足、質優自來水，配合廉能的管理，以達到企業社會責任、永續經營及促進經濟發展目標」為使命，至今已具 140 個供水系統，各型淨水場共 443 處，每日出水量超過 830 萬立方公尺，將取自河川、水庫、地下水、伏流水、鹽化水及海水等不同水源，經淨水場各式淨水設備處理流程轉化為乾淨的自來水，提供全國用水戶潔淨之用水。惟隨時間推移，自來水淨水設備老化、環境變遷及水質法規日益趨嚴等因素，都讓淨水場面臨著各種潛在或迫切需要解決的問題。

為改善淨水場設備，台水公司推動「淨水場現代化」，整體實施策略分別為「景觀綠化整潔，創造社區環境」、「節能減碳作為，導入循環經濟」、「強調前瞻視野，提升企業韌性」、「兼顧理想財務，漸進務實作為」、「創造早收成果，形成成功樣板」、「考量個案需求，確實解決問題」及「結合參觀訓練，發展多元功能」等七點(如圖 3)，期於解決現有問題之同時，還能以前瞻性的視野及穩健的步伐提升淨水場整體形象和營運效能。

後續就「備援調度幹管」及「淨水場現代化」兩個項目分別說明，以期能達成降低破管風險，增加區域供水調度彈性，提高供水穩定，以提供量足質優的自來水，滿足國家發展需求。

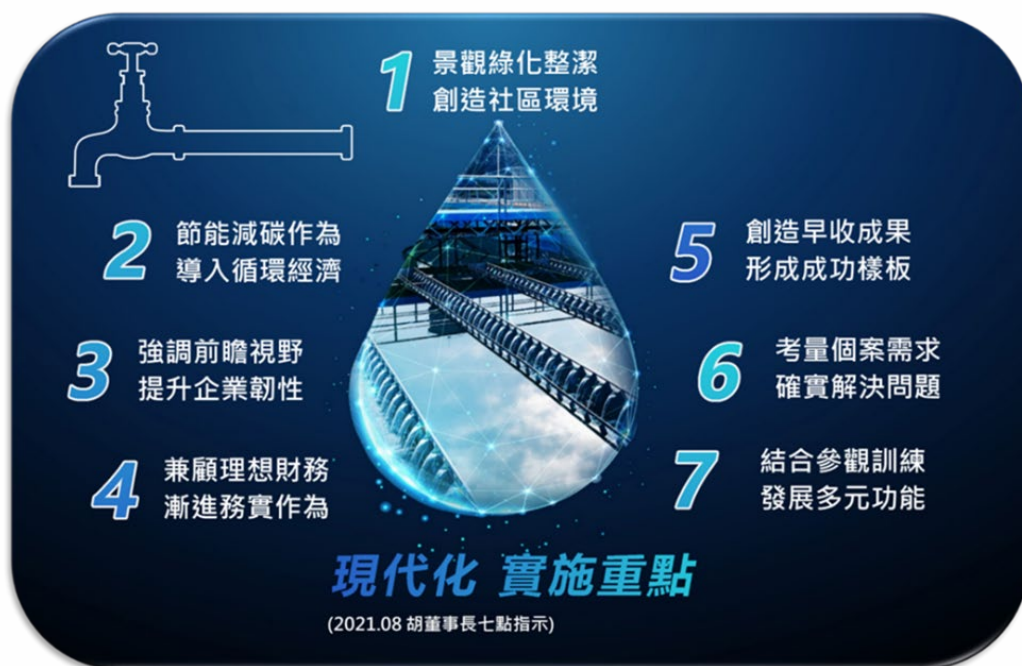


圖 3 淨水場現代化實施重點

二、備援調度幹管

(一)計畫目標

建置備援及調度管線，以提升區域供水穩定度，增加供水調度備援能力及供水安全，穩定民生及產業供水；另可提供老舊管線之維修之時機，於管線維修時維持正常供水作業。

(二)執行內容

台水公司口徑 800mm 以上管線總長度約 2,230 公里，管種主要有鋼管(SP)、延性鑄鐵管(DIP)、鑄鐵管(CIP)、預力混凝土管(PSCP)、鋼襯預力混凝土管(PCCP)與混凝土管(RCP)等幾種。