經濟部

MOEAWRA1030284

馬祖地區水資源整體規劃檢討(1)

Review for the Integrated Strategies on Water Resources in Matsu Region(1)

主辦機關：經濟部水利署水利規劃試驗所

執行單位：象騰顧問有限公司

中華民國 103 年 12 月

馬祖地區水資源整體規劃檢討(1)

Review for the Integrated Strategies on Water Resources in Matsu Region(1)

主辦機關：經濟部水利署水利規劃試驗所
執行單位：象騰顧問有限公司
編 著 者：宮天民

摘　要

摘要

一、前言

經濟部水利署水利規劃試驗所（以下簡稱水規所）為因應馬祖地區之生活用水及未來觀光發展需求，於民國 94 年完成「馬祖地區供水改善規劃」，並於民國 95 年奉行政院核定辦理之「離島地區供水改善計畫—馬祖地區」已規劃至民國 110 年之用水需求。

馬祖地區受地形氣候限制，湖庫供水量不穩定，且水質呈現優養化或鹽化，導致現有供應水源多仰賴高耗能的海水淡化廠。加上民國 101 年通過設置觀光博奕特區公投，連帶周邊觀光產業發展可能會提高用水需求，實有必要再重新檢討。並視未來用水需求成長及博奕開發需求，結合低碳島之發展政策，來檢討水源運用方式、水廠操作營運方式之變更及湖庫改善等，俾穩定供水並提供政策參考。

爰此，「馬祖地區水資源整體規劃檢討(1)」（以下簡稱本計畫），主要進行既有水源設施調查與檢討、水資源供需檢討及考量博弈開發及觀光發展可能影響評估、水資源經營策略及方案研擬等工作。

二、基本資料蒐集及調查

(一) 馬祖地區平均年雨量為 1,067.2 毫米，民國 93~102 年月平均雨量與蒸發量比較表，7 月平均蒸發量較月平均降雨量高 68.05 毫米，6 月平均降雨量較月平均蒸發量高出 73.05 毫米，顯示此地區暴雨驟降的特性。

(二) 馬祖地區人口於民國 60 年時達 17,088 人，為馬祖地區人口成長的巔峰期，此後呈現持續性人口負成長，至民國 80 年後始趨於緩和。民國 101~102 年人口年成長率分別為 10.65%、7.03%，

主要為民國 101 年 7 月份博奕公投前民眾欲參與投票而遷籍回馬祖及通過後預期的相關福利措施之誘因，導致人口增加比例幅度較大。

(三)依據交通部觀光局馬祖國家風景區管理處統計，觀光人數除民國 89 年為負成長外，年旅遊人口數逐年提高，至民國 102 年 12 月底觀光人次首次突破 10 萬人，為 106,635 人次。

(四)根據歷年水庫水質監測資料，馬祖地區各湖庫卡爾森指數平均值皆高於 50，湖庫水質均已優養化。東莒地區地下水質大致尚可，惟供應生活飲用水前應再作處理。

(五)馬祖地區除東莒僅有大坪村簡易淨水及供水設施，南竿、北竿、西莒、東引等地區共設有 5 座淨水場，以民國 102 年實際供水量與淨水場設計量比較（摘表 1），馬祖南竿地區海淡水主要皆由儲水沃淨水場處理後供應民眾使用，其餘北竿、西莒及東引淨水場皆處理包括湖庫水及海淡水，東莒地區水源由地下水供應。

(六)相關基本資料彙整詳摘表 2。

摘表 1　馬祖地區民國 102 年淨水場供水比較表

淨水場	設計供水量 (CMD)	實際供水量 (CMD)	供水量 (CMD)		
			湖庫水	地下水	海淡水
南竿-勝利淨水場	1,900	424	424	0	0
南竿-儲水沃淨水場	1,900	1,730	559	0	1,171
北竿-坂里淨水場	2,400	496	250	0	246
東莒-東莒淨水場	150	109	0	109	0
西莒-西莒淨水場	500	222	57	0	165
東引-東湧淨水場	1,600	934	546	0	388

摘表 2　馬祖地區基本資料彙整表

地區	島嶼面積(平方公里)	民國 102 年人口 (人)		
		常駐	駐軍	觀光
南竿	11.91	6,108	935	47,879
北竿	7.70	1,728	434	38,282
東莒	2.73	378	111	7,251
西莒	2.56	524	283	4,799
東引	4.43	1,004	1,162	8,424

註：駐軍人口為連江縣自來水廠提供之軍方供水量反推

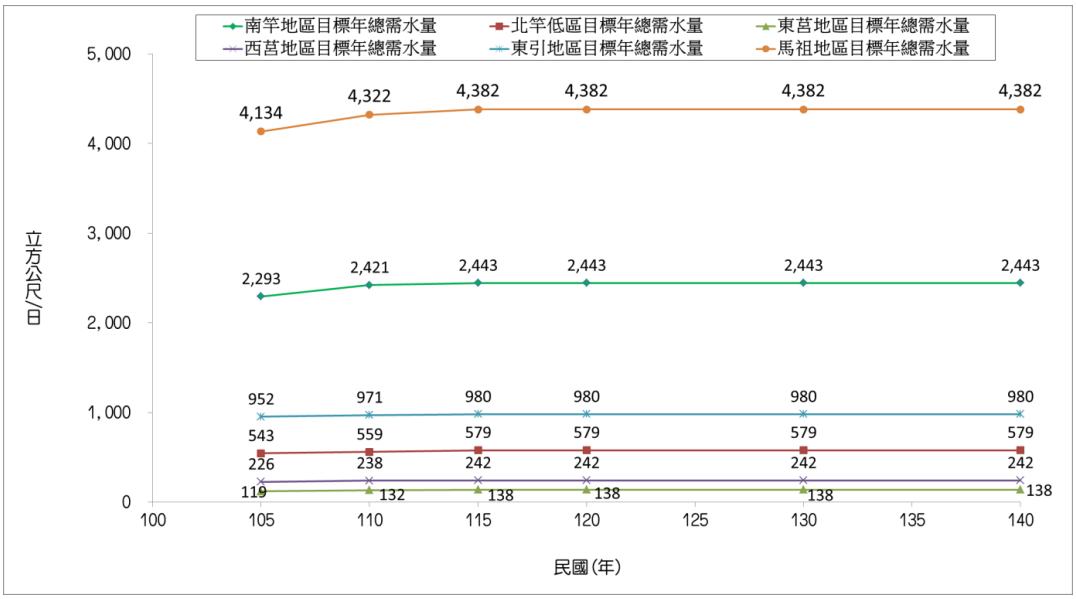
三、馬祖水資源需求檢討

(一)本計畫以5年之平均值做為未來各目標年每人每日水量，南竿、北竿、東莒、西莒及東引各島分別約為每日 242、186、139、184 及 169 公升。

(二)摘圖 1 為本計畫馬祖地區總用水需求結果。南竿、北竿、東莒、西莒及東引各島至目標年民國 140 年總用水需求量，其中民國 110 年時分別為每日 2,421、559、132、238 及 971 立方公尺（合計 4,322 立方公尺）。民國 120 年時分別為每日 2,443、579、138、242 及 980 立方公尺（合計 4,382 立方公尺）。民國 140 年時分別為每日 2,443、579、138、242 及 980 立方公尺（合計 4,382 立方公尺）。

四、既有水資源設施調查評估與檢討

(一)本計畫採用民國 102 年降雨量，推估南竿、北竿、西莒、東引地區湖庫攔蓄量分別為 34.1、6.3、2.1 及 18.9 萬立方公尺，分別約僅佔年總逕流量的 8.9%、2.3%、2.5%及 13.4%。



摘圖 1 馬祖地區各目標年總用水需求圖

(二)馬祖地區湖庫原有 17 座，合計總蓄水容量約為 115 萬立方公尺，惟部分發生淤積或水質污染，致使水源無法利用，湖庫水可利用量平均僅達約 80 萬立方公尺。

(三)根據本計畫現場調查及評估後，彙整目前馬祖地區各島水資源設施面臨問題如摘表 3。

(四)既有水庫評估與檢討

本計畫採用時序模擬運算（Sequential Simulation Routing）方式，以水平衡法進行水庫供水能力分析。更新雨量資料（至民國 102 年）分析得各島水庫供水能力資料示如摘表 4。

以民國 93 年之後完整日雨量紀錄資料重新辦理水庫供水能力分析，南竿、北竿、西莒及東引地區各島總供水能力分別為 1,282 CMD、295 CMD、86 CMD 及 278 CMD。

在考慮湖庫共同運用情況下，整體供水能力大於各水庫單獨運作之總和，南竿、北竿、西莒及東引地區各島總供水能力分別為 1,472 CMD（不含后沃水庫為 1,054 CMD）、303 CMD（不含中興水庫為 250 CMD）、101 CMD 及 291 CMD。

摘表 3　馬祖地區現階段關鍵課題彙整表

水源	面臨問題	地區	主要設施
湖庫水	水質不佳	南竿	后沃、勝利
		北竿	中興
		西莒	菜埔沃
	水庫漏水	北竿	坂里
		東莒	福正
	缺乏淨水處理設施	東莒	福正
	營運管理機制不完善	全	全
海淡水	取水井設置過淺	南竿	南竿一、二期海淡廠
		西莒	西莒海淡廠
	設施老舊	南竿	南竿一、二期海淡廠
		北竿	北竿海淡廠
		西莒	西莒海淡廠
	合約到期	南竿	南竿一、二期海淡廠
		北竿	北竿海淡廠
		西莒	西莒海淡廠
		東引	東引海淡廠

摘表 4　馬祖地區現有水庫供水能力表

鄉鎮	湖庫名稱	蓄水容量 (立方公尺)	供水能力 (分析民國 83~98 年 SI=0.3) (CMD)	供水能力 (分析民國 83~102 年 SI=0.3) (CMD)	平均 年供水量 (立方公尺)	水庫 運用率
南竿鄉	勝利水庫	189,000	528	426	153,278	0.81
	珠螺集水池	4,900	27	26	9,388	1.90
	津沙水庫	46,000	156	127	45,828	1.00
	津沙一號水庫	15,500	74	58	20,984	1.35
	儲水沃水庫	42,000	187	158	56,885	1.35
	儲水沃上壩	31,100	133	108	38,940	1.25
	秋桂山水庫	35,000	58	50	17,981	0.47
	后沃水庫	465,000	341	343	123,082	0.26
合計			1,504	1,296		
北竿鄉	中興水庫	33,500	58	53	18,956	0.57
	午沙水庫	17,900	59	59	21,289	1.19
	坂里水庫	136,000	240	193	69,509	0.51
合計			357	305		
莒光鄉	菜埔沃水庫	3,800	-	19	6,726	1.77
	樂道沃水庫	29,200	-	69	24,699	0.85
合計			0	88		
東引鄉	東湧水庫	85,000	293	258	93,086	1.10
	紫沃水庫	2,704	-	18	6,550	2.39
合計			293	276		

註：”-“為「離島地區供水改善計畫」報告中無此資料。

在充分利用湖庫水源及納入海淡可供水量原則下，探討各島水資源可運用水量示如摘表 5；在缺水指數 SI=0.3 情況下，南竿、北竿、西莒及東引地區湖庫供水能力分別為 1,510CMD（不含后沃水庫為 1,103CMD）、314CMD（不含中興水庫為 264CMD）、111CMD 及 375CMD，海淡供水量分別為 950CMD、320CMD （270CMD）、144CMD 及 634CMD。

摘表 5　馬祖地區水庫海淡共同運用供水能力表(SI=0.3)

鄉鎮	湖庫名稱	蓄水容量 (萬立方公尺)	供水能力 (SI=0.3) (CMD)	平均年供水量 (立方公尺)	水庫 運用率	海淡水量 (CMD)
南竿鄉	南竿水庫 (不含后沃)	36.36	1,103	389,438	1.07	950
	南竿水庫	82.86	1,510	532,397	0.64	950
北竿鄉	北竿水庫 (不含中興)	15.39	264	91,935	0.60	320
	北竿水庫	18.74	314	110,357	0.59	270
莒光鄉	西莒水庫	3.30	111	38,893	1.18	144
東引鄉	東引水庫	8.48	375	129,532	1.48	634

(五)供水系統檢討

馬祖地區由於受到既有湖庫特性的限制及降雨量影響，目前湖庫水源的調配方式僅依賴水廠操作人員經驗法則來操作，因應即時狀況因應不同對策，建議後續應訂定操作標準作業程序，考量各淨水場進水量、海淡廠供水量、設施高程、抽水機操作紀錄、動力費、加藥費、需求水量等因子，期能達到湖庫水最大供水量及海水淡化廠最適產水量的目標，及避免需要耗費額外的能源。

(六)既有水資源設施營運及改善檢討

在自來水廠既有人力或設施不足下，致使各湖庫的部分重要數據未能完整建置或更新，包括水庫即時水位、進流水量、水庫庫容、抽水機運作原則、水庫共同運用模式等，較難有效運用水庫水量。

為釐清未來水資源之供需情勢，應健全湖庫相關的資料，包括(1)增設監測系統，包含水位計、雨量計及流量計、(2)重新辦理水庫庫容測量及(3)建立資料庫並辦理質污染源調查並落實檢查維護工作。

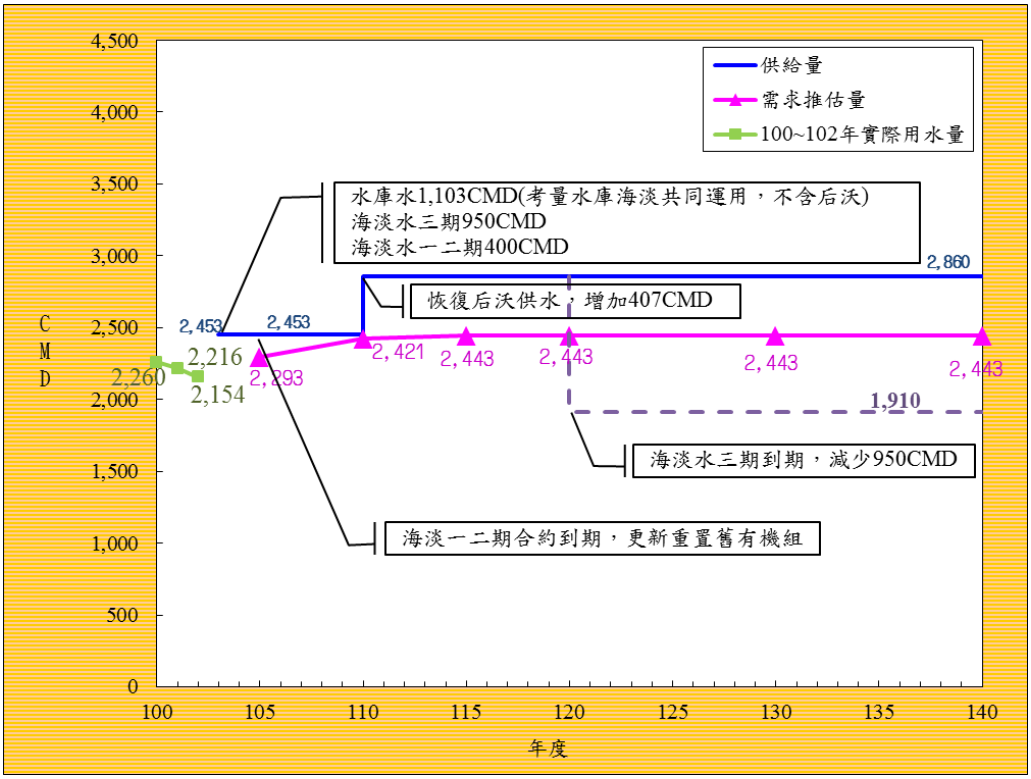
馬祖地區後續海水淡化廠之營運建議依採購法「公有民營」模式，並以「統包加營運（代操作）」型態來興辦。透過營運年限增加的方式，增加廠商積極投入嚴謹操作與維護保養誘因，使廠商能穩定提供水質與水量。

地下水井部分，東莒地區無常年流動溪流，地下水補注來源完全仰賴降雨後的地表入滲，在全球氣候變遷的影響下，屬高缺水風險地區，加上未來觀光用水需求的可能成長，建議後續以多元化水源開發的方式，尋找其他可用水源來降低缺水風險。

