



全國海水淡化事業未來之展望—— 建構氣候韌性下之多元供水新格局

陳仲安*／AECOM 艾奕康工程顧問股份有限公司 助理總監

李祈宏／AECOM 艾奕康工程顧問股份有限公司 技術總監

李啓瑞／經濟部水利署水利規劃分署 工程員

趙永楠／經濟部水利署水利規劃分署 科長

陳聖文／經濟部水利署水利規劃分署 科長

葛武松／經濟部水利署水利規劃分署 主任工程司

近年來全球氣候變遷加劇，極端乾旱與強降雨事件發生頻率及強度均明顯增加，傳統仰賴水庫蓄水與河川取水之供水系統正面臨前所未有之挑戰。臺灣年平均降雨量約 2,500 毫米，雖為全球平均值之 2.6 倍，但受限於地形陡峭、河川短促、降雨時空分布不均及水庫淤積等先天地理條件，實際可利用水資源相對有限。隨著高科技產業持續發展，產業及民生對穩定且高品質供水之需求日益提升，建構具韌性、多元化及氣候調適能力之供水系統，已儼然成為國家水資源治理的重要課題。海水淡化具備不受降雨條件限制及供水穩定性高等優勢，近年已逐步由離島地區之供水補充水源，發展成為國家多元水資源戰略的重要組成。本文透過回顧我國海水淡化政策之發展歷程，探討離島供水改善、技術驗證及大型化推動等關鍵階段，並說明新竹、臺南及嘉義等重大海水淡化廠建設推動情形。同時分析技術創新、國際合作、政策支持及社會溝通等核心推動策略，進一步探討能源、環境與成本等未來發展挑戰。最後提出全國海水淡化事業發展願景與策略方向，期能作為未來推動我國多元水資源發展之參考。

關鍵詞：海水淡化、供水韌性、氣候變遷、多元水源、水資源治理

前言：氣候變遷下臺灣水資源之挑戰

臺灣長期被視為降雨豐沛之地區，年平均降雨量約達 2,500 毫米。然而，豐沛的降雨量並不代表可利用水資源充裕且穩定。由於中央山脈縱貫全島，地勢陡峭，河川坡降大，降雨於短時間內迅速入海，致難以有效蓄存雨量。依經濟部水利署統計資料，臺灣年平均降雨總量約 885 億噸，但實際可利用水量僅約

163.72 億噸，占總降雨量不到 20%，其餘則因蒸發或逕流入海而無法有效利用（圖 1），顯示水資源利用率相對偏低。

此外，臺灣降雨時空分布極為不均，北部地區豐枯水期降雨量比例約為 6：4，中部與東部地區約為 8：2，而南部地區則高達 9：1（圖 2）。南部地區供水系統高度依賴梅雨及颱風降雨，一旦降雨量不如預期，便容易出現水庫蓄水量快速下降，進而影響區域供水安全。

* 通訊作者，Ian.Chen@aecom.com

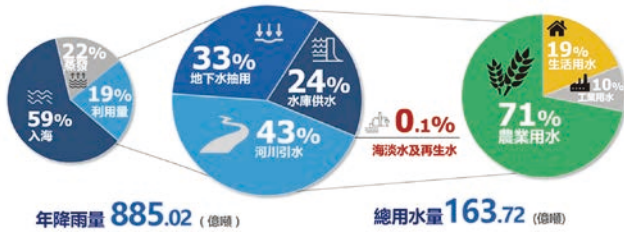


圖 2 臺灣地區豐枯水期降雨比例

根據聯合國政府間氣候變化專門委員會 (IPCC) 第六次評估報告相關研究成果顯示，未來臺灣年最大連續不降雨日數將呈現增加趨勢，最劣情境下至本世紀末可能增加超過 10%，同時強颱風發生比例也趨於頻繁。此趨勢意味降雨可能更加集中，旱澇交替現象更加明顯，迫使傳統供水系統與供水調度面臨之風險持續升高。