參考台水公司民國 106 年辦理「口徑 800 公厘以上管線安全評估計畫」，將管線劃分為 1,687 個管段評估單元進行耐震及狀況評估，並綜合考量調度水量需求、管線使用年限、供水區用水成長造成管線送水能力不足、耐震評估成果、立即可推動以振興經濟之工程、分散臺灣北中南廠商施工能力、及其他特殊因子等因素，爰擇定 17 條管線工程納入本計畫施作，各增設管線主要具備備援及調度功能，如表 1 所示，相關位置如圖 4 所示，總長度約 83 公里，計畫期程 110~115 年，總經費 199.5 億元。

項次	工程名稱	區處	現有管線狀況				新設管線功能	
			已超過 使用年限	地震 易破管	送水能 力不足	其他	備援	調度
1	樹林區中正路及大安路管線工程	十二	√				√	
2	三峽橫溪佳興水管橋工程	十二	√	√		河床管線 已裸露	√	
3	浮洲加壓站至板新場管線工程	十二	√				√	
4	大浦系統送龜山林口複線工程	二	√		√		√	√
5	新埔鎮褒忠路備援管線工程	三		√			√	
6	鯉魚潭場第二送水管工程	四		√	√		√	
7	豐原大道環狀埋設幹管工程	四	√	√	√		√	
8	臺中鐵路高架化騰空廊道下埋設管線工程	四	√		√		√	
9	台中第三供水區祥順路送水管工程	四	√		√		√	
10	雲林至嘉義系統送水管備援複線工程	五			√		√	√
11	岡山至北嶺加壓站備援幹管工程	七	√				√	
12	溪埔及大泉伏流水原水管工程	七		√			√	
13	旗津區第二條過港送水管工程	七	√				√	
14	東港溪至鳳山水庫緩衝池段導水管工程	七	√	√			√	
15	東港溪至鳳山水庫新園段導水管工程	七	√	√			√	
16	牡丹廠下游石門古戰場至光復橋複線工程	七	√		√		√	
17	牡丹廠下游四重溪至統埔複線工程	七	√		√		√	

