

離島水資源現況及未來展望

毛振泰 國家發展委員會參事兼國會及新聞聯絡中心主任

摘要

依據離島建設條例第二條，該條例所稱之離島，係指與臺灣本島隔離屬我國管轄之島嶼。我國實際管轄島嶼合計 165 個，澎湖 97 個、金門 14 個及馬祖 36 個等，該等離島地區因土地面積有限，降雨總量不多且迅速入海，地勢平緩沒有高山，天然水資源利用不易，早期為匯集有限的雨水，所設置之蓄水設施，通常位於島上較低窪或靠近海岸地區，這些水庫除庫容小深度淺，受日照影響容易優養化外，因水庫集水區仍有居民、農業或畜牧等活動，其所產生之汙廢水順流而下進入水庫，也會影響水質。

而量足質優的水源一向為離島地區永續發展之關鍵要素，中央政府亦非常關心離島地區居民生活品質及用水權益，陸續推動相關建設或方案以確保水質與水量穩定，以下謹分別就澎湖、金門及馬祖等離島，屬人居較多離島地區水資源現況及未來展望進行分享。

關鍵字：水資源、超抽鹽化、供水系統、海淡廠

壹、澎湖地區水資源現況與未來展望

一、水資源現況

(一) 氣象與水文

澎湖地區位於亞洲大陸邊緣，有北迴歸線通過，屬亞熱帶地區，氣候深受大區域氣候影響。全年平均溫度為 23.5°C。

澎湖降雨不若臺灣來得多。年平均降雨量僅約為 902 毫米。此外，年平均蒸發量則高達 1,650 毫米，如圖 1。

(二) 地形

由於地形平緩，降雨少，水系發展不易，致使可利用之地面水源甚為貧乏。

(三) 水資源利用情形與自來水系統

澎湖地區自來水系統由台灣自來水公司第七區管理處負責營運，供水系統如圖 2 所示，分為馬公白沙、西嶼、望安、七美及吉貝等 5 大系統，其中馬公白沙系統之 2018 年供水量約 980.3 萬噸，約佔該年澎湖地區自來水 5 大系統總供水量 1,125.8 萬噸的 87%。而於馬公白沙系統範圍內之馬公及烏

崁海淡廠陸續完工後，主要水源已調整為海淡水，2018 年底海淡廠供水量約佔澎湖地區總供水量的 63%，成功、興仁、東衛、小池、

赤崁、西安、七美等水庫則供應約 20% 水源，至於地下水之抽水量則大幅減少，藉以有效涵養保育地下水。

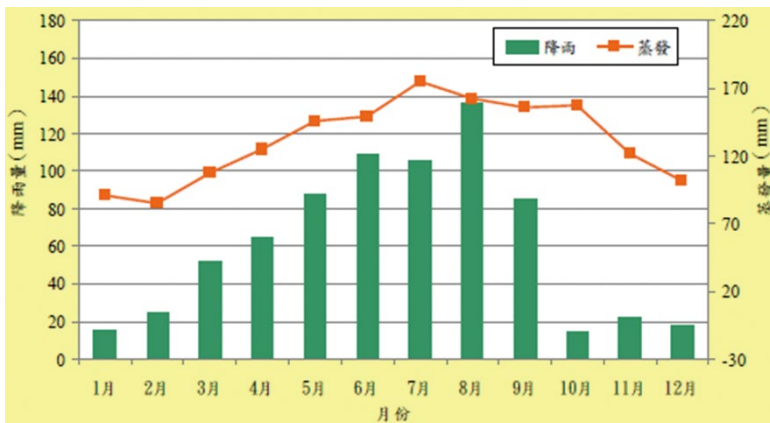


圖 1 澎湖年平均降雨量與蒸發量比較圖

資料來源：中央氣象局澎湖測站



圖 2 澎湖地區供水系統及既有重要水資源設施

資料來源：「離島地區供水改善計畫第二期」，經濟部水利署，2018 年

另為改善澎湖地區水庫水質不佳問題，包括成功、興仁、東衛、小池、西安等湖庫，已陸續於 2013 年前完成雨污水分流改善工程，總計改善之引水溝長度約 2,980 公尺，以溝中溝方式將汙水分流入海，有較大降雨時才會引入湖庫蓄存。