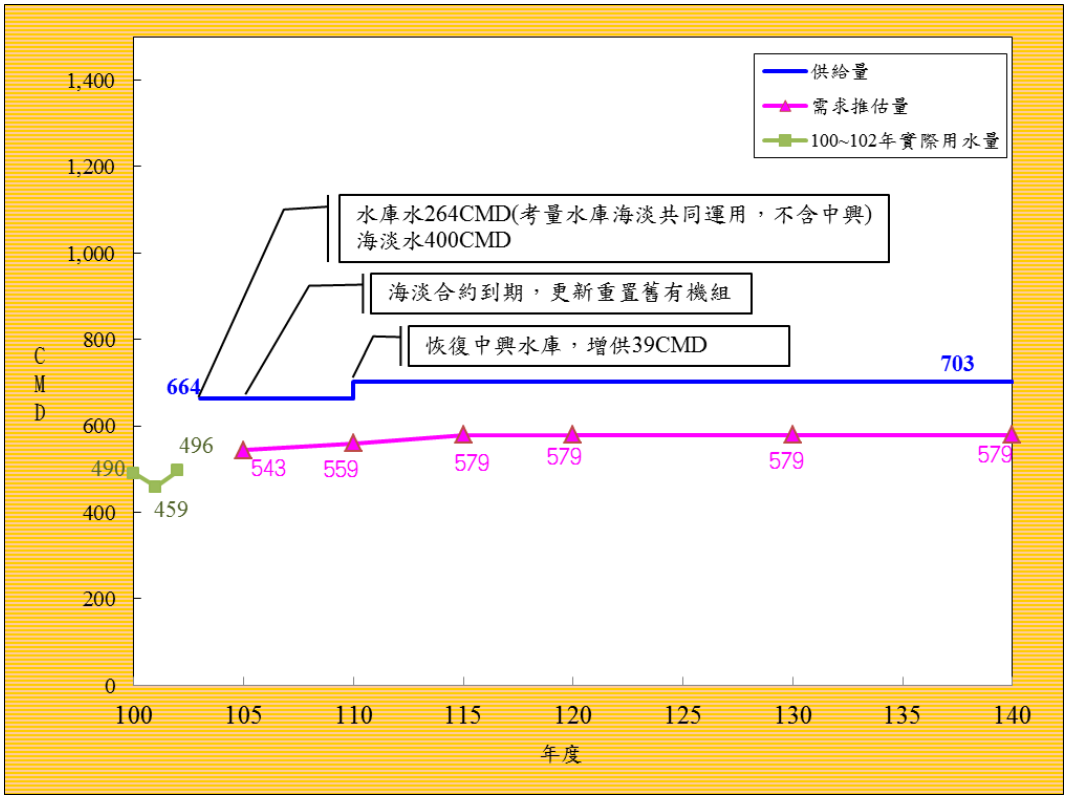
五、目標年水資源供需情勢評估及設施定位檢討

(一)未來至民國 140 年水資源供需情勢評估

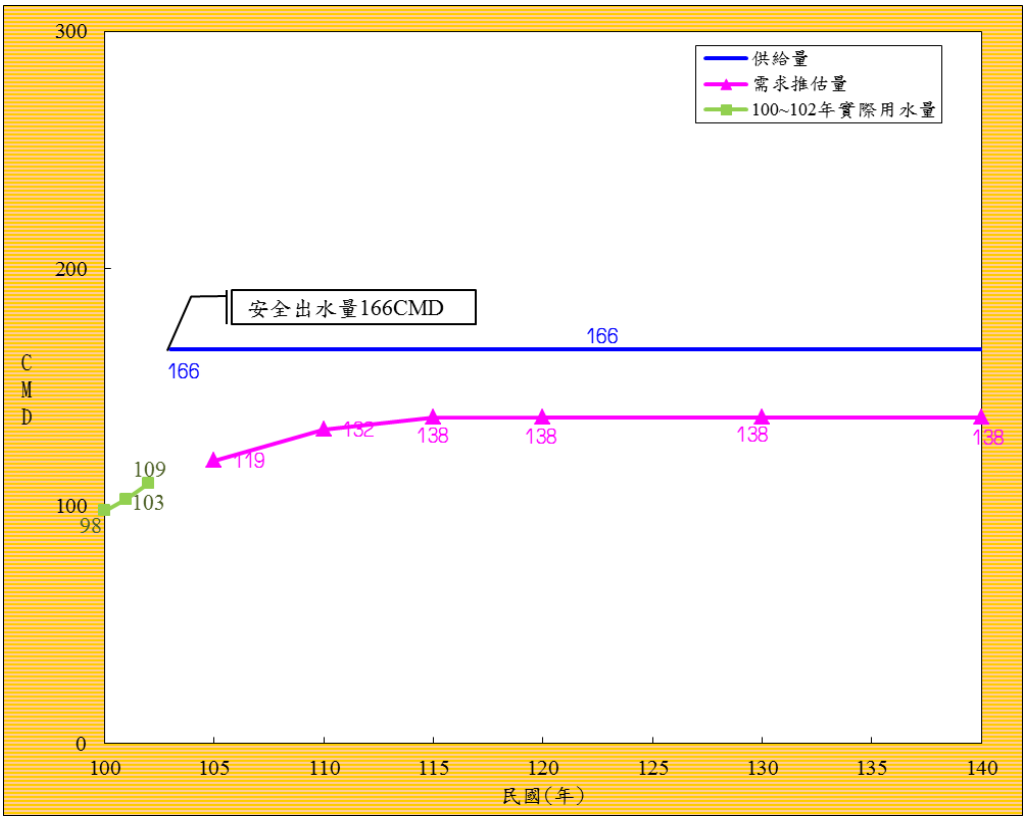
馬祖地區各島至目標年民國 140 年之水資源供需情勢如摘圖 2~6 所示。



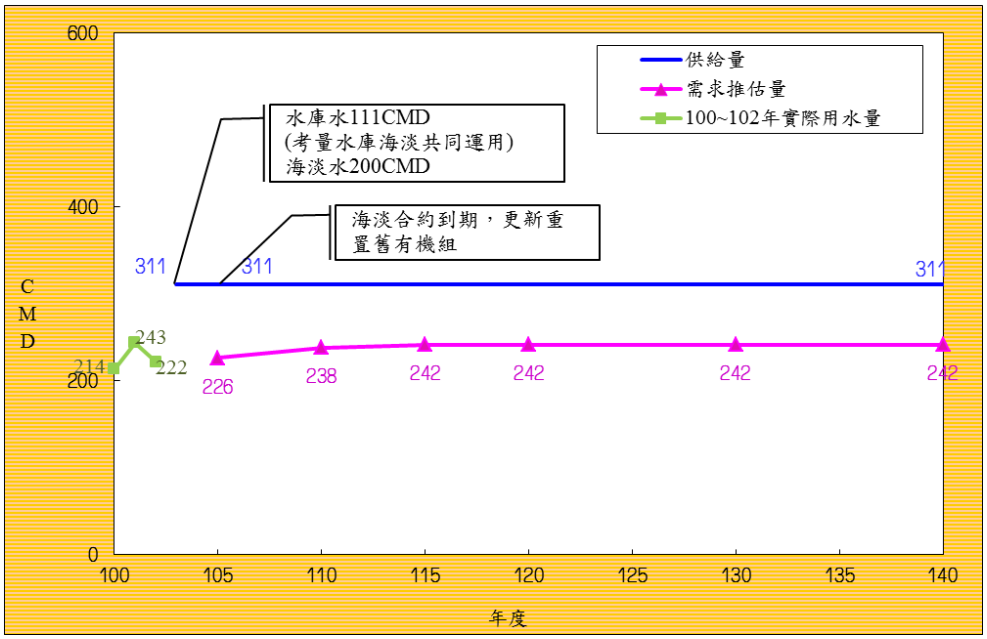
摘圖 2　南竿地區水資源供需情勢圖



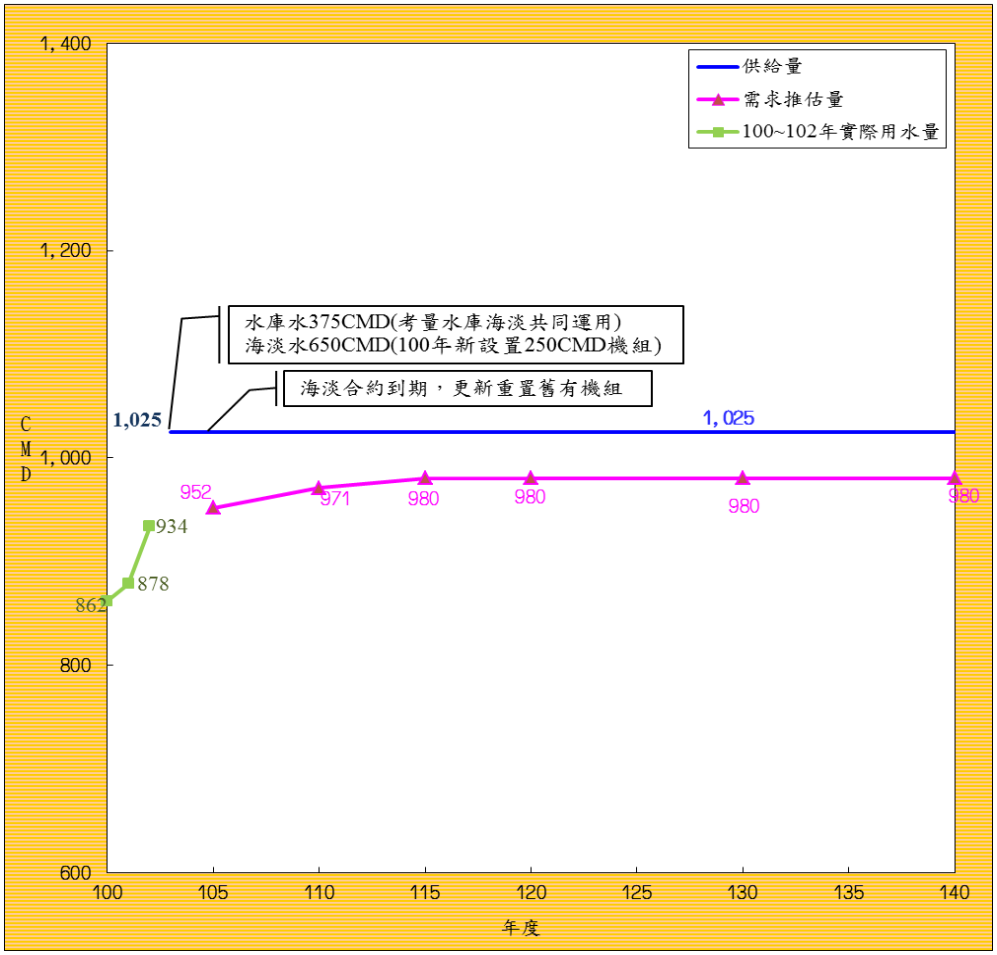
摘圖 3　北竿地區水資源供需情勢圖



摘圖 4　東莒地區水資源供需情勢圖



摘圖 5　西莒地區水資源供需情勢圖



摘圖 6　東引地區水資源供需情勢圖

(三)水資源設施定位檢討

考量全球氣候變遷及低碳島發展，未來除優先充分利用地面水資源，以期能達到節能減碳之目標外，應考量其他新興水源之開發利用，如二元供水系統設置、雨水貯留等。配合前述水資源供需分析結果，各島水資源設施之定位詳摘表 6。

摘表 6　馬祖地區各島水資源設施定位檢討彙整表

水源 / 地區	湖庫	海淡廠	地下水井	二元供水系統	貯留雨水系統
南竿	1. 主要水源	1. 主要水源	—	1. 輔助水源(沖廁與澆灌)	1. 輔助水源(沖廁與澆灌)
	2. 優先恢復后沃水庫供水	2. 民國 105 年更新重置舊有海淡機組		2. 應持續推動	2. 應持續推動
		3. 后沃水庫恢復供水後，彈性調整供水量			
		4. 民國 115 年重新檢討南竿三期後續因應方案			
北竿	1. 主要水源	1. 主要水源	—	1. 輔助水源(沖廁與澆灌)	1. 輔助水源(沖廁與澆灌)
	2. 優先恢復中興水庫供水	2. 民國 105 年更新重置舊有海淡機組		2. 應持續推動	2. 應持續推動
		3. 中興水庫恢復供水後，彈性調整供水量			
東莒	1. 多元開發(保育地下水)	1. 多元開發(保育地下水)	1. 主要水源	1. 輔助水源(沖廁與澆灌)	1. 輔助水源(沖廁與澆灌)
			2. 易受氣候影響，以多元開發其他水源方式因應	2. 應持續推動	2. 應持續推動
西莒	1. 主要水源	1. 主要水源	—	1. 輔助水源(沖廁與澆灌)	1. 輔助水源(沖廁與澆灌)
		2. 民國 105 年更新重置舊有海淡機組		2. 應持續推動	2. 應持續推動
東引	1. 主要水源	1. 主要水源	—	1. 輔助水源(沖廁與澆灌)	1. 輔助水源(沖廁與澆灌)
		2. 民國 105 年更新重置舊有海淡機組		2. 應持續推動	2. 應持續推動

六、既有水庫蓄水容量增加可行性評估

(一)可能增加容量水庫之優先順序，建議採用加權計分和方式評選，評估因子包括未來需求水量、水庫運用率、庫容改善、水源、水質、庫容增加及成本等七項。未來需求水量成長為本計畫主

要推動緣由，列為最優先因素；水庫運用率、庫容改善工程、水源及水質因子列為主要因素，次要因素、其他因素則包括庫容增加及成本。

(二)針對馬祖4島14座水庫加以評選,優先順序評比結果如摘表7。14座水庫庫容增加評比積分皆不高,顯示區域內水庫庫容增加條件並非理想。其中以東引地區紫沃、東湧水庫評分最高，列為優先考慮增加庫容之水庫，比較水源限制條件可知紫沃水庫庫容增加較具可能性。

摘表7　馬祖地區適合庫容增加水庫優先順序表

水庫	南竿							北竿			西莒		東引	
	勝利水庫	上儲水沃水庫	儲水沃水庫	津沙水庫	津沙一號水庫	秋桂山水庫	后沃水庫	中興水庫	午沙水庫	坂里水庫	樂道沃水庫	菜埔沃水庫	東湧水庫	紫沃水庫
未來需求水量	15	15	15	15	15	15	15	5	5	5	5	5	15	15
水庫運用率	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	12	12
庫容改善工程	11	11	11	9	11	16	11	4	4	4	4	16	11	4
水源	3	8	8	8	10	3	3	10	10	3	8	14	10	14
水質	2	2	7	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
庫容增加	5	6	6	4	3	6	5	3	3	5	3	2	5	6
成本	2	6	4	4	6	6	2	6	6	2	6	8	4	8
合計	38	48	51	42	47	48	38	30	30	21	32	51	59	61

(三)紫沃水庫庫容增加以壩體拆除重建優於壩體改善方案，水庫滿水位標高仍為27.3公尺，壩頂長約70公尺。紫沃水庫原庫容及增加後庫容分別為2,704立方公尺、20,200立方公尺。東引地區水庫共同運作在SI=0.3條件下，紫沃水庫庫容增加後可增加46 CMD供水能力，平均年供水量增加18,697立方公尺。

(四)東引紫沃水庫庫容增加工程總工程經費約為5,640萬元；建造成本約為6,035萬元，年計成本約為419萬元，以水庫共同運作年增加水量 18,697 立方公尺估算，單位原水成本約為 224元/立方公尺。

七、新設湖庫及其他新興水源可行性評估

(一)新設湖庫評選原則為非屬既有水庫集水區、非已（或規劃）納入水庫雨水截流系統之集水區、非屬高度開發之集水區及應為存在既有水路之集水區。經篩選後各島尚未開發利用之集水區幾皆屬地勢陡峭坡地或深崖，亦多無既有水路，實不易作為湖庫開發場址。

(二)再生水部分，在考量可供水量及供水標的後，以南竿介壽污水處理廠放流水作為再生水水源進行規劃，經評估後，在供水規模達 134 CMD 的條件下，水再生利用產水年計成本約 128 萬元，單位產水成本約 25.85 元/立方公尺。

(三)雨水貯留部份,已針對公有建築物不同利用型態,分別完成短、中、長期雨水貯集利用規劃。在短期優先推動計畫中，可施作雨水貯留系統計 13 所機關學校，總成本約需 606 萬元，年總出水量可達 6,400 立方公尺可提供一般雜用水使用，處理原水成本約在 44.0 元/立方公尺~71.7 元/立方公尺間。

(四)後續若新設海水淡化廠時，因馬祖地區四鄉五島除東莒外皆有設置海水淡化廠，另依據各島水資源供需情勢來看，目前也僅東莒使用地下水，為使地下水能永續經營，東莒地區的水資源應多元開發。初步規劃海水淡化廠開發規模為 200 CMD，建造年計成本約分別為 378 萬元，營運年計成本約為 326 萬元，單位產水成本約為 101.51 元／立方公尺。若以實際發電成本每度 14 元估算，單位產水成本約為 194.50 元／立方公尺。

八、博弈開發及觀光發展可能影響評估

(一)馬祖地區博弈若能順利推動，除觀光人口增加外，特區衍生的產業人口需求亦會造成居住人口的增加，進而提高生活用水需求。由水資源需求推估，目標年民國 110 年南竿地區生活用水

需求增加 196 CMD 最大，北竿地區增加 46 CMD 次之。

(二)在觀光用水量的部分，依照博弈特區推動原則，特區內各項用水需求將由業者投資興建水資源設施來供應，遊客離開特區至其他景點旅遊，將會使用自來水系統之水源。依水資源供需情勢來看,北竿地區於博弈情境2下,既有水資源供給能力不足，尚需增供至少 28 CMD 方能滿足此需求水量。

九、水資源經營策略及方案研擬

(一)因應馬祖地區特性及為達穩定供水目標，在整體水資源經營管理上以確保湖庫水充分利用，推動二元供水系統設置，及降低海淡水依賴為原則。馬祖地區水資源推動策略則朝向雨水貯集、節約用水等方向發展,並於適宜地區推動二元供水系統(如設置加水站供應海淡水),湖庫水仍供應其他用水，以提高水資源運用效率，另將水質要求較低的生活次級用水（如沖廁、澆灌）改由成本較低廉的雨水貯留加以替代，避免發生處理成本昂貴的海淡水作為生活次級用水的資源浪費情況，逐步達到水資源循環利用及低碳建設等水資源目標。

(二)依據馬祖地區水資源特性、運用現況及需求成長趨勢，水資源整體性推動策略包括：1、推動二元供水系統(飲用分離)設置。2、家戶雨水貯留系統推廣。3、湖庫水質改善。4、供水系統操作程序制度化。5、既有海水淡化廠辦理委託操作。6、博弈特區內用水由開發廠商自籌等。根據前述策略，本計畫針對四鄉五島特性，分別提出短、中長程供水推動方案，如摘表 8 所示。