表 1 備援調度幹管工程之現有管線狀況及新設管線功能

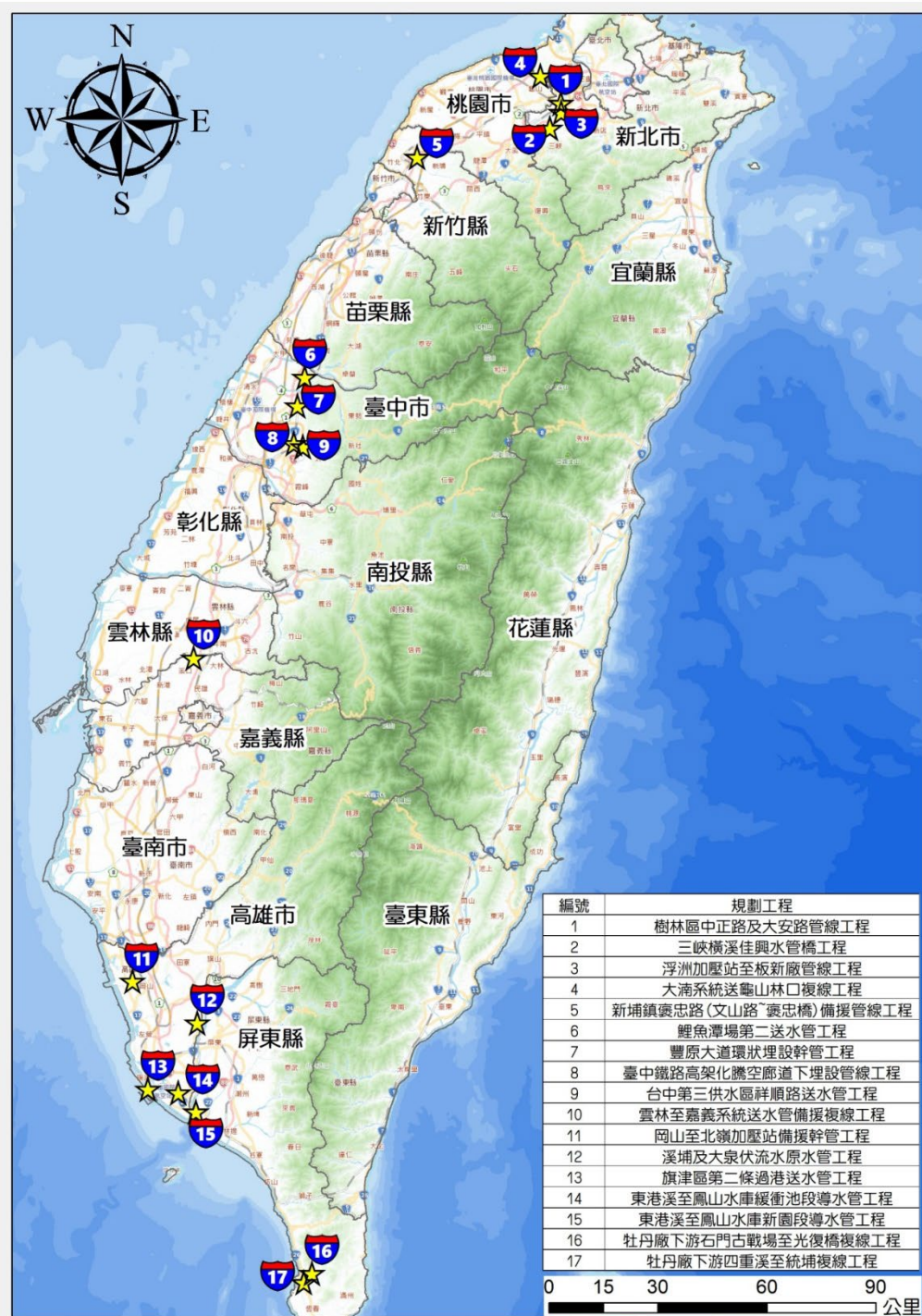


圖 4 備援調度幹管工程位置圖

(三)預計效益

水資源建設為國家基礎建設重要的一環，若水資源供應不夠穩定或發生短缺，將影響國家整體的競爭能力。本計畫之大湳系統送龜山林口複線(項次 4)可增加調度桃園大漢溪石門水庫水源供應新北市林口區 4.2 萬 CMD，以及雲林至嘉義系統送水管備

援複線工程(項次 10)可增加調度湖山水庫水源 4.0 萬 CMD 至嘉義地區，增加調度水量合計為 8.2 萬 CMD，另外各案管線完成後，預計能維持整體區域供水量約 261 萬 CMD(表 2)，將可減少原有管線因漏水無法送水，需另指派水車送水情況，以維持民眾生活用水以及穩定產業持續活動。

項次	工程名稱	目標供水量 (萬 CMD)	原供水量 (萬 CMD)
1	樹林區中正路及大安路管線工程	2.7	2.7
2	三峽橫溪佳興水管橋工程	1.6	1.6
3	浮洲加壓站至板新場管線工程	3.4	3.4
4	大湳系統送龜山林口複線工程	26.9	15.3
5	新埔鎮褒忠路備援管線工程	6.2	6.2
6	鯉魚潭場第二送水管工程	65.65	55.3
7	豐原大道環狀埋設幹管工程	153.6	130.8
8	臺中鐵路高架化騰空廊道下埋設管線工程	87.6	81.4
9	台中第三供水區祥順路送水管工程	19	18
10	雲林至嘉義系統送水管備援複線工程	9	5
11	岡山至北嶺加壓站備援幹管工程	9.34	9.34
12	溪埔及大泉伏流水原水管工程	15.54	15.54
13	旗津區第二條過港送水管工程	1.02	1.02
14	東港溪至鳳山水庫緩衝池段導水管工程	23.74	23.74
15	東港溪至鳳山水庫新園段導水管工程		
16	牡丹廠下游石門古戰場至光復橋複線工程	8.0	7.55
17	牡丹廠下游四重溪至統埔複線工程		
備註：項次 6、7、8、9 管線工程供水區重疊，綜合供水量以 153.6 萬 CMD 估列			