二、待持續改善課題

經陸續推動相關建設或方案，雖已大幅改善居民用水權益並確保水質與水量穩定，惟仍有部分課題待持續努力，說明如下：

- 1、七美與吉貝地下水已有超抽鹽化現象（見圖 3）
- 2、澎湖地區地下水管理體系尚有不足
- 3、因應氣候變遷及澎湖人口成長，海淡廠供水能力有進一步提升需求

以 2017 年 8 月至 2018 年 9 月為例，因湖庫蓄水率持續降低，湖庫供水量自 2018 年起開始受到影響（詳圖 4）。另根據澎湖縣政

府統計資料，因該縣近年大力推廣觀光產業，如花火節、馬拉松等活動，配合陸續進駐之大型觀光旅館，用水需求實有持續成長之可能性；此外，澎湖地區近年人口數亦呈現微幅增加趨勢，且人口成長多集中於馬公地區，代表馬公白沙系統相較於其他供水系統仍有較高之供水壓力。

三、策進作為及未來展望

為改善上述課題，「離島地區供水改善計畫第二期」已奉行政院核定實施，包括：

（一）吉貝嶼海淡廠興建工程（見圖 5）

為保障吉貝嶼居民長期用水安全及涵養保育該島之地下水資源，將推動興建設計出水能力達每日 600 噸之海水淡化廠，並送至吉貝淨水場清水池，再利用原有供水系統出水因應需求。本項工作已於 2020 年 3 月完成基本設計，目標係 2024 年前完成產水。



圖 3 馬公系統之深井地下水使用量統計圖

資料來源：整理自經濟部水利署「離島地區供水改善計畫第二期」，2018 年

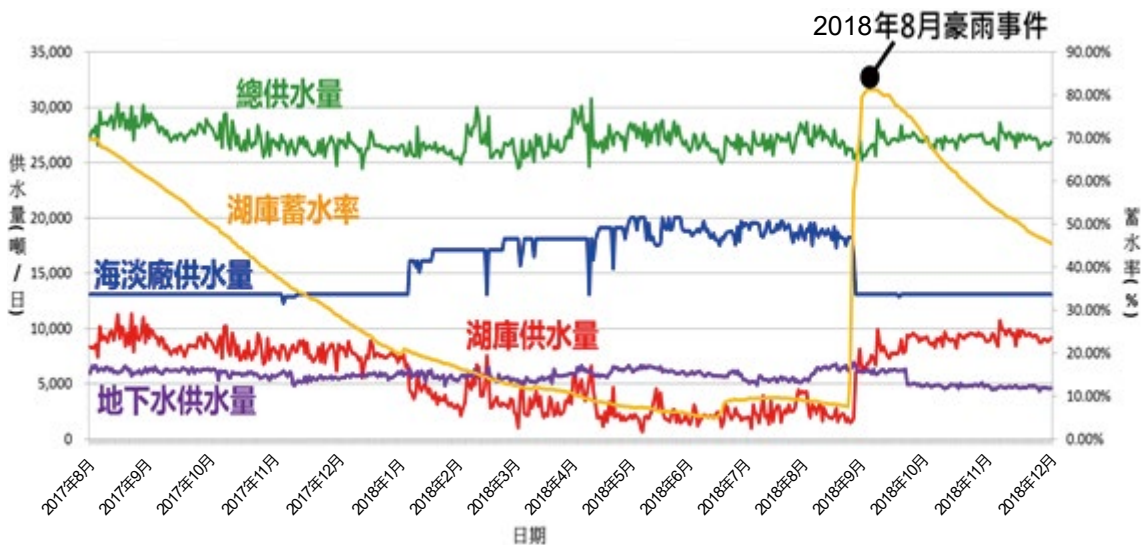


圖 4 2018 年枯水期間馬公白沙系統水源供應情形

資料來源：整理自「離島地區供水改善計畫第二期」，經濟部水利署，2018 年



圖 5 吉貝嶼海淡廠預定廠址

資料來源：經濟部水利署「離島地區供水改善計畫第二期」，2018 年

（二）七美嶼海淡廠興建工程（見圖 6）

為保障七美鄉居民長期用水之質優量穩與配合地下水涵養保育，將興建設計出水能力

達每日 900 噸之海水淡化廠，並送至七美淨水場清水池，再利用原有供水系統出水因應需求。本項工作已於 2020 年 2 月完成基本設計，目標係 2024 年前完成產水。