另一方面，我國產業結構持續朝高科技、高附加價值及智慧製造方向發展。半導體、電子製造、綠能及智慧製造等產業對供水穩定及水質要求極高，一旦供水中斷，不僅可能導致重大經濟損失，更可能影響

全球供應鏈運作。因此，尋求不受氣候限制且可長期穩定供應之替代水源，已成為國家永續發展及產業競爭力確保的重要基礎。

在此背景下，海水淡化因具備穩定供水、區域自主及調適氣候風險等特性，正逐漸成為臺灣建構水資源韌性的重要戰略工具。

我國海水淡化政策之發展歷程

離島供水改善階段

我國海水淡化發展始於離島地區。早期金門、馬祖及澎湖等離島因降雨量有限、水庫興建條件不足及地下水鹽化問題，長期面臨缺水風險。因此政府自 79 年起陸續興建小型海水淡化廠，以確保民生用水穩定供應。

截至目前為止，金門、馬祖及澎湖地區已建置多座海水淡化廠 (圖 3)，每日產水規模自數百立方公尺至 1 萬立方公尺。近年完成之澎湖馬公第二海水淡化廠、七美海水淡化廠及吉貝海水淡化廠，更有效改善離島地區供水品質與穩定性。這些離島海水淡化工程除滿足居民用水需求外，也累積了國內海水淡化設施規劃、設計、施工及營運管理的重要經驗。

本島技術驗證階段

99 年後，隨著傳統水資源開發日趨困難，政府開始重新檢視海水淡化於本島地區應用之可能性。由於新建水庫涉及環境、生態及土地取得等問題，且開發成本逐漸增加及開發期程持續增長，而海水淡化則具備不受天候限制之優勢。因此政府陸續辦理本島各地海水淡化廠可行性研究，並在新竹地區設置海水淡化試驗模組，驗證逆滲透系統在臺灣本島海域水質條件下之操作效能，以累積相關維運技術與管理經驗。



圖 3 馬祖、澎湖及金門地區海水淡化廠

大型海淡推動階段

在 110 年臺灣遭遇百年大旱，成為我國海水淡化政策的重要轉捩點。當年度主要水庫蓄水量大幅下降，部分地區甚至已採取分區供水措施。面對嚴峻水情，經濟部水利署於極短時間內分別完成新竹及臺中緊急海淡機組建置，其中新竹緊急海淡機組在 66 天內完成第一階段每日 3,000 立方公尺產水，100 天內達到每日 13,000 立方公尺供水量（圖 4）；臺中緊急海淡機組則於 51 天內達成每日 13,000 立方公尺產水目標（圖 5），展現海水淡化技術作為緊急備援水源之高度機動性。

其後於 112 年，高雄地區水情緊張期間，更將臺中緊急海淡機組移置臺電興達電廠（圖 6），於 40 天內完成每日 15,000 立方公尺供水能力，再次驗證海淡設施於供水危機下的重要價值。這些實際成果改變了社會各界對海水淡化設施的認知，也加速政府推動大型海水淡化建設的決心。

本島大型海水淡化建設之推動

歷經 110 年百年大旱考驗後，海水淡化已由緊急抗旱措施正式納入國家長期供水策略，並成為建構供水韌性的重要基礎設施。

行政院於 112 年核定新竹及臺南大型海水淡化計



圖 4 新竹緊急海淡設施（上）及取水管（下）



圖 5 臺中緊急海淡設施

畫，其中新竹海水淡化廠及臺南海水淡化廠一期之設計產水規模為每日 10 萬立方公尺，兩案均已通過環境部的環境影響評估審查並順利完成工程發包作業，目前已進入施工建設階段（圖 7）。依據現行推動期程，新竹海水淡化廠預計於 116 年營運產水，臺南海水淡化廠一期則預計於 117 年投入營運。前述兩座海水淡化廠除提供穩定民生及產業用水外，也將成為我國首批官辦大型常態化營運之海水淡化設施。