表 2 備援調度幹管工程辦理情形表

(四)目前辦理情形

工程計畫於 109 年 9 月奉行政院核定後，台水公司即辦理各條備援調度幹管工程設計、發包作業及施工作業，目前辦理情形如表 3 所示，截至 112 年 10 月已完成 4 條備援調度幹管(新埔鎮褒忠路備援管線、旗津區第二條過港送水管(圖 5)、牡丹廠下游石門古戰場至光復橋複線及牡丹廠下游四重溪至統埔複線)，其餘 13 條備援調度管線工程皆尚在施工中，預計於 115 年 5 月全數完成。

項次	工程名稱	辦理情形 (截至 112 年 10 月)
1	樹林區中正路及大安路管線工程	預計 113 年 12 月底完成
2	三峽橫溪佳興水管橋工程	預計 113 年 4 月底完成
3	浮洲加壓站至板新場管線工程	預計 114 年 4 月底完成
4	大湳系統送龜山林口複線工程	預計 114 年 6 月底完成
5	新埔鎮褒忠路備援管線工程	已完成
6	鯉魚潭場第二送水管工程	預計 115 年 5 月初完成
7	豐原大道環狀埋設幹管工程	預計 114 年 6 月底完成
8	臺中鐵路高架化騰空廊道下埋設管線工程	預計 113 年 12 月底完成
9	台中第三供水區祥順路送水管工程	預計 113 年 12 月底完成
10	雲林至嘉義系統送水管備援複線工程	預計 112 年 12 月底完成
11	岡山至北嶺加壓站備援幹管工程	預計 114 年 3 月底完成
12	溪埔及大泉伏流水原水管工程	預計 113 年 4 月底完成
13	旗津區第二條過港送水管工程	已完成
14	東港溪至鳳山水庫緩衝池段導水管工程	預計 113 年 2 月底完成
15	東港溪至鳳山水庫新園段導水管工程	預計 113 年 12 月底完成
16	牡丹廠下游石門古戰場至光復橋複線工程	已完成
17	牡丹廠下游四重溪至統埔複線工程	已完成

表 3 備援調度幹管工程辦理情形表



圖 5 旗津區第二條過港送水管水平導向鑽掘作業

三、淨水場現代化

(一)計畫目標

台水公司各淨水場之產水水質，經多年來努力不懈，皆可符合現行飲用水水質標準之要求，惟部分淨水場因設施老化、原水水質變動及飲用水水質標準提升等因素，可能無法因應未來更嚴格之飲用水水質標準。另為因應臺灣工商業發展及氣候變遷等因素，水源水質變化趨劇、水量不均且調度困難，更使淨水處理之挑戰日益提高。展望未來，台水公司須強化淨水設施之處理能力，推動上除須考量確保供水系統安全、強化營運管理效能、提升處理技術、加強水質研究發展及淨水操作人員教育訓練外，也應考量個別淨水場水源水質可能惡化狀況及未來國內外飲用水水質標準之發展趨勢，評估現有淨水處理單元設備處理能力，檢討所需增設之淨水處理單元設備、規設參數之選用及用地需求等，亦需考量增設相關設施操作維護之難易、所需增加之淨水成本及節能減碳，以提升民眾生活品質、促進工商發展及自來水永續經營。「淨水場現代化」為台水公司永續經營之重要工作計畫之一，爰於 111 年提出「淨水場現代化—前期規劃」計畫，對於台水公司淨水場現代化提出未來優化精進之策略，中長期推動措施及期程上之規劃，作為後續推動之參據。

(二)執行內容

透過淨水場現況分析、國內外案例收集與分析及現代化淨水場之定義及內涵要素構想與規劃，將台水公司 18 座淨水場納入評估，依水質、設備老舊狀況、出水量規模及其他等 4 個主項目(如表 4)進行分析，並經過「景觀綠化整潔，創造社區環境」、「節能減碳作為，導入循環經濟」、「強調前瞻視野，提升企業韌性」、「兼顧理想財務，漸進務實作為」、「創造早收成果，形成成功樣板」、「考量個案需求，確實解決問題」及「結合參觀訓練，發展多元功能」等七項實施重點評估，篩選出新竹第一淨水場、新竹第二淨水場、水上淨水場及手巾寮淨水場等 4 處淨水場現代化早收清單，並初步規劃其內容(如表 5)，可做為未來其他淨水場現代化工程規劃的示範場。