圖 6 七美嶼海淡廠預定廠址

資料來源：經濟部水利署「離島地區供水改善計畫第二期」，2018 年

（三）馬公 6,000 噸海淡廠興建工程

馬公 6,000 噸海淡廠為「馬公第二海淡廠」第二期，由於部分開發行為如取、排水工程及用地取得等，已於第一期「馬公 4,000 噸海淡廠」工程案中辦理，因此「馬公 6,000 噸海淡廠興建工程」之主要工作項目為設置廠房及海淡機組。本項工作之目前進度為辦理基本設計中，因毋須再辦理相對耗時之用地取得程序，預期可提前於 2022 年完成產

水，再增加馬公白沙系統每日 6,000 噸供水量，確保供水無虞。

（四）建置地下水管理系統

因台灣自來水公司於環評階段承諾「馬公增建 4,000 噸海水淡化廠」完成產水 4,000 噸後，將同步減輪抽地下水每日 2,000 噸。因此，馬公地區之地下水抽水量將由 2007 至 2011 年期間平均每日抽水約 6,000 噸及馬公第一海淡廠產水後（含新建 5,500 及改建

4,500 噸) 之 2013 至 2017 年平均每日抽水約 3,500 噸，降至未來每日抽水量不足 1,500 噸，而除透過減抽來涵養保育地下水外，台灣自來水公司這些減輪抽的地下水井亦可作為因應氣候變遷或緊急情況時之備援水源，提升澎湖地區之供水穩定。

此外，馬公白沙地區之海淡產水量於 2022 年再增加 6,000 噸後，因供水不虞匱乏，此時即可有條件來推動其他私有地下水井之清查、管制、稽查與減抽等地下水保育管理措施，有關澎湖地區地下水保育管理計畫現正由縣府委外規劃中。

俟前述 4 大工作項目陸續完成後，約可再增加澎湖地區每日 7,500 噸海淡水產水能力，並配合減少抽取吉貝嶼及七美嶼之地下水每日最多 1,500 噸，並強化地下水相關監測以作為地下水保育「逐步減抽」、「健全管理」等策略實施依據。

貳、金門地區水資源現況與未來展望

一、水資源現況

(一) 氣象與水文

金門歷年 7 月及 8 月平均溫度可達 28°C 以上。冬季因受東北季風影響，氣溫較低，歷年一月平均溫度為 12.9°C。

金門地區雨量分布不均，年平均降雨量約為 1,100 毫米。年平均蒸發量則約 1,142 毫米，略高於年均降雨量。

(二) 地形

金門本島東西向長約 20 公里，南北向最寬處在東端，約為 15.5 公里（如圖 7），地形主要區分為灘地、砂丘、低地、台地及丘陵地。

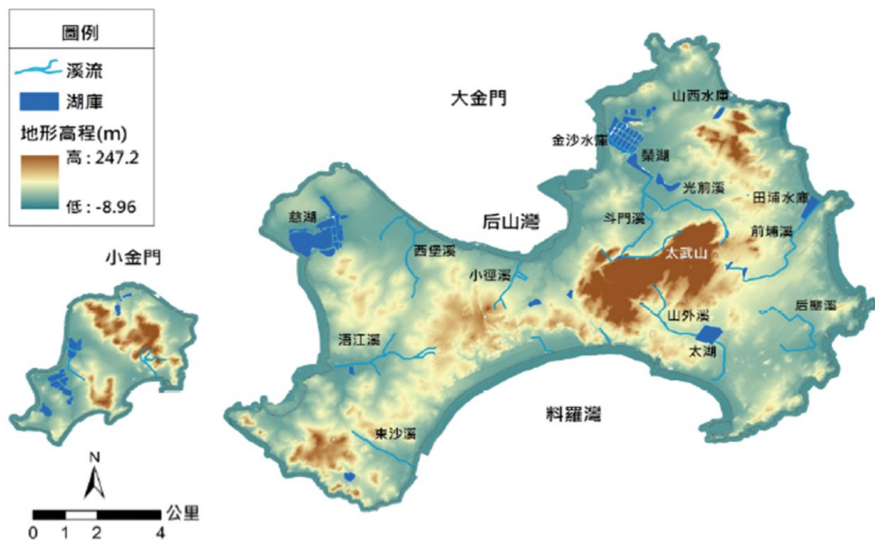


圖 7 金門地區地形圖

資料來源：金門地區水資源運用調整策略規劃（1），經濟部水利署，2018 年

(三) 河川水系 (如圖 8)

金門地區本島計有九條溪流，東半部有金沙溪（支流為斗門溪與光前溪）、山外溪、田埔溪（前埔溪）與后壟溪等；西半部有小徑溪（瓊林溪）、西堡溪（湖尾溪）及浯江溪等三條溪流，小金門（烈嶼島）則有西路溪、南塘溪等二條溪流。由於受地形，降雨型態等因素影響，除金沙溪、浯江溪、后壟溪、西堡溪以外，其餘溪流僅豐水期有明顯流量，枯水期則為乾涸狀態。