摘表 8　馬祖地區短、中、長程供水推動方案彙整表

<table>
<tr><th rowspan="2">地區</th><th colspan="2">短程</th><th rowspan="2">地區</th><th rowspan="2">中長程</th></tr>
<tr><th>共同性方案</th><th>地區性方案</th></tr>
<tr><td>南竿</td><td rowspan="5">1. 以海淡水作為飲用水源，辦理飲用水分離措施試辦計畫(東莒地區除外)。
2. 補助機關、學校辦理雨水貯留試辦計畫。
3. 檢討二元供水系統相關法規，提高設置誘因。
4. 依現有湖庫串連操作及水源調度方式，建立供水系統操作手冊，提升湖庫供水效率(東莒地區除外)。
5. 重新辦理各水庫庫容測量，建立相關資料庫提升管理效率。
6. 辦理各湖庫水質改善工作，集水區污水確實截流，改善湖庫優養化問題。
7. 淨水場效能提升，改善供水品質。
8. 減少未計價水量與汰換舊漏管線。
9. 推動馬祖地區節約用水計畫。
10. 淡化水彈性調度，提升供水穩定性。</td><td>1. 后沃水庫鹽化改善恢復供水。
2. 南竿一、二期海淡廠委託操作(限制整廠用電及購水契約)。</td><td>南竿</td><td rowspan="5">1. 劃設湖庫水源水質保護區。
2. 執行水價分級收費制度。
3. 推動飲用分離計畫，海淡水專管供應至用戶端(東莒除外)。
4. 家戶裝設雨水貯集，訂定財源補助及獎勵優惠措施。
5. 水價合理化。
6. 減少未計價水量與汰換舊漏管線。
7. 推動馬祖地區節約用水計畫。
8. 東莒地區其他替代水源開發可行性評估。</td></tr>
<tr><td>北竿</td><td>1. 中興水庫水質改善恢復供水
2 北竿海淡廠委託操作(限制整廠用電及購水契約)。</td><td>北竿</td></tr>
<tr><td>東莒</td><td>1. 設置地下水監測系統，定期紀錄水位並檢測水質。
2. 辦理福正水庫改善，增設簡易淨水場，充分利用湖庫水。
3. 評估資源回收貯存場遷移可行性，避免地下水污染。</td><td>東莒</td></tr>
<tr><td>西莒</td><td>1. 菜埔沃水庫改善恢復供水。
2. 西莒海淡廠委託操作(限制整廠用電及購水契約)。</td><td>西莒</td></tr>
<tr><td>東引</td><td>1. 東引海淡廠委託操作(限制整廠用電及購水契約)。</td><td>東引</td></tr>
</table>

Abstract

Abstract

The annual precipitation is less than the annual evapotranspiration in offshore inlands. Constrained by the topography, the limited water in all the natural ponds and man-made reservoirs can not meet the region's water demand. In the most recent drought events, adequate supply of essential water was achieved only through transport of freshwater from Taiwan by ships at a very high cost of 400 New Taiwan Dollar (NTD) per cubic meter.

To ensure reliable domestic and tourist water supplies and to preserve the ground water resources on the islands, the Executive Yuan approved the "Water Supply Improvement Plan for Offshore Islands" in 2006. This plan offered the construction of water desalination plant and other alternative methods which would satisfy all three islands' water supply needs till 2021.

However, after taking into consideration of low-carbon development and the impact of gaming industry in Matsu, as well as conservation of water resources, the adjustment for the current water supply strategies is imperative. This project aims not only to review the water demand till 2051, but also to establish the sustainable water resources management plan with focus on full utilization of reservoir water, binary water supply systems, gradually decrease the dependence of desalination, and rainfall conservation.

目　錄

目錄

摘要 摘-1
Abstract A-1
目錄 目-1
圖目錄 圖-1
表目錄 表-1
相片目錄 照-1
結論與建議 結-1

第壹章　前言 1-1
一、 計畫緣起 1-1
二、 工作目標 1-2
三、 工作項目與內容 1-2
(一) 基本資料蒐集及調查 1-2
(二) 馬祖地區水資源供需及水資源設施定位檢討 1-2
(三) 既有水庫水源運用檢討 1-2
(四) 既有水庫蓄水容量增加可行性評估 1-2
(五) 新設湖庫及其他新興水源可行性評估 1-3
(六) 水資源經營策略及方案研擬 1-3
(七) 工作簡報及報告書編印 1-3
四、 工作範圍 1-3
五、 工作構想及流程 1-3
(一) 基本資料蒐集及調查 1-6
(二) 既有水資源設施調查評估與檢討 1-6
(三) 馬祖地區水資源供需檢討 1-6
(四) 既有水庫蓄水容量增加可行性評估 1-7

(五) 新設湖庫及其他新興水源可行性評估 1-7
(六) 水資源經營策略及方案研擬 1-8
六、 馬祖水資源開發相關計畫 1-9
第貳章　基本資料蒐集及調查 2-1
一、地理環境 2-1
二、氣象與水文 2-2
(一) 氣溫與相對濕度 2-2
(二) 降雨量與蒸發量 2-3
三、地形與地質 2-4
(一) 地形 2-4
(二) 地質 2-8
四、土地利用 2-14
(一) 南、北竿地區 2-14
(二) 東、西莒地區 2-15
(三) 東引地區 2-16
五、社經文化 2-17
(一) 人口發展 2-17
(二) 產業與觀光旅遊發展 2-19
六、交通運輸 2-23
(一) 空運 2-23
(二) 船運 2-25
七、水質 2-26
(一) 南竿地區 2-26
(二) 北竿地區 2-26
(三) 莒光地區 2-27
(四) 東引地區 2-28

八、淨水場 2-35
(一) 勝利淨水場 2-36
(二) 儲水沃淨水場 2-36
(三) 坂里淨水場 2-37
(四) 西莒淨水場 2-37
(五) 東莒淨水場 2-37
(六) 東湧淨水場 2-37
九、供水系統 2-41
(一) 南竿地區 2-41
(二) 北竿地區 2-42
(三) 西莒地區 2-42
(四) 東莒地區 2-42
(五) 東引地區 2-43
十、污水處理與雨水貯集 2-46
(一) 污水處理廠 2-46
(二) 水再生利用開發運用 2-55
(三) 雨水貯集 2-57
十一、其他相關計畫 2-58
第參章　馬祖水資源需求檢討 3-1
一、水資源需求模式建置 3-1
(一) 前期用水需求推估成果探討 3-1
(二) 需求推估模式建置 3-4
二、 目標年水資源需求檢討 3-5
(一) 每人每日用水量探討 3-5
(二) 用水人口數 3-15
(三) 供水普及率與抄見率 3-18

(四) 各目標年需求推估結果 3-19
第肆章　既有水資源設施調查評估與檢討 4-1
一、水資源利用現況 4-1
(一) 年總降雨體積 4-1
(二) 年總逕流量 4-1
(三) 年總入滲量 4-3
(四) 年總蒸發散量 4-3
(五) 年總地下水抽水量 4-3
(六) 年地下含水層入流量 4-4
(七) 湖庫攔蓄量 4-4
(八) 逕流入海量 4-5
二、馬祖地區歷年缺水情形 4-8
三、水資源設施現況功能調查評估 4-9
(一) 水資源設施現況 4-9
(二) 調查成果 4-21
四、既有水庫評估與檢討 4-44
(一) 既有水庫水源運用檢討 4-44
(二) 水庫安全性評估與檢討 4-53
五、供水系統檢討 4-60
(一) 動力 4-60
(二) 雨季 4-60
(三) 用電契約容量 4-63
六、既有水資源設施營運改善檢討 4-64
(一) 湖庫 4-64
(二) 地下水井 4-66
(三) 海水淡化廠 4-67

七、現階段關鍵課題 4-72
(一) 湖庫水 4-72
(二) 海淡水 4-73
第伍章　目標年水資源供需情勢評估及設施定位檢討 5-1
一、 目標年水資源供給能力檢討 5-1
(一) 供水能力推估方式 5-1
(二) 湖庫供水能力檢討 5-1
(三) 地下水供水能力檢討 5-1
(四) 海水淡化廠供水能力檢討 5-2
(五) 綜合說明 5-2
二、 未來至民國 140 年水資源供需情勢評估 5-3
(一) 南竿地區 5-3
(二) 北竿地區 5-4
(三) 東莒地區 5-5
(四) 西莒地區 5-5
(五) 東引地區 5-7
三、 水資源設施定位檢討 5-7
(一) 南竿地區 5-9
(二) 北竿地區 5-9
(三) 東莒地區 5-10
(四) 西莒地區 5-10
(五) 東引地區 5-11
第陸章　既有水庫蓄水容量增加可行性評估 6-1
一、 可能增加容量水庫調查評估 6-1
(一) 可能增加容量水庫評選 6-1
(二) 適合水庫優選分析 6-10

二、 可利用水源及開發潛能分析 6-11
(一) 可利用水源分析 6-11
(二) 開發潛能分析 6-13
三、 經濟效益評估 6-16
(一) 效益評估方法 6-16
第柒章　新設湖庫及其他新興水源可行性評估 7-1
一、 新設湖庫可行性評估 7-1
(一) 可能水源勘選 7-1
二、 新興水源可行性評估 7-8
(一) 生活污水 7-8
(二) 雨水貯留 7-25
(三) 海水淡化 7-41
第捌章　博弈開發及觀光發展可能影響評估 8-1
一、 生活用水需求影響評估 8-1
二、 觀光用水需求影響評估 8-3
(一) 特區設置期程 8-4
(二) 特區位置及設置型式 8-4
(三) 特區遊客人數 8-4
(四) 觀光用水型態及用水量 8-6
(五) 各目標年觀光用水需求推估 8-7
三、 博弈情境下馬祖地區各目標年總用水需求推估 8-8
四、 博弈特區情境下水資源供需情勢 8-11
第玖章　水資源經營策略及方案研擬 9-1
一、 配合低碳島及因應博弈開發之策略研擬 9-1
(一) 配合低碳島之策略研擬 9-1
(二) 因應博奕開發之策略研擬 9-5

二、 水源調配策略與開發方案檢討 9-7
(一) 水源調配策略 9-7
(二) 開發方案檢討 9-8
三、 後續推動策略研擬 9-10
四、 開發利用與備援方案研擬 9-12
(一) 開發利用方案研擬 9-12
(二) 備援方案研擬 9-15

參考文獻 參-1

附圖 附圖-1
附表 附表-1
附錄一 審查意見及處理情形 ..... 附 1-1
附錄二 地電阻探測 ..... 附 2-1
附錄三 環保署民國 93 年～103 年馬祖地區各水庫水質監測統計資料 ..... 附 3-1
附錄四 一維垂向入滲量推估法 ..... 附 4-1
附錄五 馬祖地區各水庫 H-A-V 資料 ..... 附 5-1
附錄六 馬祖地區水資源設施現勘紀錄 ..... 附 6-1
附錄七 南竿一、二期海水淡化廠基本資料 ..... 附 7-1
附錄八 西莒海水淡化廠基本資料 ..... 附 8-1

圖目錄

圖 1-1　本計畫工作範圍圖 1-4
圖 1-2　工作執行流程圖 1-5
圖 1-3　基本資料蒐集與調查流程圖 1-6
圖 1-4　各目標年需求推估流程圖 1-7
圖 1-5　既有水庫蓄水容量增加可行性評估工作執行流程圖 1-8
圖 1-6　新設湖庫可行性評估工作執行流程圖 1-8
圖 1-7　南竿系統供需情勢圖 1-21
圖 1-8　北竿系統供需情勢圖 1-22
圖 1-9　東莒系統供需情勢圖 1-23
圖 1-10　西莒系統供需情勢圖 1-23
圖 1-11　東引系統供需情勢圖 1-24
圖 2-1　馬祖地區民國 43~102 年月平均氣溫與相對濕度 2-3
圖 2-2　馬祖地區民國 93~102 年月平均雨量與蒸發量比較圖 2-4
圖 2-3　馬祖南竿地區地形圖 2-5
圖 2-4　馬祖北竿地區地形圖 2-6
圖 2-5　馬祖東莒地區地形圖 2-6
圖 2-6　馬祖西莒地區地形圖 2-7
圖 2-7　馬祖東引地區地形圖 2-8
圖 2-8　南竿地區地質圖 2-10
圖 2-9　北竿地區地質圖 2-11
圖 2-10　東莒地區地質圖 2-12
圖 2-11　西莒地區地質圖 2-13
圖 2-12　馬祖地區民國 45~102 年人口成長圖 2-18
圖 2-13　馬祖地區各鄉 102 年平均人口分佈比例圖 2-18
圖 2-14　馬祖地區民國 87~102 年旅遊人口成長趨勢圖 2-22

圖 2-15　馬祖聯外交通示意圖 2-24
圖 2-16　馬祖島際交通示意圖 2-24
圖 2-17　馬祖南竿地區民國 93～103 年各水庫優養化指數變化.... 2-26
圖 2-18　馬祖北竿地區民國 93～103 年各水庫優養化指數變化.... 2-27
圖 2-19　馬祖莒光地區民國 93～103 年各水庫優養化指數變化.... 2-28
圖 2-20　馬祖東引地區民國 93～103 年各水庫優養化指數變化.... 2-29
圖 2-21　馬祖南竿各水庫葉綠素、總磷與優養化指數關係圖..... 2-30
圖 2-22　后沃水庫民國 97～103 年導電度與水位變化 2-34
圖 2-23　馬祖北竿坂里水庫葉綠素、總磷與優養化指數關係圖.... 2-35
圖 2-24　馬祖東引東湧水庫葉綠素、總磷與優養化指數關係圖.... 2-35
圖 2-25　民國 99~102 年馬祖地區各淨水場月平均出水量 2-38
圖 2-26　民國 99~102 年勝利淨水場月平均出水量 2-38
圖 2-27　民國 99~102 年儲水沃淨水場月平均出水量 2-39
圖 2-28　民國 99~102 年坂里淨水場月平均出水量 2-39
圖 2-29　民國 99~102 年西莒淨水場月平均出水量 2-40
圖 2-30　民國 99~102 年東湧淨水場月平均出水量 2-40
圖 2-31　馬祖地區污水處理廠位置圖 2-47
圖 2-32　福建地區對馬祖輸水方案示意圖 2-67
圖 3-1　前期計畫用水量推估及 100~102 年實際供水量比較圖 3-3
圖 3-2　馬祖地區各目標年總用水需求圖 3-25
圖 4-1　南竿地區水資源運用結構圖 4-5
圖 4-2　北竿地區水資源運用結構圖 4-6
圖 4-3　東莒地區水資源運用結構圖 4-6
圖 4-4　西莒地區水資源運用結構圖 4-7
圖 4-5　東引地區水資源運用結構圖 4-7
圖 4-6　南竿地區水利設施位置圖 4-22

圖 4-7　北竿地區水利設施位置圖 4-23
圖 4-8　東莒地區水利設施位置圖 4-23
圖 4-9　西莒地區水利設施位置圖 4-23
圖 4-10　東引地區水利設施位置圖 4-24
圖 4-11　勝利水庫現況圖 4-26
圖 4-12　津沙水庫現況圖 4-26
圖 4-13　后沃水庫現況圖 4-27
圖 4-14　坂里水庫現況圖 4-27
圖 4-15　中興水庫現況圖 4-28
圖 4-16　橋仔水庫現況圖 4-28
圖 4-17　福正水庫現況圖 4-29
圖 4-18　菜埔沃水庫現況圖 4-29
圖 4-19　東莒地下水井現地相片 4-38
圖 4-20　南竿一、二期海淡廠取水管現況圖 4-40
圖 4-21　南竿三期海淡廠現況圖 4-41
圖 4-22　北竿海淡廠現況圖 4-41
圖 4-23　西莒海淡廠現況圖 4-42
圖 4-24　東引海淡廠現況圖 4-43
圖 4-25　馬祖地區水庫歷年運用水量變化情形 4-45
圖 4-26　南竿地區水資源設施聯合運用示意圖 4-60
圖 4-27　北竿地區水資源設施聯合運用示意圖 4-61
圖 4-28　西莒地區水資源設施聯合運用示意圖 4-61
圖 4-29　東莒地區水資源設施聯合運用示意圖 4-62
圖 4-30　東引地區水資源設施聯合運用示意圖 4-62
圖 5-1　南竿地區水資源供需分析圖 5-4
圖 5-2　北竿地區水資源供需分析圖 5-5

圖 5-3　東莒地區水資源供需分析圖 5-6
圖 5-4　西莒地區水資源供需分析圖 5-6
圖 5-5　東引地區水資源供需分析圖 5-7
圖 6-1　東引紫沃水庫、南竿勝利水庫改善工程相片 6-3
圖 6-2　馬祖地區水庫 CTSI 指標值分布 6-6
圖 6-3　馬祖地區水庫水質普養狀態發生頻率 6-7
圖 6-4　南竿勝利水庫水位-面積-容積關係曲線 6-8
圖 6-5　西莒菜埔沃水庫水位-面積-容積關係曲線 6-8
圖 6-6　東引紫沃水庫水位-面積-容積關係曲線 6-14
圖 6-7　東引紫沃水庫地形測量圖 6-15
圖 7-1　馬祖南竿、北竿集水區分布圖 7-2
圖 7-2　馬祖莒光、東引集水區分布圖 7-4
圖 7-3　介壽污水處理廠位置示意圖 7-19
圖 7-4　再生水輸送管線示意圖 7-20
圖 7-5　再生水處理系統示意圖 7-21
圖 7-6　雨水利用系統圖 7-26
圖 7-7　雨水利用系統組成圖例 7-28
圖 7-8　馬祖地區無因次貯水設施容量設計曲線 7-29
圖 7-9　馬祖地區雨水貯留系統概要示意圖 7-30
圖 7-10　雨水利用系統模組 Type 1 概念示意圖 7-32
圖 7-11　雨水利用系統模組 Type 1 流程示意圖 7-32
圖 7-12　雨水利用系統模組 Type 2 概念示意圖 7-32
圖 7-13　雨水利用系統模組 Type 2 流程示意圖 7-33
圖 7-14　雨水利用系統模組 Type 3 概念示意圖 7-34
圖 7-15　雨水利用系統模組 Type 3 流程示意圖 7-34
圖 7-16　雨水利用系統模組 Type 4 概念示意圖 7-35