除上述計畫外，嘉義海水淡化廠正辦理工程可行性規劃，近期亦通過環境部的環境影響評估審查，未來將於行政院核定後，接續進入工程招商及建設階段。政府藉由逐步推動大型海水淡化設施布局，策略建構全國性多元供水網絡，而臺南海水淡化廠第二期工程之促參先期作業、高雄海水淡化廠之工程可行性規劃作業亦同步進行中。若相關規劃陸續完成及建設，全國大型海水淡化設施產能可望超過每日 75 萬立方公尺，成為供水占比僅次於傳統地面水源的新興穩定水源。而於雲林麥寮六輕工業區亦由台塑石化公司自行投資興建每日產水規模 10 萬立方公尺之海水淡化設施，以滿足產業發展所需用水。此案例顯示海水淡化不僅為公共供水系統的重要選項，亦已逐步成為產業自主供水策略的重要組成。



圖 6 高雄緊急海淡設施（上）及蔡英文前總統視察（右）



圖 7 新竹海水淡化廠（左）及臺南海水淡化廠（右）

海水淡化推動之核心策略

大型海水淡化事業並非單一工程建設，而是一項跨領域、跨部門的系統工程。依近年推動經驗顯示，成功關鍵包括以下四大核心策略。

技術創新驅動永續發展

海水淡化成本主要來自能源消耗，因此提升系統產水效率始終是產業發展重點。目前國際主流技術以薄膜法（RO 逆滲透）為主，我國亦同步投入薄膜蒸餾（MD）、電容去離子技術（CDI）、生物處理技術及濃排水資源化等研發工作，希望透過自主技術建立更完整的海水淡化技術產業鏈。未來智慧化管理將成為主流趨勢，透過人工智慧監控、數位孿生系統與預測維護技術，提高設備可靠度、降低能源需求及延長膜組件壽命，進一步降低產水成本。

國際合作提升工程量能

大型海水淡化屬高度專業工程，涉及水處理技術、薄膜技術、能源回收設備、海洋工程及智慧控制系統等領域。因此，政府透過國際水週及相關論壇積極推動國際交流，並鼓勵國際廠商與本土業者共同參與工程建設。此模式不僅有助導入國際最佳實務經驗，也能快速扶植國內海淡產業能力，未來隨著國內工程量體增加及實務經驗的累積，臺灣亦有機會建立海水淡化工程輸出能力，拓展海外市場。

政策支持確保供水韌性

海淡水雖然價格較高，但其最大價值在於供水穩定。目前政府已將多元水源納入產業用水管理機制，要求新設產業須評估再生水及其他替代水源使用方案，同時透過長期購水機制，提供海水淡化設施穩定

需求基礎，使工程投資具備長期經濟效益。從整體社會成本觀點而言，預防缺水所造成之產業停工損失，遠較海淡供水成本更具經濟效益。

推動多元溝通建立共識

海淡工程涉及海域取排水、生態保育及地方發展議題，必須透過與地方充分溝通爭取支持，才能順利推動上線營運。新竹與臺南海淡計畫推動期間進行近百場地方說明及協調會議，參加對象涵蓋中央、地方、漁民團體及周邊居民等利害關係人。此種充分參與機制，是大型公共建設順利推動的重要基礎（圖8）。

未來發展挑戰

儘管海水淡化已逐漸成為全球重要的新興水源之一，並在臺灣供水韌性政策中扮演日益關鍵的角色，惟推動過程仍面臨能源、環境及成本等各項挑戰，此外，氣候變遷帶來的不確定性，將使未來供水策略更加複雜。海水淡化不應被視為單一解決方案，而應與再生水、伏流水、地下水保育、水庫更新及節水措施共同整合相互搭配，建構完整且多元的供水系統，以提升國家整體供水韌性。

能源轉型與低碳發展挑戰

海水淡化廠營運高度依賴電力供應，雖然，當前國際海水淡化系統已利用高效能膜材及能源回收裝置大幅降低能耗，但整體營運核心仍是需要電力系統支

持，因此，在全球淨零碳排與能源轉型趨勢下，未來海水淡化廠營運如何結合綠電（如離岸風電、太陽光電及儲能系統及綠電憑證機制等）以降低產水過程之碳排放，將成為海淡產業永續性之重要課題。