(四) 水資源利用情形與自來水系統

金門地區自來水由金門縣自來水廠管理，下轄金城、金湖、金沙、烈嶼四個服務所，分掌金門地下水供應站（七處）、太湖淨水場、榮湖淨水場、紅山淨水場，2017 年售水總量達約為 604.8 萬噸，用戶數 22,057 戶，供水總人口達 75,887 人，普及率約 92.46%。

依統計金門地區 2013 至 2017 年主要水源以湖庫水及地下水為主，占比約達 40% 及 60%，說明如下（金門地區重要水資源設施位置如圖 9 所示）：

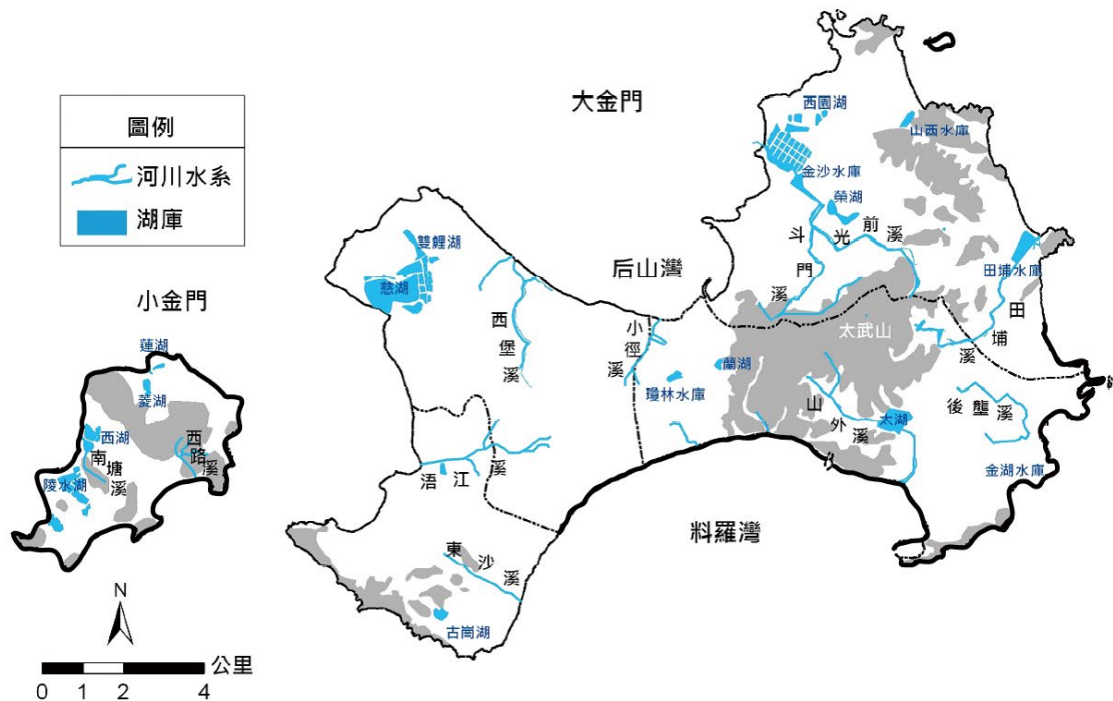


圖 8 金門地區河川水系圖

資料來源：經濟部水利署水利規劃試驗所，2015，金門地區水資源運用調整策略規劃（2-2）



圖 9 金門地區水資源重要設施

資料來源：「離島地區供水改善計畫第二期」，經濟部水利署，2018 年

1、地面水：包括湖泊和水庫，計有太湖、榮湖、陽明湖、蘭湖，以及田浦水庫、金沙水庫、擎天水庫、山西水庫、瓊林水庫、金湖水庫等 10 座供應大金門自瓊林以東之地區，2017 年約佔整個供水量的 40.31%。另有蓮湖、菱湖、西湖等三湖庫供應小金門地區。另太湖水庫及田浦水庫等湖庫浚渫及改善工程陸續於 2011 前完工，增供水源量約 700 噸／日；大小金門海底聯通管線受損部分則於 2009 年完成修復，目前小金門供水穩定。