圖 7-17　雨水利用系統模組 Type 4 流程示意圖 7-35
圖 7-18　雨水利用系統模組 Type 5 概念示意圖 7-37
圖 7-19　雨水利用系統模組 Type 5 流程示意圖 7-37
圖 7-20　雨水利用系統模組 Type 6 概念示意圖 7-37
圖 7-21　雨水利用系統模組 Type 6 流程示意圖 7-38
圖 7-22　住家經濟型雨水利用系統模組概念示意圖 7-38
圖 7-23　住家經濟型雨水利用系統模組流程示意圖 7-39
圖 7-24　東西莒海域地形圖 7-42
圖 7-25　臺灣地區沿海海域範圍及分類圖 7-43
圖 7-26　UF 前處理海淡廠累計設置規模 7-46
圖 7-27　海淡廠處理流程示意圖（UF 薄膜＋混凝膠凝前處理方式） 7-47
圖 7-28　東莒海水淡化廠預定廠址 7-49
圖 7-29　建議逆滲透法海水淡化廠處理流程示意圖 7-50
圖 8-1　南竿地區水資源供需情勢圖（博弈情境） 8-11
圖 8-2　北竿地區水資源供需情勢圖（博弈情境） 8-12
圖 9-1　海淡廠節能設施型式圖 9-2
圖 9-2　海水淡化單位產水耗能演進 9-3

表目錄

表 1-1　馬祖地區水資源整體開發計畫彙整表 1-12
表 1-2　民國 95 年「離島地區供水改善計畫－馬祖地區」建議工作項目及經費表 1-13
表 1-3　「離島地區供水改善計畫(第 1 次修正)－馬祖地區」計畫 1-15
表 1-4　「離島地區供水改善計畫－馬祖地區」工作執行情形 1-18
表 1-5　馬祖地區水資源整體開發修正計畫及供水改善修正計畫內容比較表 1-19
表 1-6　馬祖地區以往水資源政策方案檢討一覽表 1-20
表 2-1　馬祖地區民國 43~102 年月平均氣溫與相對濕度 2-2
表 2-2　南、北竿地區土地利用統計表 2-15
表 2-3　莒光地區土地利用統計表 2-16
表 2-4　東引地區土地利用統計表 2-17
表 2-5　馬祖地區民國 87~102 年旅遊人口統計表 2-21
表 2-6　馬祖地區各淨水場操作營運狀況 2-36
表 2-7　馬祖地區各供水系統水源使用統計表 2-44
表 2-8　馬祖地區 102 年淨水場供水比較表 2-46
表 2-9　馬祖地區 30 座污水處理廠相關資料表 2-48
表 2-10　馬祖地區污水處理廠基本資料彙整表 2-49
表 2-11　介壽污水處理廠 102 年 12 月進放流水濃度 2-50
表 2-12　馬港污水處理廠 102 年 12 月進放流水濃度 2-50
表 2-13　清水污水處理廠 102 年 12 月進放流水濃度 2-51
表 2-14　津沙污水處理廠 102 年 12 月進放流水濃度 2-52
表 2-15　福沃污水處理廠 102 年 12 月進放流水濃度 2-53
表 2-16　后沃污水處理廠 102 年 12 月進放流水濃度 2-53

表 2-17　田沃污水處理廠 102 年 12 月進放流水濃度 2-54
表 2-18　大坪污水處理廠 102 年 12 月進放流水濃度 2-55
表 2-19　馬祖地區水再生利用試驗模廠規劃內容 2-57
表 2-20　馬祖地區建築物雨水貯集利用規劃摘要表 2-58
表 2-21　馬祖地區地形集水雨水貯集利用規劃摘要表 2-58
表 2-22　馬祖地區基礎建設計畫彙整表 2-62
表 2-23　國際觀光度假區投資規模及經濟效益推估表 2-64
表 2-24　供水方案成本比較表 2-68
表 3-1　前期計畫馬祖地區各目標年總用水需求推估結果.....3-2
表 3-2　連江縣自來水用戶數統計 3-7
表 3-3　常駐人口比例試算表 3-7
表 3-4　民國 98~102 年馬祖地區各島常駐人口數推估 3-8
表 3-5　民國 98~102 年馬祖地區各島觀光人口比例及人數 3-8
表 3-6　民國 98~102 年馬祖地區各島軍方實際供水量 3-9
表 3-7　馬祖地區觀光每人每日用水量 3-10
表 3-8　民國 98~102 年馬祖地區自來水普及率及抄見率 3-10
表 3-9　馬祖地區民國 98~102 年各島實際供水量 3-11
表 3-10　馬祖地區 102 年每人每日實際用水量估算表（考量軍方實際用水）.....3-12
表 3-11　每人每日用水量推估成果（考量軍方實際用水）.....3-11
表 3-12　馬祖地區 102 年每人每日實際用水量估算表（以前期計畫方式推估）.....3-14
表 3-13　每人每日用水量推估成果（按前期計畫方式）.....3-13
表 3-14　馬祖地區民國 90~102 年人口成長資料一覽表 3-16
表 3-15　馬祖地區各目標年人口預估值一覽表 3-15
表 3-16　馬祖地區各目標年各島常駐人口數 3-17

表 3-17　馬祖地區各目標年觀光人口推估值 3-18
表 3-18　馬祖地區各目標年供水普及率及抄見率設定值..... 3-19
表 3-19　馬祖地區各目標年生活用水需求推估 3-20
表 3-20　馬祖地區各目標年國防用水需求推估 3-21
表 3-21　馬祖地區各目標年各島觀光人口推估 3-22
表 3-22　馬祖地區各目標年觀光用水需求推估 3-23
表 3-23　馬祖地區各目標年總用水需求推估結果 3-24
表 4-1　土地利用簡化分類表 4-1
表 4-2　地表利用特徵與逕流係數之關係 4-2
表 4-3　馬祖各島嶼土地利用所佔比例 4-3
表 4-4　馬祖地區各島年總地下水抽水量彙整表 4-4
表 4-5　馬祖地區運水執行數量表 4-8
表 4-6　馬祖地區現有湖庫基本資料彙整表 4-10
表 4-7　各湖庫歷年供水量 4-11
表 4-8　東莒歷年地下水取用量 4-17
表 4-9　馬祖地區各村莊現有水井數量彙整表 4-18
表 4-10　馬祖地區各海淡廠營運情形 4-20
表 4-11　馬祖各海淡廠日平均產水量彙整表 4-19
表 4-12　馬祖地區湖庫現場勘查結果彙整表 4-25
表 4-13　各水庫集水區水質污水量推估 4-37
表 4-14　馬祖地區海水淡化廠契約產水量表 4-40
表 4-15　馬祖各海淡廠驗收及營運狀況表 4-43
表 4-16　馬祖地區水庫歷年運用水量表 4-45
表 4-17　馬祖地區各目標年水庫計畫需求水量表 4-48
表 4-18　馬祖地區降雨量與逕流係數關係表 4-49
表 4-19　馬祖地區現有水庫供水能力表 4-50

表 4-20　馬祖地區水庫共同運用供水能力表(SI=0.3)..... 4-53
表 4-21　馬祖地區水庫海淡共同運用供水能力表(SI=0.3)..... 4-53
表 4-22　馬祖地區蓄水建造物災害潛勢分級表 4-55
表 4-23　馬祖地區現階段關鍵課題彙整表 4-74
表 5-1　馬祖地區各島水資源設施定位檢討彙整表 5-8
表 6-1　馬祖地區現有湖庫蓄水容量與集水面積比表 6-5
表 6-2　卡爾森指數與水庫優養程度關係表 6-6
表 6-3　馬祖地區適合庫容增加水庫優先順序評選計分表..... 6-10
表 6-4　馬祖地區適合庫容增加水庫優先順序表 6-11
表 6-5　馬祖地區不同降雨區間與逕流係數關係 6-12
表 6-6　紫沃水庫庫容增加工程經費估算表 6-19
表 6-7　紫沃水庫庫容增加年計成本估算表 6-20
表 7-1　馬祖地區歷年雨水截水系統規劃摘要表 7-5
表 7-2　南竿地區各集水區開發利用情形表 7-9
表 7-3　北竿地區各集水區開發利用情形表 7-10
表 7-4　西莒地區各集水區開發利用情形表 7-11
表 7-5　東莒地區各集水區開發利用情形表 7-12
表 7-6　東引地區各集水區開發利用情形表 7-13
表 7-7　馬祖地區 8 座污水廠 99 年~102 年放流水水量統計表 7-15
表 7-8　各單位生活雜用水推估量 7-16
表 7-9　馬祖南竿地區污水廠設計處理量及平均放流水量..... 7-17
表 7-10　環境景觀及生活次級用水之水質標準 7-18
表 7-11　各種單元去除細菌可行性評析 7-19
表 7-12　再生水工程經費估算表 7-22
表 7-13　再生水單位產水成本估算表 7-24
表 7-14　各類管材料相對特性一覽表 7-27

表 7-15　雨水之用水標的及對應水質處理程序建議表 7-30
表 7-16　住家地面型雨水利用系統建置工程經費 7-40
表 7-17　住家地下型雨水利用系統建置工程經費 7-40
表 7-18　馬祖地區短期雨水貯留利用方式 7-41
表 7-19　馬祖地區 99~102 年海水表面溫度統計表 7-43
表 7-20　馬祖潮汐資料表 7-44
表 7-21　馬祖潮汐推算統計表 7-44
表 7-22　海水淡化廠 200 CMD 工程經費估算表（含管線） 7-54
表 7-23　本計畫海水淡化廠本體工程經費估算表 7-54
表 7-24　海水淡化廠 200 CMD 年計成本預估表 7-56
表 8-1　目標年馬祖各島常駐人口數（高人口成長率） 8-1
表 8-2　馬祖地區各目標年生活用水需求推估（高人口成長率） .. 8-2
表 8-3　馬祖地區各目標年生活用水需求推估差異比較表 8-3
表 8-4　民國 110~115 觀光人口成長數（博弈情境 1） 8-5
表 8-5　馬祖地區各目標年觀光人口推估（博弈情境） 8-5
表 8-6　考量博奕情境各目標年觀光用水需求推估（情境 1） 8-7
表 8-7　考量博奕情境各目標年觀光用水需求推估（情境 2） 8-8
表 8-8　博弈情境 1 下馬祖地區各目標年總用水需求推估值 8-9
表 8-9　博弈情境 2 下馬祖地區各目標年總用水需求推估值 8-10
表 9-1　馬祖地區海水淡化廠耗電量統計表（民國 101 年） 9-4
表 9-2　馬祖地區短、中、長程供水推動方案彙整表 9-13
表 9-3　南竿地區供需情勢綜合整理 9-15

相片目錄

相片 4-1 污水管線斷裂 4-30
相片 4-2 津沙水庫水體表面藻類密佈 4-32
相片 4-3 淨水槽內之藻類 4-32
相片 4-4 生活污水油污水管線集中排放 4-32
相片 4-5 軍營內雨污水管線分流口 4-32
相片 4-6 庫區上游之北高醫院 4-33
相片 4-7 營區內截水溝排放至庫區 4-33
相片 4-8 北高醫院廢污水排放口 4-34
相片 4-9 午沙水庫上游之上村聚落 4-34
相片 4-10 東湧水庫森林保育現況 4-35
相片 4-11 水庫上游北沃村聚落 4-35
相片 4-12 集水區內之軍營 4-35
相片 4-13 庫區旁之污水管線 4-35
相片 4-14 水庫上游之軍醫院 4-36

結論與建議

結論與建議

一、結論

(一)馬祖地區既有水資源設施的供水能力，在海淡廠正常運轉下，尚可滿足用水需求。惟為配合低碳島之發展策略，應先充分利用既有湖庫供水，提升二元供水系統設置，逐步降低海淡水之依賴。

(二)庫容增加工程受限於水文、地形條件，無法大幅度增加供水量，另馬祖地區由於區域水資源工作多年推動結果，各島集水區多已開發利用，已無適宜壩址或集水區作為新設湖庫開發之用。

(三)綜合馬祖地區既有水資源設施調查評估資料，湖庫現階段關鍵課題為：(1) 水質不佳、(2) 水庫漏水、(3) 缺乏淨水處理設施、(4) 營運管理機制不完善等。海淡廠現階段關鍵課題為：(1) 取水井設置過淺、(2) 設施老舊、(3) 合約到期須重置更新等。

(四)馬祖地區目前在湖庫水利用低及過度依賴海淡水的情況下，應先改善湖庫水質，提高既有湖庫水源使用量（尤其是后沃水庫），高耗能的海淡水因成本過高，在現行自來水差額補貼下，應朝二元供水系統建置發展，如將優質海淡水以供水站方式提供民眾飲用，湖庫水則供應其他用水。

(五)考量南竿、北竿、西莒及東引地區整體供水能力，因湖庫水源供應的風險，南竿一、二期海淡廠、北竿海淡廠、西莒海淡廠及東引海淡廠仍需在民國 106 年開始繼續維持運轉及產水來供應各標的用水。

(六)本計畫在水資源經營策略上將以確保湖庫水充分利用、推動二元供水系統設置及降低海淡水依賴為原則，提出整體性水

資源經營管理策略，包括：(1) 推動二元供水系統(飲用分離)設置、(2) 家戶雨水貯留系統推廣、(3) 湖庫水質改善、(4)供水系統操作程序制度化、(5)海水淡化廠限制整廠用電、(6)博弈特區內用水由開發廠商自籌等。

(七)依前述經營管理策略，本計畫針對馬祖地區四鄉五島分別擬定飲用分離試辦計畫、雨水貯留設置、湖庫水質改善、提升湖庫水源使用量及海淡廠委託操作等短中長程推動方案，以達水資源永續利用之目標。

二、建議

(一)馬祖地區既有湖庫庫容增加、新設湖庫可行性皆不高，宜對既有尚未充分利用之湖庫（如后沃、中興水庫）進行改善，以提升湖庫整體供水能力。

(二)目前各湖庫水源共同運用及調配上，都以經驗法則來操作，成效尚稱良好，惟後續建議應將供水系統操作的程序制度化，期能達到湖庫水最大供水量及海水淡化廠最適產水量的目標，避免耗費額外的能源，以符合低碳開發之原則。

(三)在湖庫與海淡廠共同供水的情況下，尚可滿足各島目前用水需求；惟為達節能減碳目的，期能加強水庫營運觀測紀錄蒐集，建立後續優化湖庫共同運用功能分析基礎。

(四)南竿一、二期海淡廠、北竿海淡廠、西莒海淡廠及東引海淡廠建議可考慮採彈性調度方式產水，並評估後續標案執行方式及營運管理模式。

(五)因馬祖地區發電成本高(1 度 14 元)，海淡廠建議規定整廠用電限制及彈性購水契約，以符合節能減碳新思維。

(六)東莒地區因水源全由地下水供應，易受雨量豐枯影響，為保育東莒地區地下水源，建議設置地下水位觀測設施長期記

錄，了解雨量對水位變化之影響。另福正地下水集水區上游目前為東莒資源回收貯存場，為確保用水安全，建議定期檢測周界地下水水質，並評估遷移之可行性。

(七)考量目前東莒地區用水成長、民眾接受度及保育地下水的情況下，建議評估東莒地區福正水庫改善恢復供水之可行性，後續再依實際供需情形，評估其他水資源開發之可行性。

第壹章 前言

一、 計畫緣起

二、 工作目標

三、 工作項目與內容

四、 工作範圍

五、 工作構想及流程

六、 馬祖水資源開發相關計畫

第壹章　前言

一、計畫緣起

馬祖地區過去的水資源開發以傳統水源為主，民國 62 年在農復會及國防部等單位之經費補助下，先後於澳口修堤築壩或於山溝下游興建集水塘以利用地面水源，並開鑿淺井或寬口井以利用地下水水源。

民國 81 年戰地政務解除後，連江縣政府為辦理轄內各鄉水庫改善、提升水庫蓄水量、推動水庫興建工程及周邊配合截水系統，發揮傳統水源聯合調配功能，及滿足馬祖地區至民國 100 年用水需求，於民國 85 年提報「馬祖地區水資源整體開發計畫」，並奉行政院民國 87 年核定實施。又為穩定供應馬祖地區之生活用水及未來觀光發展需求，並保育地下水源，於民國 95 年提出「離島地區供水改善計畫—馬祖地區」，全面檢討馬祖地區供水計畫內容，以確保馬祖地區未來至民國 110 年用水需求。

馬祖地區受地形氣候限制，湖庫供水量不穩定，且水質呈現優養化或鹽化，導致現有供應水源多仰賴高耗能的海水淡化廠。加上民國 101 年通過設置觀光博奕特區公投，連帶周邊觀光產業發展可能會提高用水需求，實有必要再重新檢討。並視未來用水需求成長及博奕開發需求，結合低碳島之發展政策，來檢討水源運用方式、水廠操作營運方式之變更及湖庫改善等，俾穩定供水並提供政策參考。

爰此，「馬祖地區水資源整體規劃檢討(1)」（以下簡稱本計畫），主要進行既有水源設施調查與檢討、水資源供需檢討及考量博弈開發及觀光發展可能影響評估、水資源經營策略及方案研擬等工作。