主項目	子項目
水質	● 不合格情形 ● 受氣候變遷影響之淨水處理韌性 ● 有無週期性水質問題 ● 內控達成率 ● 因應未來嚴格水質標準挑戰之能力
設施老舊狀況	● 機械及電氣儀控設備故障狀況 ● 土建結構完整性 ● 耐震能力
出水量規模	● 出水量實際值 ● 實際出水量/設計出水量比值
其他	● 受影響供水戶數及人口 ● 施工期間供水調度可行性 ● 成本效益

表 4 主要評估工作項目

	新竹一場	新竹三場	水上場	手巾寮場
現代化目標/意象	處理水量恢復古蹟特色融入	處理量能提升專屬地貌創造	處理設備改善北回意象營造	處理水質強化智慧系統應用
目前設計量(CMD)	8.9萬 (最大出水能力≈6萬)	16萬	14萬 (一期設備目前停用)	2.1萬 (最大出水能力≈1萬)
現代化後設計量(CMD)	8.9萬 (恢復設計處理能力)	19.5萬 (另含備援處理流程)	14萬 (一期設備改善重建)	2.5萬 (全場設備異地擴建)
現代化工程主要項目	• 快濾設備新設 • 清水池增設 • 操作大樓新建 • 廢水/回收/濃縮池增設 • 古蹟特色景觀營造 • 綠色走廊景觀整合 • 區處入口意象營造 • AR/互動式投影技術應用 • 精準加藥技術引進	• 3.5萬CMD淨水流程增設 • 4萬CMD備援流程增設 • 辦公大樓新建 • 清水池or沉砂池增設 • 廢水池/污泥濃縮池增設 • 專屬地貌景觀創造 • 清水池頂太陽能板設置 • 既有/新設池槽外觀美化 • 精準加藥技術引進	• 取水設施新設 • 原水調節池/淤泥塘新設 • 管理大樓新建 • O₃+BAC處理技術應用 • 入口大門意象營造 • 曬泥棚頂太陽能板設置 • 場區動線/周圍環境整合 • 複層式植栽綠美化隔離 • 專訓園區發展結合	• 原水迴流池新設 • 結晶軟化處理技術應用 • 操作室新設 • 新設土建外觀環境融入 • 既有土建外觀美化 • 操作室頂太陽能板設置 • 透水鋪面技術(LID)應用 • 複層式植栽隔離/引導 • 智慧操作/巡檢系統引進

表 5 淨水場現代化早收清單初步規劃內容

(三)預計效益

透過淨水場現代化工程初步規劃，其潛在的預期效益可分為(1)穩定供水安全、(2)強化營管效率及(3)提升企業永續等類別，4座早收清單淨水場預期效益詳如表 6 所示，屆時台水公司將有每日近 45 萬噸之清水產自於現代化淨水場，將成為後續擴大推動的有效助力。

類別	淨水場現代化早收清單				預期效益
	新竹一場	新竹二場	水上場	手巾寮場	
穩定供水安全	●	●	●	●	處理水量效益：早收清單淨水場於現代化後可提升/恢復共約140,000CMD的處理量能，且新竹二場更可增加40,000CMD的備援處理能力。以台灣耗水強度平均值約50m ³ /1,000美元GDP進行估計，上述處理量能的提升/恢復可提供約306.6億的新台幣GDP。
	●	●	●		處理韌性效益：新竹一場、新竹二場、水上場皆於現代化工程中初步規劃新設調節池、或清水池（共約60,000 m ³ ），將可達成提升原水水質穩定性及強化出水/送水系統間平衡並因應原水高濁的效果。
			●	●	處理水質效益：水上場及手巾寮場由於新增處理單元並引入高級處理技術，將可有效解決包含鐵、錳、硬度、TDS、DBPs等既有水質問題，並提升內控達成率。
強化營管效率	●	●	●	●	新設管理/辦公/監控大樓（樓地板面積共約2,000坪）於場區高點或新舊場區交界處，並設置監控室於較高樓層空間，將可方便現場操作人員快速掌握全場狀況。
	●	●	●		於新操作室中重新整合全場監控系統，將可提升現場操作人員工作效率，此外，新竹二場另可考量整合三區處、新竹給水廠的監控系統以建立新竹供水調配中心，將有利於區域供水調度整合。
				●	考量較低的人力配置需求，手巾寮場所規劃導入的智慧巡檢系統將可藉由設備與場區巡視、人員定位與安全等模組，達成巡檢效率及操作人員安全的提升。
提升企業永續	●	●	●	●	考量區域及場區特色，以景觀整合、建物外觀融入、複層植栽等方式，將可達成場區及周圍區域的綠化美化及社區融入。