2、地下水：供應大金門自瓊林以西之地區，共計有 25 口深水井，約佔整個供水量的 59.62%。

金門地區 2018 年自來水需求約每日 2.2 萬噸，除可由前述湖庫地面水及地下水供水外，因大陸引水工程及大金門海淡廠功能改善與擴建工程，分別於 2018 年 8 月前後陸續完工，其中大陸引水工程自 2018 年起可購水每日 1.5 萬噸，並每三年增加購水量至 2028 年達最大 3.4 萬噸；另「大金門海水淡化廠功能改善暨擴建工程」可改善既有海淡廠讓產水能力恢復至 2,000 噸／日，並再新增 2,000 噸／日產水機組，合計產水能力達 4,000 噸／日（大金門海淡廠一隅照片如圖 10）。因此，金門地區水資源供給能力大於需求。

金門地區隨著 1992 年戰地政務解除及 2001 年兩岸三通政策實施，設籍人口逐年增



圖 10 大金門海水淡化廠一隅

資料來源：作者拍攝

加（如圖 11）及用水需求同步成長，惟湖庫容量有限且優養化水質不佳，民眾因口感不好而接受度不高，故而長期依賴抽用地下水，致地下水嚴重超抽、水位持續下降而有鹽化之虞，並可能影響金門酒廠抽取地下水釀酒每年 150 億產值，故解決相關問題有其急迫性。為解決金門地區地下水超抽、湖庫水質不佳及用水持續成長等水資源供需失衡問題，經濟部於 2013 年研提「金門地區整體供水改善綱要計畫」，擬推動地下水保育減抽 1.83 萬噸／日，並推動多元水源開發以因應目標年之用水成長 0.86 萬噸／日，並進行湖庫之更新改善，如底泥浚渫挖除以改善湖庫水質等。

其中除責由縣府積極辦理自來水減漏、輔導大用水戶安裝量水設備、灌溉節水、節水宣導及輔導等例行性工作外，另須提報多項專案計畫爭取中央經費協助辦理，包括地下水管理計畫、污水廠放流水利用、增加蓄水設施、自來水擴建計畫（洋山淨水場及送配水管線與配

水池等）及大陸引水計畫等。因此，經濟部於 2014 年提報實施「金門自大陸引水計畫」，並於 2018 年 8 月完工通水，其所購水量除作為金門地區減抽地下水之替代水源外，亦足以因應金門地區未來用水成長需求。惟因縣府規劃與其搭配之洋山淨水場新建工程及取代地下水井水量之配水管線工程須至 2020 年底方能陸續完成，故目前購水量經金門水廠與福建供水公司協商暫定為每日 0.9 萬噸（平均值），並視實際需求調整。

前述實施「金門自大陸引水計畫」，除已考量保留金門自有供水比率至少達 75% 外（係減抽之地下水尚未復抽情況下），另就陸方供水中斷之可能狀況，亦均已納入考量並研提因應對策。包括嚴密監測水質水量、已完成大型海淡廠及高級淨水廠等替代方案規劃以備不時之需並研擬緊急應變計畫，設定應變組織與分工權責等，確保可妥為因應維持金門地區民眾用水權益。