二、工作目標

針對馬祖地區水源設施之功能進行調查與檢討，根據低碳島的發展政策，同時考量民國 101 年博奕公投通過後，因推動博弈觀光發展可能衍生之用水需求，根據設施功能評估成果及至民國 140 年水資源供需情勢分析，依充分利用既有湖庫供水，逐步降低海淡水之依賴之原則，檢討並規劃各項水資源的運用或改善方式，最後根據馬祖地區四鄉五島之特性，分別擬定整體水資源經營策略，以滿足馬祖地區未來生活、觀光及國防用水需求。

三、工作項目與內容

本計畫工作項目共分為 7 大項，茲說明如下：

(一)基本資料蒐集及調查

包括：地理環境、氣象與水文、土地利用、人口發展、產業與觀光旅遊發展、供水系統、水質、污水處理、雨水貯集等。

(二)馬祖地區水資源供需及水資源設施定位檢討

1、 水資源利用現況

2、 未來至民國 140 年水資源供需評估檢討

3、 水資源設施現況功能調查評估

4、 水資源設施定位檢討

5、 博弈開發及觀光發展可能影響評估

(三)既有水庫水源運用檢討

1、 水庫安全性評估與檢討

2、 供水系統及供水能力檢討

3、 營運改善檢討

(四)既有水庫蓄水容量增加可行性評估

1、可能增加容量水庫調查評估

2、可利用水源及開發潛能分析

3、經濟效益評估

(五)新設湖庫及其他新興水源可行性評估

1、可能水源勘選

2、可能水源方案研擬

3、可能方案調查規劃

4、計畫評價

(六)水資源經營策略及方案研擬

1、配合低碳島及因應博弈開發之策略研擬

2、水源調配策略與開發方案檢討

3、後續推動策略研擬

4、開發利用與備援方案研擬

(七)工作簡報及報告書編印

1、期初、期中、期末簡報及不定期工作會報

2、報告書之編擬修訂及印製

四、工作範圍

本計畫工作範圍為馬祖地區(詳圖 1-1),僅針對南竿、北竿、東莒、西莒、東引等 5 大島嶼進行調查、評估與檢討的工作。

五、工作構想及流程

工作執行流程詳圖 1-2 所示，各工作項目之工作構想說明如下：

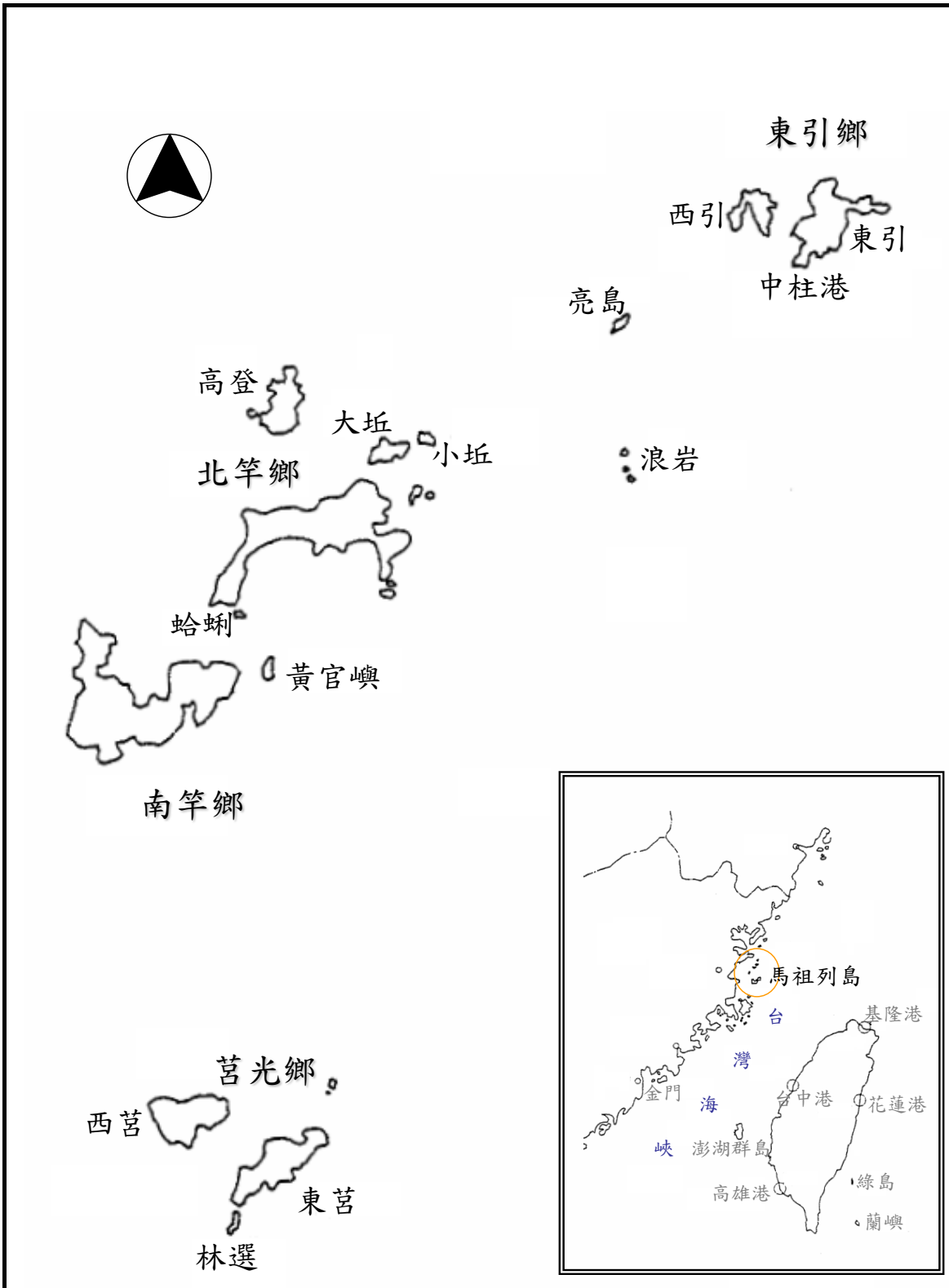


圖 1-1　本計畫工作範圍圖

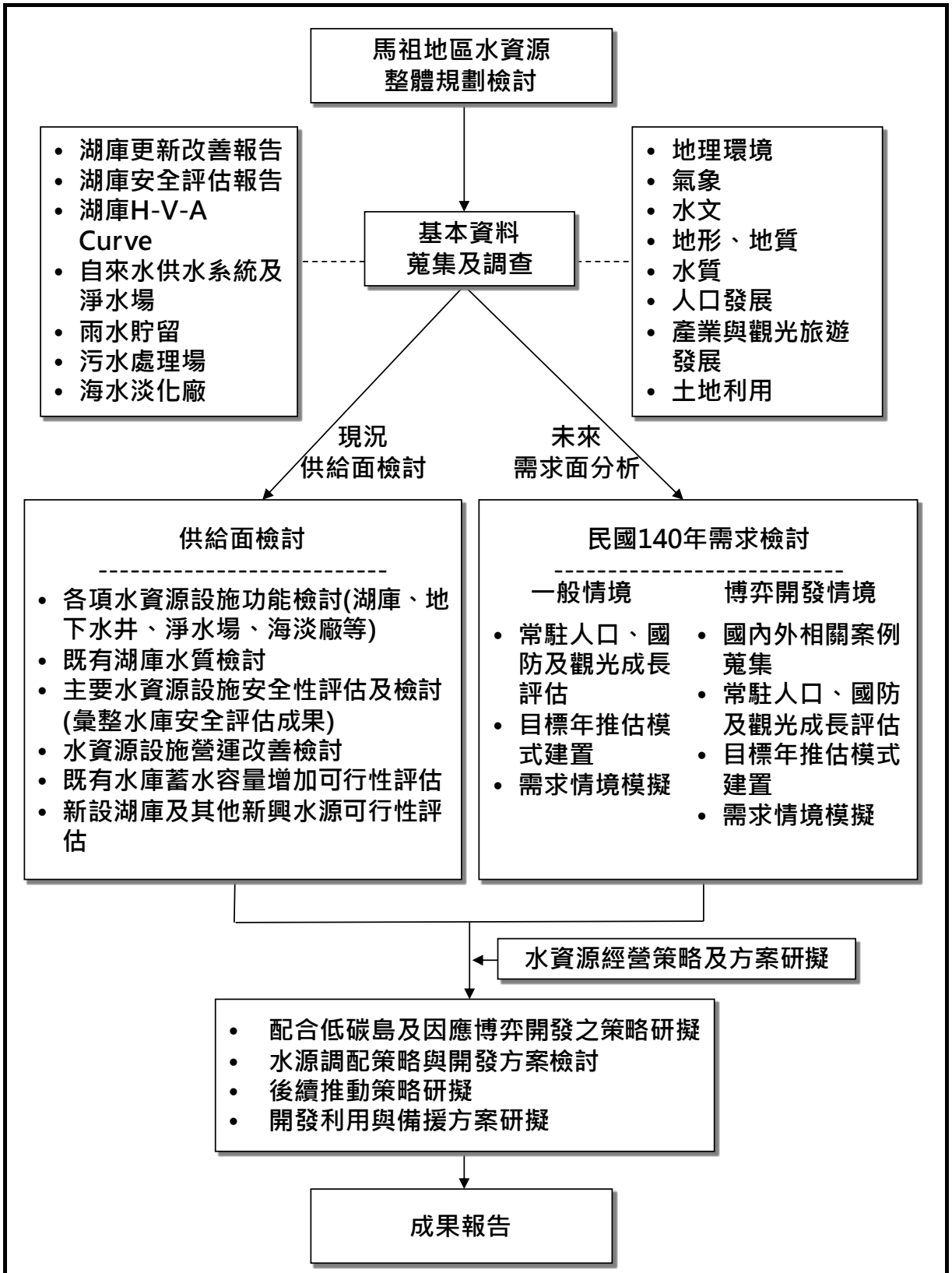

馬祖地區水資源
整體規劃檢討
湖庫更新改善報告
湖庫安全評估報告
湖庫H-V-A Curve
自來水供水系統及淨水場
雨水貯留
污水處理場
海水淡化廠
基本資料
蒐集及調查
地理環境
氣象
水文
地形、地質
水質
人口發展
產業與觀光旅遊發展
土地利用
現況
供給面檢討
未來
需求面分析
供給面檢討
各項水資源設施功能檢討(湖庫、地下水井、淨水場、海淡廠等)
既有湖庫水質檢討
主要水資源設施安全性評估及檢討(彙整水庫安全評估成果)
水資源設施營運改善檢討
既有水庫蓄水容量增加可行性評估
新設湖庫及其他新興水源可行性評估
民國140年需求檢討
一般情境
常駐人口、國防及觀光成長評估
目標年推估模式建置
需求情境模擬
博弈開發情境
國內外相關案例蒐集
常駐人口、國防及觀光成長評估
目標年推估模式建置
需求情境模擬
水資源經營策略及方案研擬
配合低碳島及因應博弈開發之策略研擬
水源調配策略與開發方案檢討
後續推動策略研擬
開發利用與備援方案研擬
成果報告

圖 1-2　工作執行流程圖

(一)基本資料蒐集及調查

蒐集彙整本計畫基本資料，執行流程詳圖 1-3 所示，包括地理環境、氣象與水文、地形與地質、土地利用、人口發展、產業與觀光旅遊發展、交通運輸、水資源利用現況等相關計畫報告。

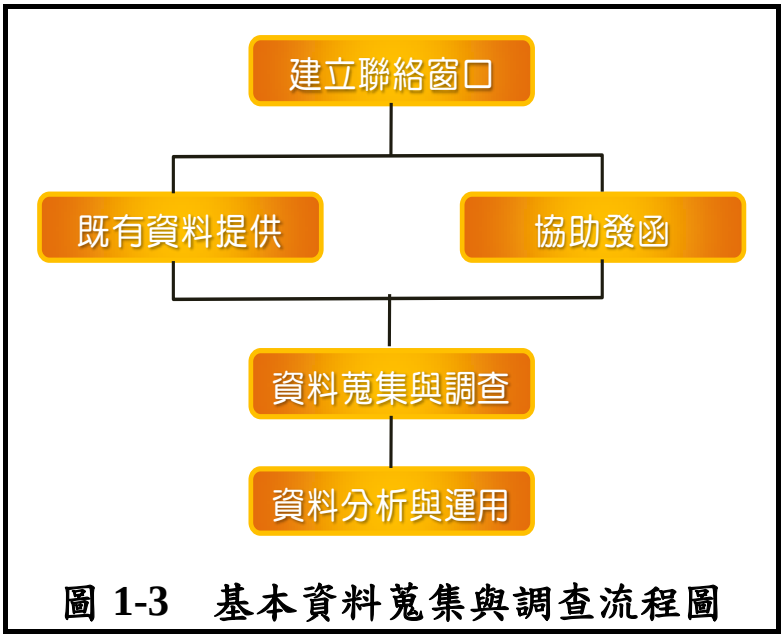


圖 1-3　基本資料蒐集與調查流程圖

(二)既有水資源設施調查評估與檢討

藉由瞭解水資源運用比例與潛在問題。蒐集調查各水資源設施包括湖庫、地下水井（以東莒自來水井為主）、海淡廠設計供水量、實際供水量與水質情況，及彙整各湖庫安全評估成果，評估各水資源設施之功能，進而針對各供水系統進行檢討與海水淡化廠營運改善方式後，提出馬祖地區水資源設施的定位。

(三)馬祖地區水資源供需檢討

建立水資源供需推估模式，配合歷年供需推估成果與實際供水量交叉比對，針對實際用水人口數、每人每日用水量標準、抄見率、普及率等相關參數進行各目標年水資源需求檢討修正，執行流程詳圖 1-4 所示。另考量馬祖地區未來可能設立博弈特區，將吸引更多觀光人口，本計畫將參考國外案例及國內相關研究成果，評估其所可能帶來的用水需求成長，並透過

情境模擬的方式，分別檢討、推估不同情境（一般、博弈）下目標年之用水需求。

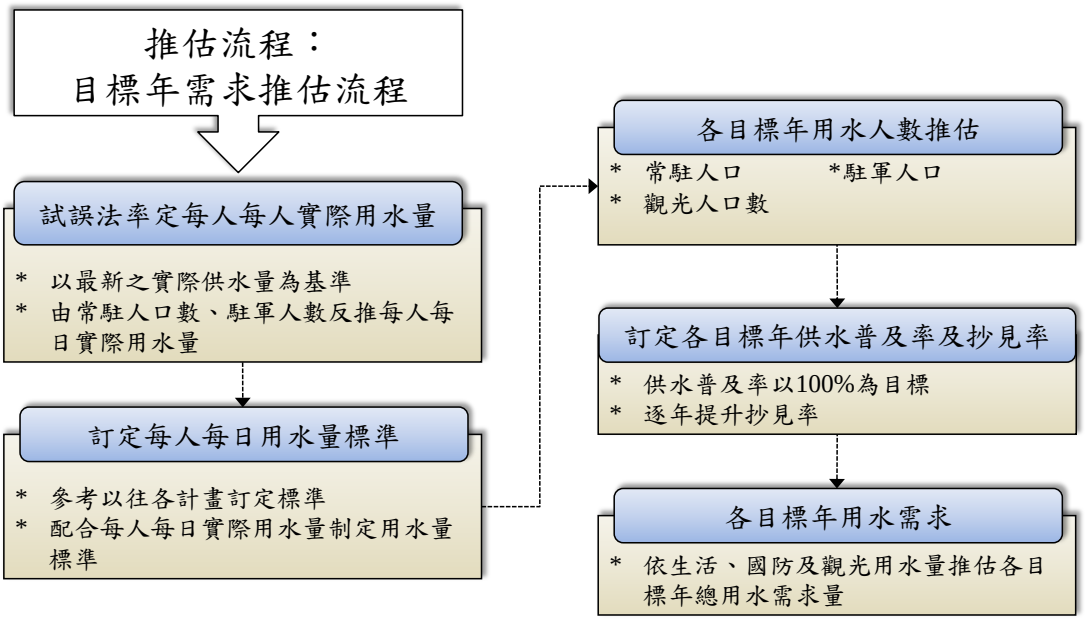


圖 1-4　各目標年需求推估流程圖

同時檢討各目標年水資源供給能力，並進行供需檢討工作，針對各項水資源供水定位，並採用低碳島規劃思維進行整體水資源中長期運用檢討與水資源供需情勢分析。

(四)既有水庫蓄水容量增加可行性評估

馬祖地區適合增加容量水庫之方式，執行流程詳圖 1-5 所示，本計畫將採用加權計分和方式評選，以研定既有湖庫辦理之優先順序。並藉由未來需求水量、庫容改善工程、水源、水質、庫容增加及成本等 6 項篩選因子進行評估。

(五)新設湖庫及其他新興水源可行性評估

本計畫以水資源供需情勢結果為主規劃重點區位，另扣除既有湖庫及截水系統所含集水區範圍，來篩選可能湖庫集水區區位後，配合現地勘查，瞭解集水區內土地利用現況，可能壩址位置、淹沒區範圍等，再辦理可利用水源及開發潛能分析、