類別	淨水場現代化早收清單				預期效益
	新竹一場	新竹二場	水上場	手巾寮場	
		●	●	●	規劃於可用空間新設太陽能板，可達成綠能使用的提升，並引入低衝擊開發技術以減輕環境壓力、實踐環境友善，此外，可考量積極使用淨水污泥所製成的環保建材，達到淨水場循環經濟的效果。
			●	●	水上場及手巾寮場可因現代化工程中所新設的處理流程及設備，提升既有場區於後續可視實際需求靈活運用的彈性。
			●		結合新營專訓園區共同發展，達成知識/技術訓練與經驗傳承的強化。
	●	●	●	●	引進精準加藥技術將可實現混凝強化、加氯控制及快濾最佳化及等目標，並配合智慧化系統的自我反饋機制，最終達成藥品資源管理及供水安全的提升。
	●	●	●	●	於 117 年 6 月底前完成「SHOWCASE」現代化淨水場建置。

表 6 預期效益彙整表

(四)目前辦理情形

台水公司將篩選出之淨水場現代化早收清單，進一步進行規劃與設計，目前各場辦理情形如下：新竹一場與手巾寮場目前皆在委託技術服務辦理工程計畫及可行性研究計畫撰寫；新竹二場配合新竹海水淡化廠施作內容，辦理後續規劃作業中；水上場尚在辦理規劃作業中。

四、結語

隨著近年來臺灣發生多次嚴重乾旱事件，影響民生用水及衝擊產業，為因應氣候變遷、產業發展與轉型，以及民眾生活品質需求提高等需求，提高穩定供水的工作刻不容緩。透過埋設備援調度幹管，維持穩定供水量約 261 萬 CMD，將可調度區域供水與備援原有管線供水量，提高區域供水穩定、降低破管風險、增加區域供水調配彈性，

大幅降低缺水對社會及經濟造成損失風險，進而優化臺灣產業投資環境，增加國家經濟發展競爭力。另外藉由淨水場現代化工程，檢視既有老舊淨水場辦理現代化改善，除提升淨水能力以滿足現代人量足質優的自來水需求外，亦將考慮導入綠建築與低衝擊開發概念，融入架設太陽能板等節能減碳作為，達到淨水場環境友善之目標。

參考文獻

1. 台灣自來水(股)公司，淨水場現代化一前期規劃，民國 111 年。
2. 台灣自來水(股)公司，備援調度幹管工程計畫，民國 109 年。
3. 台灣自來水(股)公司中區工程處，鯉魚潭場第二送水管工程計畫書(定稿版)，民國 109 年。
4. 台灣自來水(股)公司中區工程處，豐原大道環狀埋設幹管工程計畫書(定稿版)，民國 109 年。
5. 台灣自來水(股)公司中區工程處，臺中鐵路高架化騰空廊道下埋設管線工程計畫書修正(定稿版)，民國 109 年。
6. 經濟部統計處，中華民國·台閩地區工廠校正及營運調查報告，民國 109 年。
7. 行政院勞動部，勞動統計月報，民國 109 年。
8. 台灣自來水(股)公司南區工程處，北嶺加壓站上游送水管瓶頸改善評估報告(定稿版)，民國 108 年。
9. 台灣自來水(股)公司中區工程處，「台中區供水系統規劃」委託技術服務(定稿本)，民國 107 年。
10. 台灣自來水(股)公司，口徑 800 公厘以上管線安全評估計畫-第一部分管線耐震評估及補強計畫，民國 106 年。
11. 台灣自來水(股)公司，口徑 800 公厘以上管線安全評估計畫-第二部分管線狀況評估，民國 106 年。
12. 台灣自來水(股)公司，旗津區第二條過港送水管工程計畫(第二次修正)，民國 105 年。