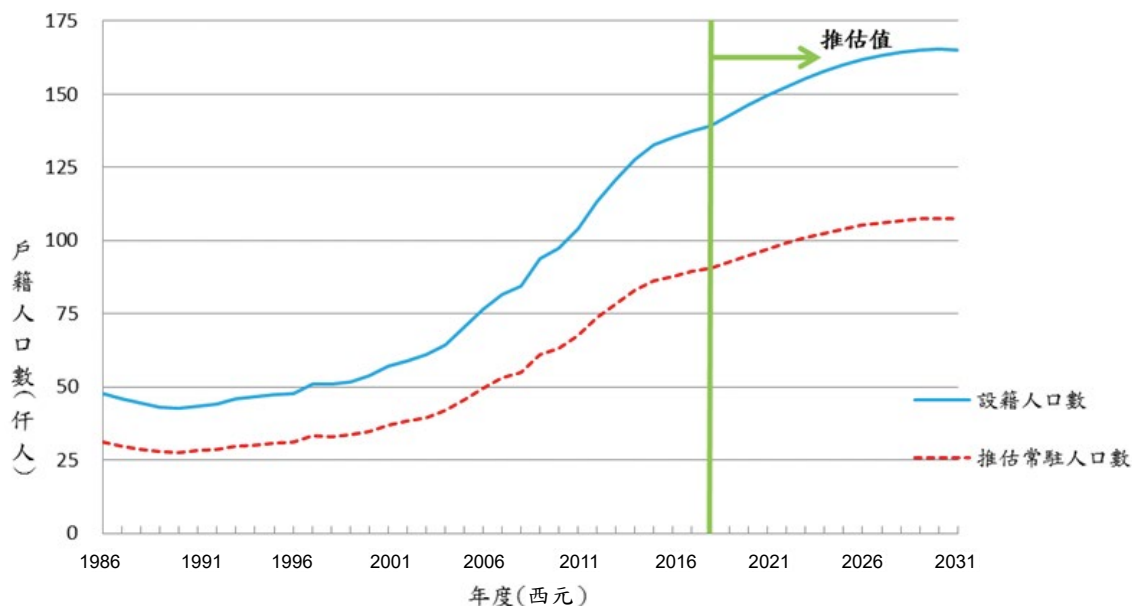


圖 11 金門地區設籍人口成長趨勢圖

資料來源：整理自「離島地區供水改善計畫第二期」，經濟部水利署，2018 年

二、待持續改善課題

經陸續推動相關建設或方案，大幅改善居民用水權益並確保水質與水量穩定後，評估金門地區仍有部分課題待改善，包括：金門地區榮湖水庫久未浚渫及瓊林水庫滲漏影響蓄水、連接大小金門海底管線出現懸空、既有湖庫間原水調度能力待提升、地下水管理體系尚有不足。

「金門自大陸引水工程計畫」等新增水源計畫陸續完成後，除可作為金門地區自來水系統抽取地下水之替代水源，逐步減少地下水抽取量外，尚應整合建置地下水水位、水質監測系統，作為後續推動私有地下水井清查、管制、稽查與減抽等地下水保育管理措施之依據。

三、策進作為及未來展望

為持續改善上述課題，行政院於「離島地區供水改善計畫第二期」已核定實施以下項目，包括：

(一) 金門地區湖庫浚渫及改善工程

藉由辦理榮湖水庫一次性大規模庫區淤積浚渫以改善水質。此外，為防止水庫庫底氯鹽持續釋出污染水質，一併辦理水庫封底隔絕底泥鹽分釋放，以達到水質改善目的。預期降低榮湖水庫庫底之氯鹽釋出並恢復庫容約 7.2 萬立方公尺。

另瓊林水庫為金東半島重要蓄水設施，惟因滲漏致歷年蓄水狀況不佳，藉由執行一次性大規模之水庫滲漏改善工程，改善滲漏

問題，保存珍貴水資源及讓水源充分利用。預期可改善瓊林水庫滲漏問題並疏通進水引水道，以利雨水匯集。

(二) 金門跨海橋樑附掛自來水管工程

配合於興建中之金門大橋（預計 2020 年完工）箱型樑內附掛供水管線，可強化每日 5,000 噸水源調度能力，並與原有海底管線相互備援，提升金門地區水源聯合運用，穩定小金門（烈嶼鄉）供水。

(三) 金門地區湖庫原水導水改善工程

現況金湖地區各湖庫分別供應太湖與榮湖等淨水場，因湖庫原水水質與蓄水量條件各不相同，且豐枯期之湖庫水位有差異，為於大陸引水至田浦水庫後能供應較佳水質及充沛之水

量，於「金門地區湖庫原水導水改善工程」完工後，可採各湖庫聯合供水方式供應原水以發揮最佳供水效能（調配示意圖詳圖 12），並強化金湖地區各湖庫水源運用能力。

(四) 金門地區地下水保育管理計畫

俟搭配大陸引水計畫之洋山淨水場新建工程及取代地下水井水量之配水管線工程於 2020 年底陸續完工後，因供水不虞匱乏，此時即可有條件來推動金門水廠減抽地下水及其他私有地下水井之清查、管制、稽查與減抽等地下水保育管理措施。目前正由縣府委外規劃「金門地區地下水保育管理計畫」中，完成後，可恢復榮湖水庫庫容為 7.2 萬立方公尺、強化大小金門調度能力每日 5,000 噸及新設 12 口地下水觀測井以強化地下水相關監測。