計畫評價等工作，執行流程詳圖 1-6 所示。

另根據各項水資源的供水定位，配合馬祖地區特性，評估四鄉五島採用雨水貯留、水再生利用及海水淡化等新興水源供水之可行性。

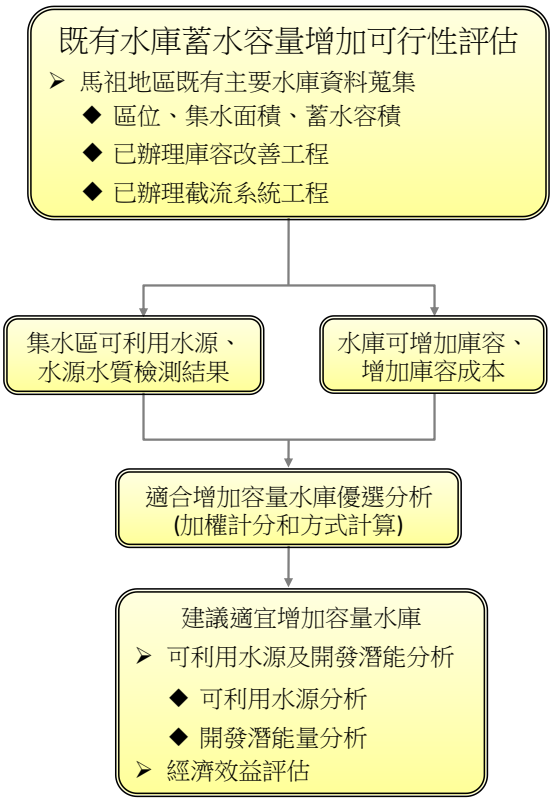


圖 1-5　既有水庫蓄水容量增加可行性評估工作執行流程圖

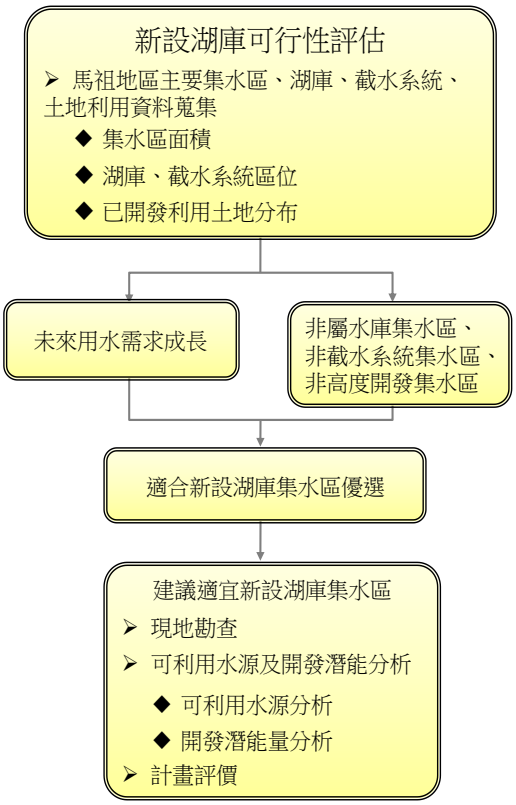


圖 1-6　新設湖庫可行性評估工作執行流程圖

(六)水資源經營策略及方案研擬

本計畫依經濟部水利署民國 101 年所提之「台灣離島水資源經理基本計畫（草案）」為基礎，採用低碳島永續發展新思維及因應博奕開發及觀光發展的影響，針對馬祖地區(1)未來環境與發展評估、(2)現行政策與整體水資源策略檢討、(3)目標界定與績效指標評估、(4)水資源短中長期供水策略等 4 大課題進行分析，最後研擬馬祖地區水資源後續推動策略。

六、馬祖水資源開發相關計畫

連江縣政府為辦理轄內各鄉水庫改善、提升水庫蓄水量、推動水庫興建工程及周邊配合截水系統，發揮傳統水源聯合調配功能，及滿足馬祖地區至民國 100 年用水需求，依歷年規劃調查結果，於民國 85 年提報「馬祖地區水資源整體開發計畫」，並奉行政院民國 87 年核定實施。又經濟部水利署為穩定供應馬祖地區之生活用水及未來觀光發展需求，並保育地下水源，以確保馬祖地區未來至民國 110 年用水需求，於民國 95 年提出「離島地區供水改善計畫—馬祖地區」，並奉行政院核定實施。以下分別說明馬祖地區整體水資源開發相關計畫演進及執行成效。

(一)馬祖地區歷年水資源開發規劃

馬祖地區過去的水資源開發以傳統水源為主，相關的規劃計畫包括：

1、 民國 82 年 5 月辦理之「馬祖地區水源開發規劃」，係針對馬祖地區南竿、北竿、東莒及西莒四島嶼進行水資源規劃，以民國 100 年為規劃目標。

2、 民國 82 年 9 月辦理之「馬祖地區公共給水計畫」，係以解決南竿、北竿、東莒、西莒及東引之公共給水問題為目標，並研擬其供水系統。

3、 民國 83 年 9 月由經濟部水資源統一規劃委員會（簡稱水資會）所編列之「馬祖地區水資源綱領計畫」，係綜合「馬祖地區水源開發規劃報告」及「馬祖地區公共給水計畫規劃報告」之成果，以民國 100 年為目標年，分為農業用水、生活用水及工業用水加以推估計算，並提出解決方案。

4、 民國 84 年 8 月辦理之「馬祖地區水資源整體開發規劃工作（第一期工作）」，係著重在南竿島西半部之水資源整體開

發規劃，除於南竿島西半部各主要水庫與及規劃截水系統外，並規劃后沃水庫，以提供較大容量之水庫，貯蓄鄰近集水區之地表逕流。

5、民國 85 年 6 月辦理之「馬祖地區水資源整體開發規劃工作（第二期工作）」，係著重於南竿東半部、北竿全島及東引島之水資源整體開發規劃。除在南竿東半部及北竿各主要水庫與集水區規劃截水系統外，並針對南竿主要水庫規劃改善方案。另於東引地區東湧水庫規劃加高方案，以提高水庫容量。於紫沃水庫規劃改善方案，以增加東引地區水庫之利用率。

6、民國 86 年 6 月辦理之「馬祖地區水資源整體開發規劃工作（第三期工作）」，係以莒光鄉東、西莒兩大島及東引島之水資源規劃為主。工作內容包括莒光鄉菜埔沃水庫整建及集水區截水與抽水系統規劃，以及東引鄉之截水、鑿井及抽水系統規劃等等。

根據以上的規劃結果，連江縣政府於民國 85 年提報「馬祖地區水資源整體開發計畫」。

(二)「馬祖地區水資源整體開發計畫」（含第一、二次修正）

連江縣政府於民國 85 年 12 月 23 日提報「馬祖地區水資源整體開發計畫」，奉行政院民國 87 年 7 月 23 日核定實施，計畫期程共 6 年（民國 87~92 年），總經費為 13.52 億元。

計畫實施後因工程用地取得困難等多項因素影響，無法辦理或需展延，並在計畫供水目標不變原則下，調整部份工作項目以應實際需要。於民國 92 年 4 月提報修正計畫（第一次修正），計畫期程調整至民國 94 年 12 月，總經費增加至 14.00 億元。

民國 94 年因南竿后沃水庫興建工程重力壩基礎辦理變更設計，須至民國 95 年 12 月完成，遂辦理提報「馬祖地區水資源整體開發修正計畫（第二次修正）」。

馬祖地區水資源整體開發計畫除紫沃水庫改善工程併離島地區供水改善計畫中辦理，及節約用水措施配合工程示範計畫取消辦理外，其餘工作項目已如期於民國 94 年 12 月前完成（詳表 1-1）。

(三)「離島地區供水改善計畫－馬祖地區」（民國 95 年）

馬祖地區供水改善計畫中針對四鄉五島區用水需求、當時水源現況、湖庫供水能力及水資源供需進行分析後，提出水資源開發規劃建議，開發方案分為海水淡化計畫、湖庫浚渫及改善工程及給水系統改善計畫等 3 部分（表 1-2）。

1、 海水淡化計畫

民間參與馬祖南竿 950CMD 海水淡化廠計畫已於民國 95 年 2 月 20 日經行政院經濟建設委會會第 1240 次委員會議審定。新增馬祖南竿 950CMD 海水淡化廠計畫，原預計於民國 95 年度開始進行相關招商準備作業及公告招商，民國 97 年興建完成與供水。因招商及契約修正，計畫已於民國 98 年 6 月 16 日開工，民國 99 年 11 月 24 日開始營運。

2、 湖庫浚渫及改善工程

本項工程主要目的即為滿足馬祖地區各水庫蓄水需要，健全馬祖地區截水系統功能，期使各水庫能發揮蓄水功能，以因應缺水期之使用需求。主要項目包括樂道沃水庫、紫沃水庫與其他湖庫浚渫及改善計畫。

表 1-1　馬祖地區水資源整體開發計畫彙整表

工作項目	工作期程	辦理情形
一、調查規劃設計	87~94	工作皆已完成
二、用地徵收補償	87~94	已完工
三、直接工程		
(一)海水淡化廠興建工程		
1. 南竿海水淡化廠二期工程	88~93	已完工
2. 北竿海水淡化廠工程	89~92	已完工
3. 西莒海水淡化廠工程	88~94	已完工
4. 東引海水淡化廠工程	89~92	已完工
(二)后沃水庫興建工程		
1. 后沃水庫主體工程	92~94	已完工
2. 后沃水庫周邊截水設施工程	94	已完工
(三)既有水庫改善工程		
1. 秋桂山水庫改善工程（四維區截水系統）	87~88	已完工
2. 勝利水庫改善工程	87~88	已完工
3. 津沙水庫改善工程	87~88	已完工
4. 坂里水庫工程	87~91	已完工
5. 午沙水庫改善工程	94	已完工
6. 菜埔沃水庫改善工程	92~93	已完工
7. 東湧水庫改善工程	87~88,94	已完工
8. 紫沃水庫改善工程	93~94	本工程併離島地區供水改善計畫中辦理
9. 樂道沃水庫改善工程	93~94	本工程併離島地區供水改善計畫中辦理
(四)其他水源開發工程		
1. 珠螺集水池截水牆工程	87	已完工
2. 大坪集水井及抽水系統工程	92~93	已完工
3. 燕秀沃抽水系統工程	93~94	已完工
4. 四鄉五島水利設施改善工程	91~94	已完工
5. 福沃截水系統工程	93	已完工
6. 介壽截水系統工程	94	已完工
7. 仁愛截水系統工程	93~94	已完工
8. 節約用水措施配合工程示範計畫	--	因國際扶輪社於民國 93 年 10 月 29 日贈送 2,500 餘組省水器材及省水水龍頭，是以本項目取消辦理。

資料來源：1、「連江地區水資源整體開發計畫」，民國 94 年
2、連江縣自來水廠

表 1-2　民國 95 年「離島地區供水改善計畫－馬祖地區」建議工作項目及經費表

工作項目		經費(億元)
一、海水淡化廠計畫	1.南竿地區新增 950 立方公尺海淡廠計畫	0.51
	2.小計	0.51
二、湖庫浚渫及改善工程	1.樂道沃水庫	0.53
	2.紫沃水庫	0.40
	3.其他湖庫	0.50
	4.小計	1.43
三、給水系統改善計畫	1.西莒淨水場及輸配水管線	0.80
	2.東西莒海底輸水管線	1.05
	3.小計	1.85
合計		3.79

資料來源：水利署「離島地區供水改善計畫－馬祖地區」，民國 95 年

樂道沃水庫改善工程原於民國 96 年 8 月 19 日開工，因地質等因素辦理停工，辦理 2 次變更設計，因工程停工 6 個月，施工廠商依契約要求終止契約，連江縣政府提修正計畫，將俟核定後再辦理後續作業。

紫沃水庫改善工程因於「馬祖地區水資源整體開發計畫」執行時，考量軍方人口增加致用水需求提高，蓄水量由原設計 1 萬立方公尺增為 3 萬立方公尺，致重新辦理規劃設計，又細部設計經專家審查不符需求及契約規定，縣府自來水廠依契約規定辦理終止契約，縣府自來水廠已於民國 99 年 5 月 7 日、5 月 24 日辦理 2 次細部設計案招標，因無人投標而流標。民國 99 年 8 月 30 日完成修正招標文件，辦理第 3 次招標作業。

此外，於民國 97 年度辦理南竿（津沙一號壩）、北竿（中興、午沙）水庫浚渫工程，浚渫土方量 16,366 立方公尺，已於民國 98 年 1 月 18 日完工結案。

3、給水系統改善計畫（西莒淨水場及管線）

根據東西莒用水需求及供給情勢，建議興建海底管線將西莒多餘的水量來支援東莒用水，將原西莒淨水場及管線項目擴大為「給水系統改善計畫」，包括(1)西莒淨水場及管線、(2)東西莒海底輸水管線等項目。

西莒淨水場及管線工程分為淨水場建築標及水處理工程標，淨水場建築標於民國 98 年 7 月 28 日開工，民國 99 年 7 月 16 日完工，可處理淨水量每日 500 立方公尺。

東西莒海底輸水管線工程則經連江縣政府辦理可行性評估，考量未來用水需求減低、經濟效益不高及不易維護管理等因素而取消辦理，改增辦東莒集水井增設及現有淨水設施改善工程為替代方案，以滿足東莒地區用水需求。

(四)「離島地區供水改善計畫（第 1 次修正）－馬祖地區」（民國 100 年）

「離島地區供水改善計畫（第 1 次修正）－馬祖地區」中，因(1)確保南竿 950CMD 海水淡化廠計畫產水量、(2)樂道沃及紫沃水庫改善工程遭遇地質問題辦理變更設計，及工程設計監造服務終止契約需重新發包，及(3)用水需求改變及調整工作內容等因素，經濟部水利署依據「行政院所屬各機關中長程計畫編審辦法」第 17 條第 1 項第 3 款「因其他不可抗力，致原計畫須調整因應者」規定，提報「離島地區供水改善計畫（第 1 次修正）－馬祖地區」（民國 100 年 1 月 11 日核定），計畫修正內容詳如表 1-3 所示：

「離島地區供水改善計畫（第 1 次修正）－馬祖地區」期程由民國 96~98 年延長至民國 102 年 6 月，說明如下：

表 1-3 「離島地區供水改善計畫(第 1 次修正)－馬祖地區」計畫

原工作項目	原工作期程	修正工作項目	修正工作期程
一、海水淡化廠增建與後續營運計畫		一、海水淡化廠增建與後續營運計畫	
1. 南竿 950CMD 海水淡化廠	96-98	1. 南竿 950CMD 海水淡化廠	96-99
		2. 東引 250CMD 海淡廠擴充工程	100-101
二、湖庫浚渫及改善工程		二、湖庫浚渫及改善工程	
1. 樂道沃水庫	96-98	1. 樂道沃水庫	96-102/06
2. 紫沃水庫	96-98	2. 紫沃水庫	96-102/06
3. 其他湖庫	96-98	3. 其他湖庫	96-101/06
三、給水系統改善		三、給水系統改善	
1. 西莒淨水場及輸配水管線	96-99	1. 西莒淨水場及輸配水管線	96-99
2. 東西莒海底輸水管線	96-99	2. 取消東西莒海底輸水管線工程	
		3. 南竿東西區淨水場	100-101
		4. 東莒集水井及現有淨水設施	100-101/06

資料來源：水利署「離島地區供水改善計畫(第 1 次修正)」(核定本)，民國 100 年 1 月

1、 南竿 950CMD 海水淡化廠

原計畫以海水淡化廠產水率 95%設計條件估算興建費用及營運費用差額補助，為確保產水量，本海水淡化廠以產水率 100%訂定投資契約，興建經費增加 1,611 萬 8,000 元，營運費用差額補助增加 976 萬 5,000 元，合計增加 2,588 萬 3,000 元。總經費由原核定 4 億 6,048 萬 9,000 元調整為 4 億 8,444 萬 7,000 元，期程修正為民國 96~99 年。

2、 增辦東引海淡廠擴充工程

於既有東引海淡廠新增 1 組 250CMD 海淡機組及蓄水池約 300～400 立方公尺，工程經費為 2,583 萬 9,000 元，期程自民國 100~101 年。

3、樂道沃水庫浚渫及改善工程

為增加壩體穩定及集水功能，增辦壩體下邊坡工程、加強庫區結構安全、設置截流溝系統等工項，並加計重新發包工程營建物價調整，經費合計增加 5,400 萬元，工程經費修正為 1 億 700 萬元，期程修正為民國 96~102 年 6 月。

4、紫沃水庫浚渫及改善工程

現有壩體拆除重建，可增加水庫蓄水容量達 3 萬立方公尺。經費增加 6,000 萬元，工程經費修正為 1 億元，期程修正為民國 96~102 年 6 月。

5、其他湖庫浚渫及改善工程

民國 97 年已辦理南竿（津沙一號壩）、北竿（中興、午沙）水庫浚渫工程，經費 900 萬元。後續增辦東引地區湖庫浚渫改善工程(東湧水庫沉砂池浚渫工程及東湧水庫旁截流系統)，工程經費 700 萬元、及各集(配)水池改善工程，工程經費 400 萬元。工程經費修正為 2,000 萬元，期程修正為民國 96~101 年 6 月。

6、西莒淨水場及輸配水管線工程

依實際執行情形，工程經費修正為 7,963 萬 2,000 元，期程修正為民國 96~99 年。

7、取消東西莒海底輸水管線工程

8、增辦南竿東西區淨水場改善工程

為滿足未來淨水場處理量及提升水質，辦理南竿東西區淨水場改善工程，主要工程內容為增設淨水設施、沉澱池、砂濾系統、增加配水池容量等工項，工程經費 4,162 萬 9,000 元，期程自民國 100~101 年。

9、增辦東莒集水井增設及現有淨水設施改善工程

東西莒海底輸水管線工程經評估取消辦理後，為因應東莒地區民國 110 年供水缺口 100 立方公尺，增辦本項工程作為替代方案，主要工程內容為增加 1 座寬口井工程、輸配水管線、淨水設施改善，工程經費 800 萬元，期程自民國 100~101 年 6 月。