環境保護與生態平衡挑戰

海水淡化廠營運涉及取水及濃排水排放可能對海洋環境產生影響的議題，針對濃排水的排放水質，規劃設計階段雖可透過軟體進行擴散模擬加以修正其成果，營運時亦可透過精準管控及透過持續的海域監測機制，有效控制濃排水擴散範圍及鹽度變化，以降低對海洋生態之影響。除了取水工程規劃設計亦需兼顧魚類資源保育、生態棲地維護、海岸環境保護及漁業活動需求外，依近年海淡計畫推動經驗，規劃設計階段持續與地方溝通，有助社會信任並凝聚共識。此外，未來於施工時，選用低環境衝擊工法及環境監測管控等措施；另營運階段則持續採取環境監測及管理措施，降低對周邊生態環境之影響。

成本控制與產業自主挑戰

面對全球能源價格波動與設備成本提高，海水淡化之產水成本仍相對較高，因此，如何透過規模經濟、設備國產化、技術精進及專業人力在地化等措施以降低產水成本，提升經濟效益，是當今海淡產業發展關鍵重點，另外，隨著大型海淡計畫推動，建構在地化專業人才養成機制亦相當重要。透過產官學研合作，可逐步建



圖8 臺南海水淡化廠地方溝通（左）及新竹海水淡化廠地方溝通（右）

立設計、施工、操作及維護管理完整技術體系，進而提升我國海淡產業自主能力及國際競爭力。

未來展望：打造國家水資源韌性的重要設施

展望未來，海水淡化在臺灣水資源發展中將逐步由「替代水源」提升為確保供水安全的重要「戰略水源」。當大型海水淡化設施陸續完成建設後，其功能已不僅是於乾旱期間提供緊急備援，更將進一步成為支持高科技產業發展、穩定民生供水及強化國家競爭力的重要基礎設施。尤其在全球供應鏈重組及高科技產業高度集中於臺灣的情況下，供水穩定性已不僅是民生重要議題，更攸關國家產業發展與經濟安全的重要戰略議題。

未來海水淡化事業發展方向，將促進本土產業提高國內產業相關設備及技術的競爭力、研究發展濃排水資源再利用技術創造附加價值及循環經濟理念、推動智慧化技術因應人力短缺的狀況。面對極端氣候下日益漸增之供水風險，預期透過強化調度設施與優化系統操作模

式，全面提升抗旱與防災韌性；藉由建構跨區支援輸水管網，並推展科技造水等措施，實質厚植備援量能。

回顧臺灣海淡事業三十餘年的發展歷程，從滿足離島居民供水需求出發，歷經技術驗證、旱災考驗及大型工程推動，如今已逐步建立完整發展架構與政策體系，未來隨著新竹、臺南、嘉義及高雄等大型海水淡化計畫陸續推動，海水淡化將與再生水、水庫水、伏流水及地下水等水源共同形成多元供水體系。

在氣候變遷已成常態的新時代，水資源管理的核心目標已不再只是追求供水量增加，而是要能確保供水韌性與永續性。海水淡化所代表的，不僅是一項供水技術的進步，更象徵是一種由「被動因應缺水」轉向「主動創造水源」的思維轉變。透過持續技術創新、完善制度規劃、強化社會參與及深化產業合作，臺灣海水淡化事業將有機會發展成為亞太地區氣候韌性下多元供水的重要典範，並為國家未來數十年的經濟發展與社會安全奠定最堅實的基礎。 🇹🇼



邑菖工程顧問有限公司

YICHANG Engineering Consultants Ltd.



服務範圍

- 道路工程
- 橋樑及高架橋工程
- 建築結構工程
- 工業廠房工程
- 土木施工規劃顧問
- 工程專案管理服務
- 可行性研究
- 工程規劃、設計及監造
- 評估鑑定
- 營建管理
- 計劃管理

23444 新北市永和區保生路2號19F-3

19F-3, No.2, Baosheng Rd, Yonghe Dist, New Taipei City 234, Taiwan (R.O.C.)

Tel : 02-29279609 Fax : 02-29279617

E-mail : shen2680@ms13.hinet.net