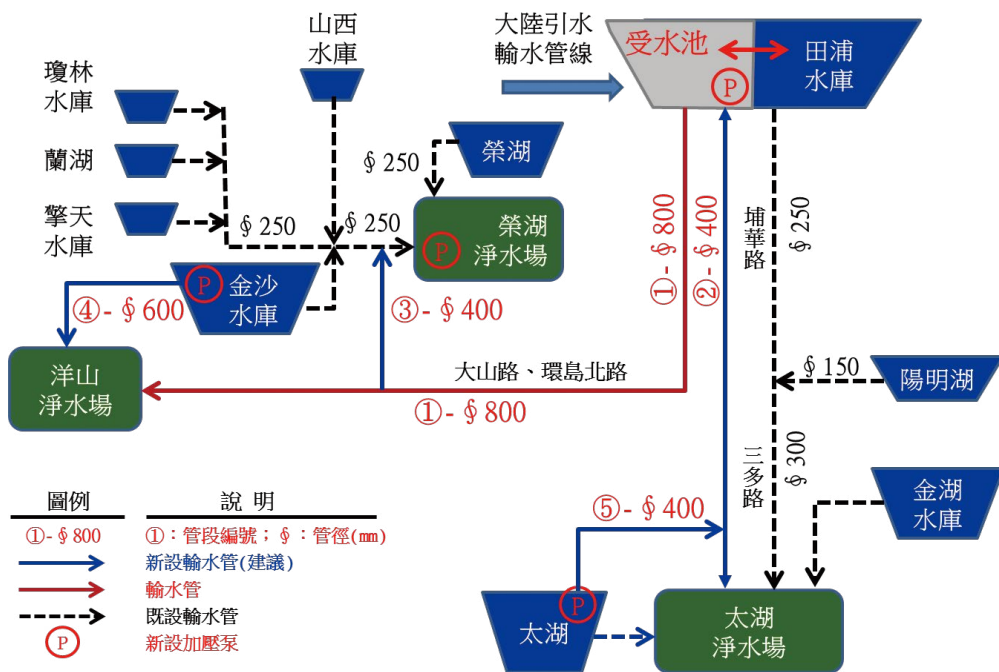


圖 12 金門地區湖庫原水導水改善工程完工後水源調配示意圖

資料來源：「離島地區供水改善計畫第二期」，經濟部水利署，2018 年

參、馬祖地區水資源現況與未來展望

一、水資源現況

(一) 氣象與水文

馬祖地區全年平均溫度 19.5℃，以 8 月平均溫度 27.5℃ 最高，2 月受東北季風影響，平均溫度 10.3℃ 為最低。降雨性質屬於大陸沿海性氣候，雨量稀少，年平均降雨量為 967 毫米，平均蒸發量為 1,030 毫米。

(二) 地形

馬祖地區由數十座島嶼所構成，各島間相距 20 ~ 60 公里不等，主要島嶼由北而南排列分別為東引、北竿、南竿、西莒和東莒，一般統稱四鄉五島，總面積約為 29.6 平方公里。

(三) 水資源利用情形與自來水系統

馬祖地區共有 17 座水庫、5 座淨水場及 5 座海淡廠，其中南竿鄉擁有 9 座水庫、2 座淨水場及 5 座海淡廠，其次為北竿鄉 4 座水庫、淨水場及海淡廠各 1 座。其中，馬祖地區供水系統及重要水資源設施詳如圖 13。



圖 13 馬祖地區供水系統及重要設施

資料來源：「離島地區供水改善計畫第二期」，經濟部水利署，2018 年

連江縣自來水廠於 2018 年用水戶共約 3,304 戶，自來水普及率為 90.44%，供水人口約 11,808 人。其中，南竿鄉近五年平均供水量約佔全縣 57.8%，其次東引鄉約佔全縣 23.9%，北竿鄉約佔全縣 12.6%。又依據連江縣自來水廠供水量及售水量資料，在 2013 年以前，連江縣年供水量維持在 140 萬立方公尺，年售水量則約 120 萬立方公尺；2014 年以後，售水率提升，2018 年供水量約 129 萬立方公尺，年售水量約 121 萬立方公尺，售水率約 94.5%。

馬祖地區因島嶼地形致使地面水可供水量較少，多倚靠海淡廠補充供水。其中「民間參與馬祖南竿海水淡化廠興建及營運計畫（南竿三期 950 噸海淡廠）」、「東引 250 噸海淡廠擴充工程」分別於 2010 年及 2013 年完工並營運，確保南竿及東引地區之供水穩定。經統計近五年馬祖地區水庫及海淡廠供水量占比約為 35% 及 65%，海淡水已成為馬祖地區非常重要之供水來源。