(五)「離島地區供水改善計畫（第 2 次修正）－馬祖地區」（民國 102 年）

「離島地區供水改善計畫（第 2 次修正）」-修正緣由為行政院秘書長民國 101 年 3 月 2 日院臺經字第 1010010848 號函復『經濟部研議之海水淡化廠推動模式，原係採促進民間參與公共建設方式辦理，惟本計畫由政府以保價保量方式取得淡化後海水之營運模式，業經行政院公共工程委員會解釋，不適用「促進民間參與公共建設法」，爰建議主辦機關參採預算法暨「政府採購法」相關規定，重新研議海水淡化廠相關興建及營運管理作業模式』，爰辦理本次（第 2 次）計畫修正，就有關大金門及馬公海水淡化廠部分，需重新研議興辦方式，循程序提修正計畫報核。

因馬祖地區原核定南竿 950CMD 海水淡化廠已完工營運，第 2 次修正計畫與馬祖地區較無關聯。

「離島地區供水改善計畫-馬祖地區」（含第 1 及 2 次修正）所有工作項目已於民國 103 年 3 月底完成（詳表 1-4）。

綜合「馬祖地區水資源整體開發修正計畫」與「離島地區供水改善計畫－馬祖地區」，兩者計畫建議工程內容及目標比較如表 1-5 所示。相關計畫成效詳表 1-6 所示。

表 1-4 「離島地區供水改善計畫－馬祖地區」工作執行情形

工作項目	工作期程	辦理情形
一、海水淡化廠增建與後續營運計畫		
1. 南竿 950CMD 海水淡化廠	96-99	99/11/24 開始營運。
2. 東引 250CMD 海淡廠擴充工程	100-101	101 年底完工
二、湖庫浚渫及改善工程		
1. 樂道沃水庫	96-102/06	102/04 正式驗收
2. 紫沃水庫	96-102/06	102/03 正式驗收
3. 其他湖庫	96-101/06	
A. 南竿(津沙一號壩)水庫浚渫作業	97-98	98/01 完工
B. 北竿(中興、午沙)水庫浚渫作業	97-98	98/01 完工
C. 增辦東引區湖庫浚渫改善工程	100-101/06	101/01 完工
D. 增辦 16 座集(配)水池改善工程	100-101/06	101/01 完工
三、給水系統改善		
1. 西莒淨水場及輸配水管線	96-99	100/07 完工
2. 取消東西莒海底輸水管線工程		
3. 南竿東西區淨水場	100-101	
A. 南竿東區勝利淨水場改善工程		102/12 完工
B. 南竿西區儲水沃淨水場改善工程		102/02 完工
4. 東莒集水井及現有淨水設施	100-101/06	101/04 完工

資料來源：本計畫整理

表 1-5　馬祖地區水資源整體開發修正計畫及供水改善修正計畫內容比較表

水資源整體開發修正計畫			供水改善修正計畫		
建議工程內容		目標	建議工程內容		目標
(一)海水淡化廠興建工程	1.南竿海水淡化廠二期工程 2.北竿海水淡化廠工程 3.西莒海水淡化廠工程 4.東引海水淡化廠工程	1.新增水源 2.新增水源 3.新增水源 4.新增水源	(一)海水淡化廠興建工程	1.南竿地區新增950立方公尺海淡廠計畫 1.東引地區擴充250立方公尺海淡廠計畫	1.新增水源 2.新增水源
(二)后沃水庫興建工程	1.后沃水庫主體工程 2.后沃水庫周邊截水設施工程	1.新增水源 2.新增水源	(二)湖庫浚渫及改善工程	1.樂道沃水庫 2.紫沃水庫 3.其他湖庫	1.既有設施改善 2.既有設施改善 3.既有設施改善
(三)既有水庫改善工程	1.秋桂山水庫改善工程（四維區截水系統） 2.勝利水庫改善工程 3.津沙水庫改善工程 4.坂里水庫工程 5.午沙水庫改善工程 6.菜埔沃水庫改善工程 7.東湧水庫改善工程 8.紫沃水庫改善工程 9.樂道沃水庫改善工程	1.既有設施改善 2.既有設施改善 3.既有設施改善 4.既有設施改善 5.既有設施改善 6.既有設施改善 7.既有設施改善 8.既有設施改善 9.既有設施改善	(三)給水系統改善計畫	1.西莒淨水場及輸配水管線 2.取消東西莒海底輸水管線 3.南竿東西區淨水場 4.東莒集水井及現有淨水設施	1.既有設施改善 2.水源調配 3.既有設施改善 4.新增水源及既有設施改善
(四)其他水源開發工程	1.珠螺集水池截水牆工程 2.大坪集水井及抽水系統工程 3.燕秀沃抽水系統工程 4.四鄉五島水利設施改善工程 5.福沃截水系統工程 6.介壽截水系統工程 7.仁愛截水系統工程 8.節約用水措施配合工程示範計畫	1.既有設施改善 2.新增水源 3.既有設施改善 4.既有設施改善 5.既有設施改善 6.既有設施改善 7.既有設施改善 8.節約用水			

資料來源：本計畫整理

表 1-6　馬祖地區以往水資源政策方案檢討一覽表

方案或計畫名稱	概要內容/效益	成效檢討
馬祖地區水資源整體開發計畫(含第一、二次修正)	1. 興建海淡廠增供水每日2,000立方公尺。 2. 興建后沃水庫增供水每日526立方公尺。 3. 辦理秋桂山等9座水庫既有設施改善及增供水每日71立方公尺。 4. 其他水源開發如截、抽水系統、設施改善及節約用水措施等增供水每日230立方公尺。 5. 總經費由13.52億元增至14.00億元，。 6. 原訂期程民國87～92年延至民國95年。	1. 本計畫完成後每日增加供水量4,377立方公尺，全區供水量可達5,981立方公尺，滿足馬祖地區至民國100年之用水需求。 2. 在離島型水源條件極度不佳情況下，本計畫以地表水源供應並輔以海水淡化輔助方式，提高本地區水資源之調蓄能力，以利水資源永續利用發展，並在財政及經濟效益兼顧之考量下，達成「促進地方均衡發展」及「照顧偏遠地區」之政策。
離島地區供水改善計畫—馬祖地區(含後續修正)	1. 增建海淡廠增供水每日1,200立方公尺。 2. 辦理湖庫浚渫及改善清淤土方16,366立方公尺並增供水源每日430立方公尺。 3. 辦理給水系統改善新增水場可淨水量每日500立方公尺。 4. 總經費由8.34億元增加至8.50億元。 5. 原訂期程民國95～98年延至民國102年。	1. 馬祖地區因受氣候、地形等天然條件之限制，降雨量偏低且不均，同時蒸發量過大等的情況下，水源嚴重不足，致使，南竿地區每日缺水達1,300餘立方公尺，常呈現常態性實施限水措施，造成民眾長期不便，且由船舶由臺灣運水一途，成本達425元/立方公尺。惟南竿地區於民國99年完成950立方公尺海淡廠開始供水後，至目前未有限水之現象。 2. 馬祖地區水資源開發以海水淡化為主，湖庫水源為輔之目標前提下，藉由修復過去水庫之土木工程，例如加高、止漏及浚渫等工程，並配合海水淡化出水穩定度較高，增加供水之可靠度。

(六)水資源供需分析

馬祖地區水資源利用依用水型態大致可分為生活用水、觀光用水及國防用水等 3 個標的用水，各標的用水均以自來水系統供應為主。

馬祖地區供水改善計畫各項工程完工後，依經濟部水利署於民國 101 年 10 月研提臺灣離島水資源經理基本計畫（草案）中，分析評估馬祖地區四鄉五島的水資源供需情勢摘述如下：

1、 南竿地區

南竿系統供需情勢如圖 1-7，用水需求自民國 100 年每日 2,088 立方公尺持續成長至民國 120 年每日 2,444 立方公尺；南竿三期海淡廠新增每日 950 立方公尺海淡水後，民國 100 年供水能力每日 2,988 立方公尺，應可滿足民國 120 年用水需求。

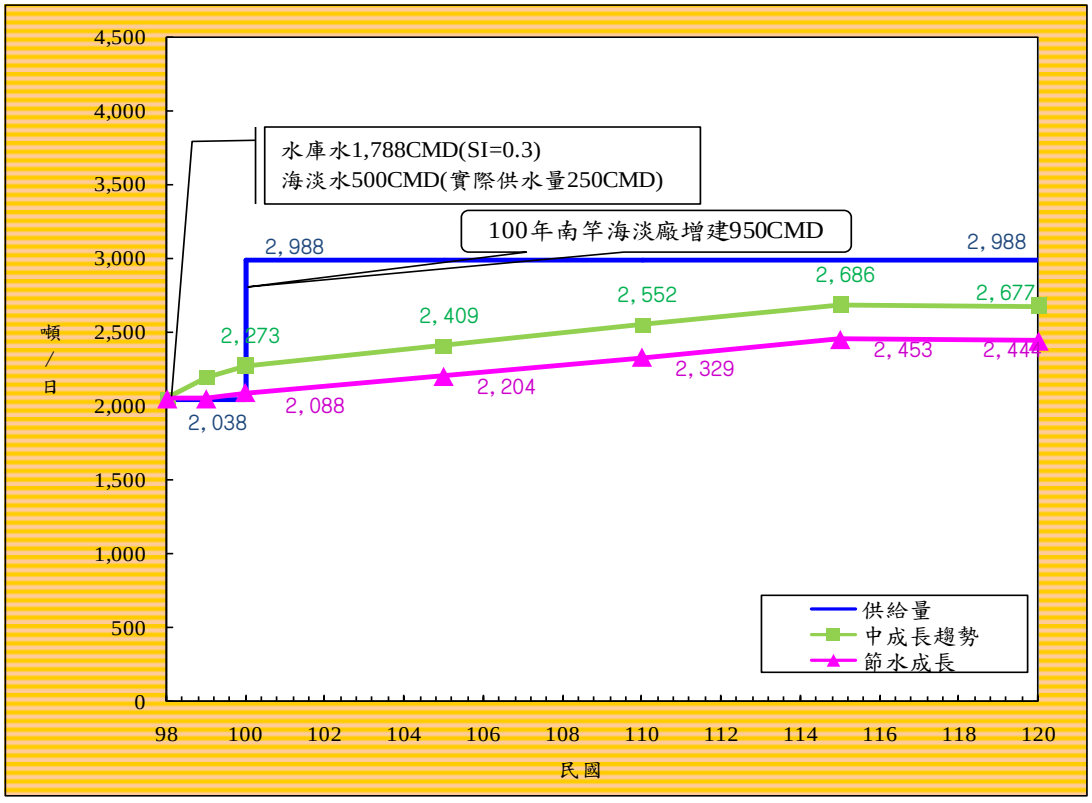


圖 1-7　南竿系統供需情勢圖

2、北竿地區

北竿系統供需情勢如圖 1-8，用水需求自民國 100 年每日 529 立方公尺逐漸下降至民國 120 年 491 立方公尺；北竿地區在中興、午沙兩水庫完成改善後，民國 100 年供水能力每日 694 立方公尺，應可滿足民國 120 年用水需求。

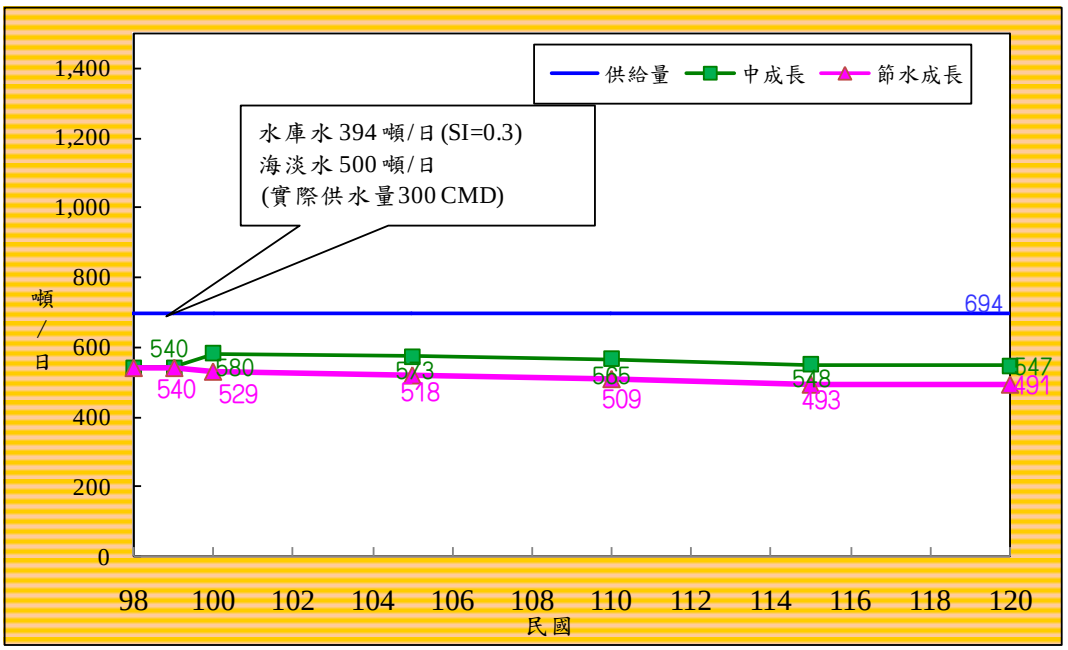


圖 1-8　北竿系統供需情勢圖

3、東莒地區

由圖 1-9 分析得知，東莒地區在完成地下水增抽工程每日 100 立方公尺後，整體可供水量達每日 187 立方公尺，應可滿足區域至民國 120 年用水需求，並有每日 35~53 立方公尺（相較於節水、中成長用水需求）的餘裕水源量。

4、西莒地區

西莒系統供需情勢如圖 1-10，用水需求自民國 100 年每日 211 立方公尺持續成長至民國 120 年 242 立方公尺；在完成樂道沃水庫改善工程後，民國 100 年供水能力為每日 385 立方公尺，應可滿足民國 120 年用水需求。