另西莒（樂道沃水庫）、東引（紫沃水庫）、南竿（津沙一號壩）及北竿（中興水庫、午沙水庫）等湖庫浚渫與改善工程，陸續於 2013 年前完工，藉以維持或恢復湖庫功能。至於「西莒淨水場及輸配水管線工程」、「東莒集水井增設及現有淨水設施改善工程」、「南竿東西區淨水場改善工程」等給水系統改善工程亦已陸續於 2012 年前完工，提升淨水場輸配水調度能力，並提高供水品質。此外，目前馬祖地區整體供水能力約達 4,640 萬噸／日（= 169 萬噸／年），供給仍大於需求。

二、待持續改善課題

經陸續推動相關建設或方案，已改善居民用水權益並確保水質與水量穩定，惟評估仍有部分課題待持續改善，包括：既有湖庫間原水調度能力待提升及水庫水源之淨水處理改善、馬祖地區既有海淡廠設施備援能力待提升。

三、策進作為及未來展望

為持續改善上述課題，行政院已核定實施以下工作，包括：

（一）馬祖地區供水設施更新改善

包括湖庫間既有輸水管線汰換與配水池改善、水庫水源之淨水處理改善（包括針對后沃水庫水質鹽化問題，採用高級處理方式進行後端水處理）、圖資建置與更新等。相關工作完成後預計可確保湖庫水源之彈性調度能力，降低缺水風險。

（二）馬祖地區各鄉海淡廠備援系統計畫

馬祖各海淡廠（南竿一、二期、北竿、東引及西莒廠）完工至今已逾 10 餘年，廠內海淡機具設備現況大多已老舊銹蝕，影響正常營運供水，且多數設備已達財產報廢年限，加上部分舊型設備之用電量較高（如舊型能源回收裝置），為避免因設備功能不足而斷水或停水，擬增設相關系統提升備援能力。其中南竿及西莒廠因目前取水口於低潮位時

無法取得海水，造成取水量不穩定，影響海淡廠操作甚至停止運轉，爰辦理取水設施改善。另增加現有海淡廠之逆滲透機組，以提高海淡廠應變能力並確保穩定供水（預定改善南竿一、二期、北竿廠、東引廠及西莒廠）。

前述項目完成後，預計可汰換湖庫間既有水源調度管線約 5,000 公尺，增加既有水庫之利用效率並提升海淡廠備援能力 1,750 噸／日。

執行至今，「馬祖地區供水設施更新改善 - 后沃水庫水源淨水處理改善工程」已於 2019 年底完成，正進行運轉測試，已可增加后沃水庫每天出水量達 1200 噸（淨水處理改善設施如圖 14）。另南竿及東引海淡廠則已完成 UF / RO 機組購置及部分土木工程修繕整理等工作（東引海淡廠工程施工過程如圖 15）。



圖 14 后沃水庫水源淨水處理改善工程

資料來源：作者拍攝



圖 15 東引海淡廠改善工程

資料來源：作者拍攝

肆、結語

隨著「澎湖地區水資源後續開發計畫」、「金門地區整體供水改善綱要計畫」、「馬祖地區水資源整體開發計畫」及「離島地區供水改善計畫」等計畫陸續完成，離島地區供水能力已大幅增加，已能確保居民用水無虞，並早已大幅降低以船運水救急之機率。

惟澎湖及金門地區長期依賴地下水，部分區域仍有鹽化趨勢，為減抽並涵養保育地下水，地下水保育管理計畫非常重要，已納入「離島地區供水改善計畫第二期」項下執

行，初步將藉由增設地下水觀測井掌握地下水情勢，以作為後續研擬地下水管理實施方案依據。

此外，為確保離島地區之供水穩定並提升供水品質，滿足離島地區用水成長需求、提升既有設施運作效能及確保海淡設備之備載充足，相關工作均亦已納入「離島地區供水改善計畫第二期」陸續進行中，相信在陸續完成後可以提高離島地區因應氣候變遷之韌性，讓離島地區的國土保育及人民生活水準進一步獲得提升，並促進離島地區朝向水資源永續發展的方向邁進。

參考文獻

1. 中央氣象局。2020，澎湖測站平均降雨量及蒸發量資料。
2. 經濟部水利署。2018，「離島地區供水改善計畫第二期」。
3. 經濟部水利署。2018，金門地區水資源運用調整策略規劃（1）。
4. 經濟部水利署水利規劃試驗所。2020，108年中部區域水資源經理計畫滾動檢討。
5. 經濟部水利署水利規劃試驗所。2020，108年北部區域水資源經理計畫滾動檢討。
6. 經濟部水利署水利規劃試驗所。2020，108年南部區域水資源經理計畫滾動檢討。



Public Governance Quarterly