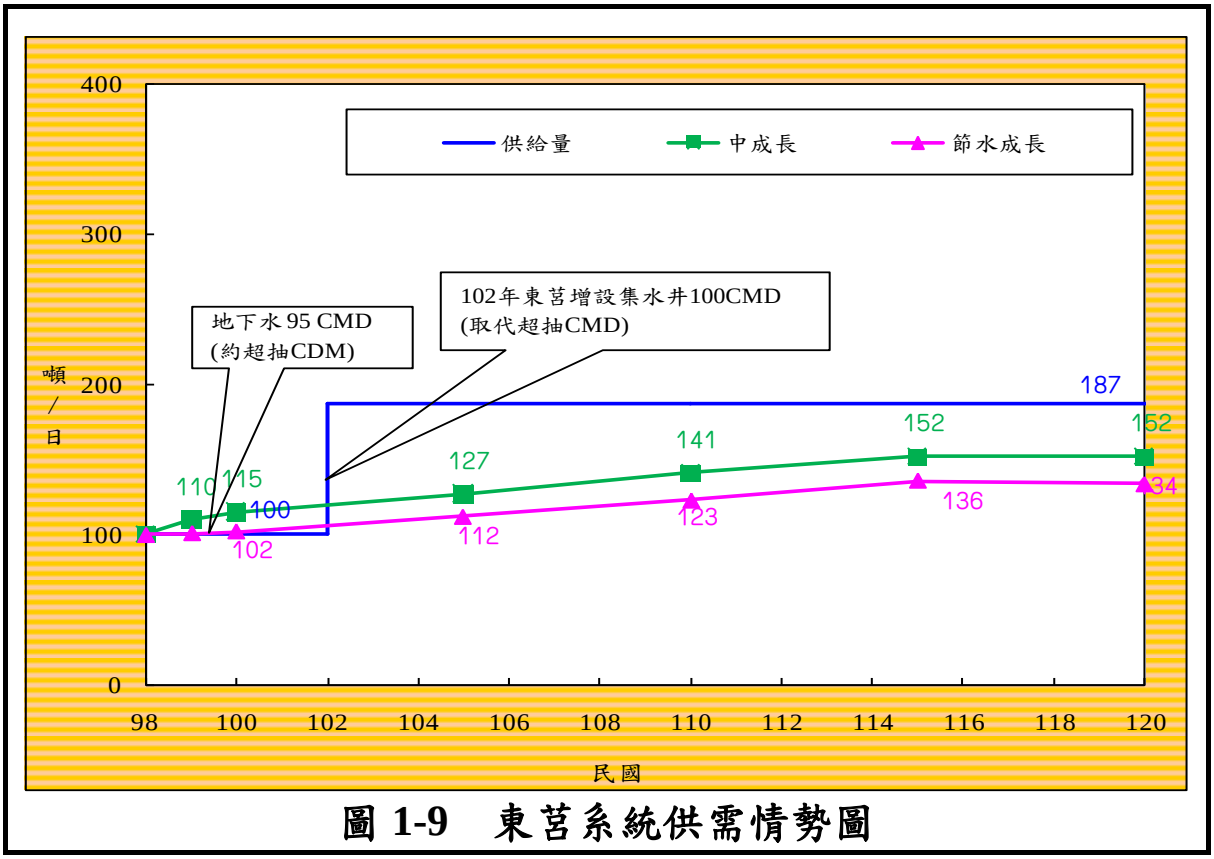


圖 1-9　東苖系統供需情勢圖

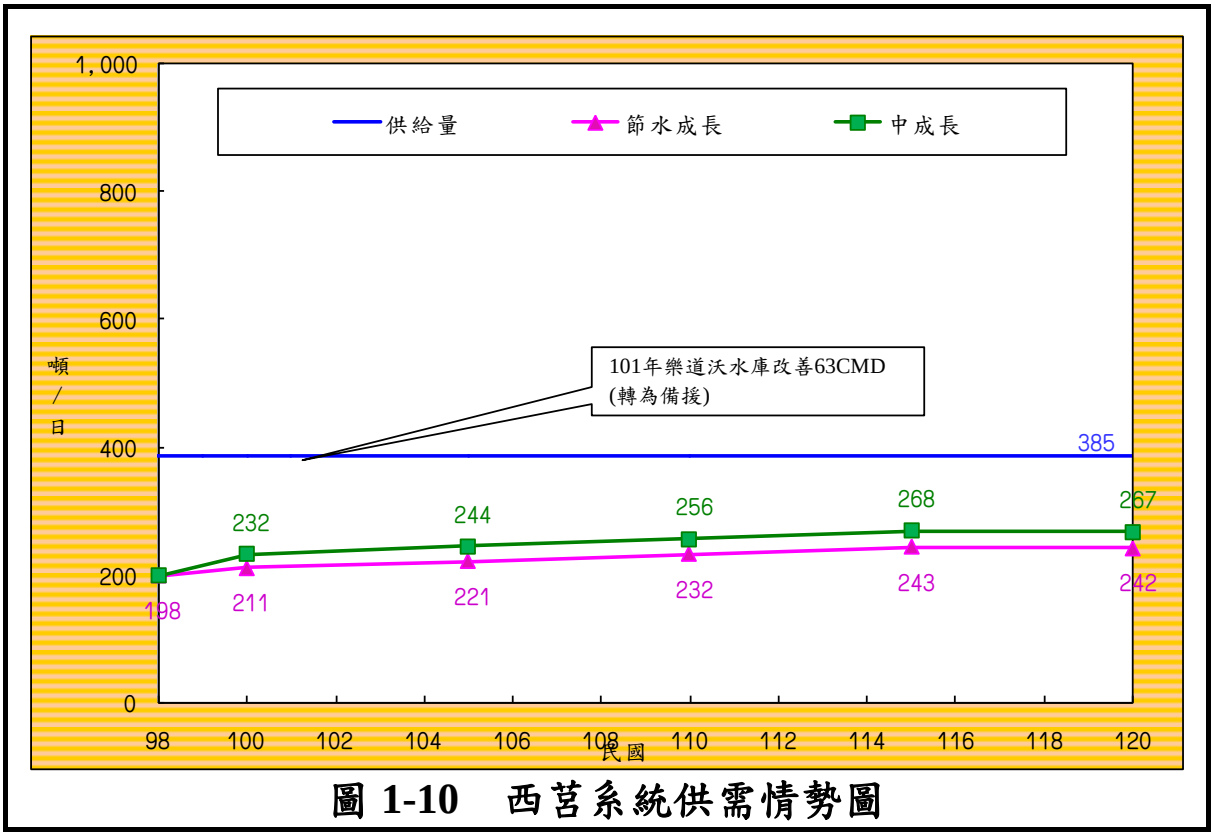


圖 1-10　西苖系統供需情勢圖

5、東引地區

東引系統供需情勢如圖 1-11，用水需求自民國 100 年每日 990 立方公尺持續成長至民國 120 年 1,017 立方公尺；在完成海淡廠擴建工程新增供水每日 250 立方公尺後，預估民國 102 年供水能力為每日 1,138 立方公尺尚可滿足民國 120 年用水需求。

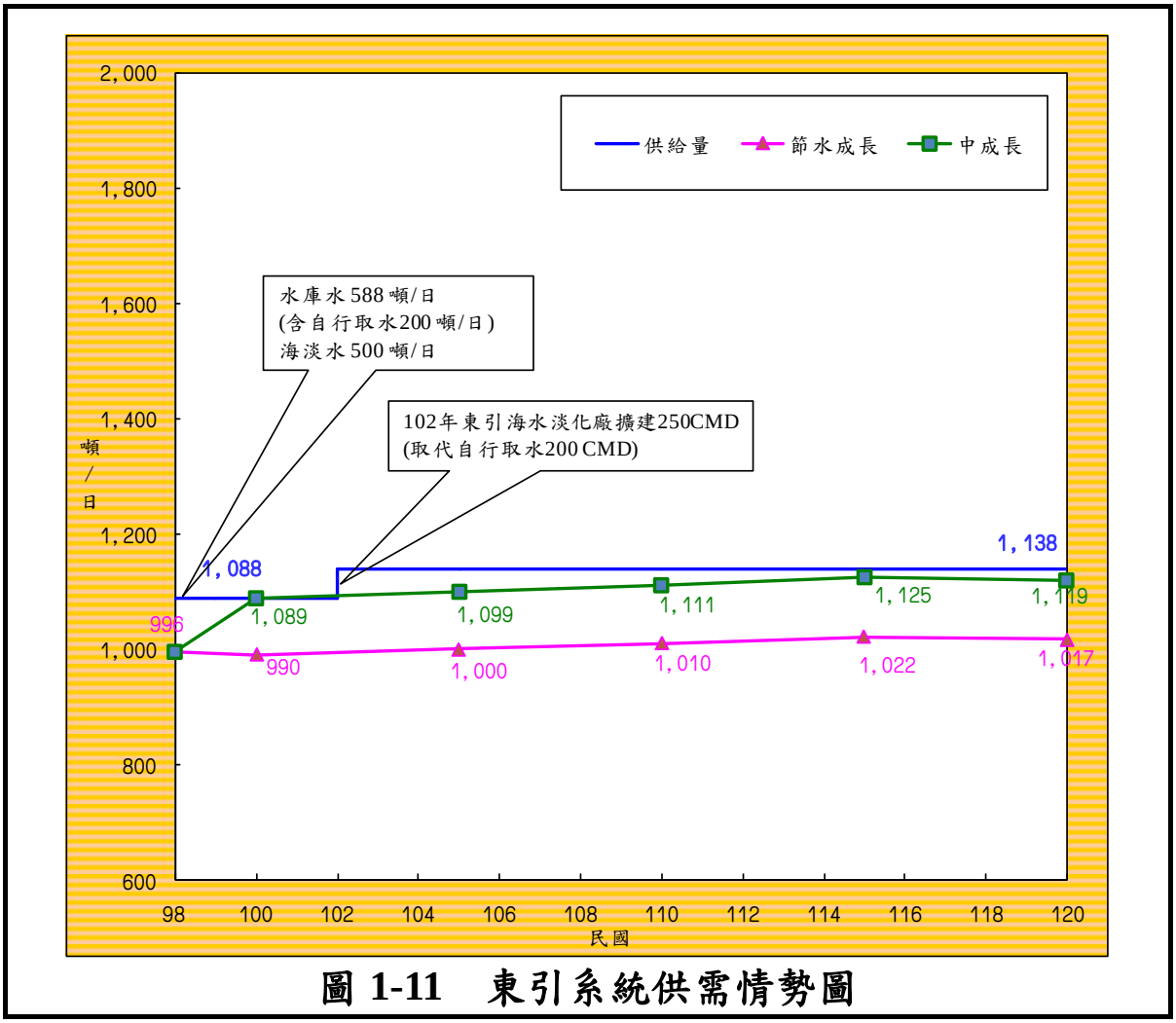


圖 1-11　東引系統供需情勢圖

(七)綜合彙整

依據上述水資源開發結果，既有設施供給能力應可滿足馬祖地區至目標年民國 120 年需求，但馬祖地區於民國 101 年通過設置觀光博奕特區公投，連帶周邊觀光產業可能會提高用水

需求，及配合低碳島計畫，后沃水庫水質鹽化問題，既有海水淡化廠營運管理及設備老舊問題，實際產水能力低於設計供水量，皆會造成各區缺水風險，再加上，馬祖地區湖庫庫容普遍較小，供水量小且調蓄能力較差，及湖庫水質優養化，持續惡化的有機物污染恐直接或間接造成三鹵甲烷、溴酸鹽、微囊藻等有毒物質，造成健康危害及影響供水能力。

因此，馬祖地區的水源運用及各項水源設施之功能實有必要再重新檢討，並視未來用水需求成長及博奕開發需求，結合低碳島之發展政策，來調整各水源供水比例、水廠操作營運方式之變更及湖庫改善或新開發水源（如新設湖庫或境外引水）等方式來進行，故針對馬祖地區水資源整體規劃進行檢討。

第貳章 基本資料蒐集及調查

一、 地理環境
二、 氣象與水文
三、 地形與地質
四、 土地利用
五、 社經文化
六、 交通運輸
七、 水質
八、 淨水場
九、 供水系統
十、 污水處理與雨水貯集
十一、其他相關計畫

第貳章　基本資料蒐集及調查

馬祖地區自民國 38 年起，因長期處於軍事管制，致使都市發展、人口成長、經濟所得等方面均遠不如台灣本島。近年來馬祖地區基礎建設已大有改善，並致力發展觀光產業，需及早因應未來用水需求成長。以下即就水資源規劃相關基本資料，如地理環境、氣象水文、人口發展、產業經濟、觀光旅遊與發展、土地利用、供水設施及水質等方面進行探討。

一、地理環境

馬祖列島位於台灣海峽西北西方，緊臨福建省閩江口（東方約 20 公里）、連江口及定源灣，距基隆約 210 公里，距金門約 280 公里，距澎湖約 330 公里。由於地理位置特殊，自民國 38 年國軍駐防後即肩負著捍衛台灣海峽重任。列島大致呈弧形排列，由北而南包括東引、西引、亮島、高登、小坵、大坵、北竿、南竿、西莒和東莒等島嶼，分散於長度約 70 公里海面上。馬祖列島總面積約 29.33 平方公里，一般概稱四鄉五島，包括南竿鄉、北竿鄉、莒光鄉（東莒、西莒）與東引鄉。南竿鄉為連江縣政經中心，面積約 11.91 平方公里為各島面積最大者，北竿、東莒、西莒及東引各約 7.70、2.73、2.56 和 4.43 平方公里。

諸列島中高登島距大陸北茭半島最近，僅隔約 9 公里，與大陸畚箕山、煙筒山及紗帽山遙遙相對。

各島均屬丘陵地形，路面起伏甚大，島內並無明顯河川，僅有一些短促且經年乾枯山溝，僅暴雨後可見水流。由於面積狹小，地勢陡峭，逕流延滯時間極為短暫，無法聚集大量地表逕流，大部份降雨均直接排入海中，因此主要水源幾乎全仰賴降雨，地下水補助來源也仰賴每年少數幾場降雨，水資源利用極為困難。

二、氣象與水文

馬祖地區由於過去環境及特殊地理影響，一直以來氣象資料及水文觀測記錄均相當缺乏。最早區域內僅有南竿地區空軍氣象聯隊所屬氣象站，記錄時間由民國 43 年起，兼測氣象與雨量，其他地區則無任何氣象觀測站；民航局於民國 90 年後始有較完整的氣象觀測資料；而中央氣象局直到民國 92 年始設有氣象站。本計畫針對氣溫與相對濕度、雨量與蒸發量等資料彙整及分析如下：

(一) 氣溫與相對濕度

馬祖地區屬亞熱帶海洋性氣候，各列島面積均不大，深受季風影響，冬夏溫差極大。根據空軍氣象聯隊與中央氣象局提供的資料，馬祖地區全年平均溫度 19.08℃，以 8 月平均溫度 27.52℃最高，2 月受東北季風影響，平均溫度 10.30℃為最低（表 2-1）。

表 2-1　馬祖地區民國 43~102 年月平均氣溫與相對濕度

月份	平均氣溫（℃）	平均相對溼度（%）	月份	平均氣溫（℃）	平均相對溼度（%）
1	10.50	81.63	8	27.52	90.07
2	10.30	84.63	9	25.88	85.07
3	12.40	85.11	10	22.56	78.91
4	16.28	86.81	11	17.78	80.96
5	20.74	88.87	12	13.34	79.67
6	24.70	90.26	平均	19.08	85.00
7	27.34	88.58			

資料來源：連江縣政府與空軍氣象聯隊，民國 41~92 年；交通部中央氣象局，民國 93~102 年

表 2-1 之資料顯示，近 60 年來之平均相對濕度約為 85.00%，6 月份達 90.26%為最高，12 月份亦接近 80%，故馬祖地區相對濕度甚高，由圖 2-1 可知相較於月平均氣溫的變化，月平均相對溼度之變化不大。

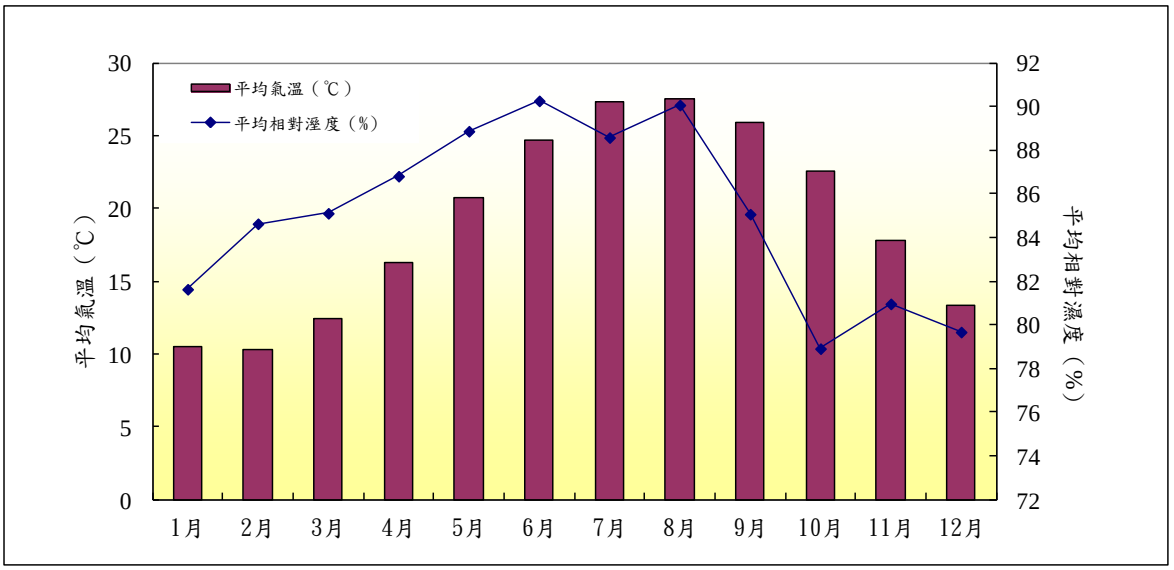


圖 2-1　馬祖地區民國 43~102 年月平均氣溫與相對濕度

(二)降雨量與蒸發量

馬祖地區各島均無高山可抵擋氣流，其降雨性質屬於大陸沿海性氣候，雨量稀少，經統計民國 43 年至 102 年平均年雨量為 1,067.2 毫米，較台灣地區年雨量來的少，雨量多集中於每年 3 至 9 月間，平均總雨量為 837.02 毫米，佔年平均雨量約 78.43%；枯水期則在 10 月至翌年 2 月之間，平均總雨量為 230.18 毫米，佔年平均雨量約 21.57%；馬祖地區歷年月降雨量資料詳如附表 1 所示。

另將年降雨量由小至大排列，並以韋伯法（Weibull Method）計算發生機率（詳附表 1），可知枯水年雨量為 755.9 毫米（以民國 57 年降雨發生機率 11.11%為代表），平水年雨量為 1059 毫米（以民國 97 年降雨發生機率 50.00%為代表），豐水年雨量為 1468.7 毫米（以民國 88 年降雨發生機率 88.89%為代表）。

其中 4 月至 6 月為梅雨期，7 月至 9 月為颱風時期，梅雨期以 6 月平均降雨量 171.04 毫米為最多，颱風時期則以 9 月之

117.83 毫米較高，7 月降雨量並不多，全年以 12 月平均降雨量 33.04 毫米為最少。

中央氣象局自民國 93 年起始有蒸發量之量測，在此之前馬祖地區均無蒸發量之量測紀錄，整理民國 93 年至 102 年月蒸發量如附表 2。

由馬祖地區民國 93~102 年月平均雨量與蒸發量比較表（詳如圖 2-2），7 月平均蒸發量較月平均降雨量高 68.05 毫米，6 月平均降雨量較月平均蒸發量高出 73.05 毫米，顯示此地區暴雨驟降的特性。

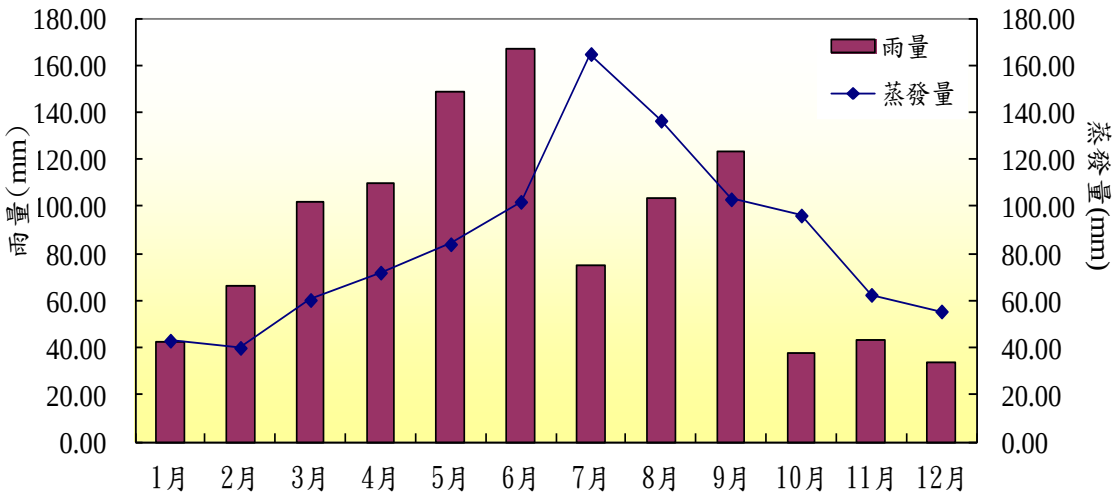


圖 2-2　馬祖地區民國 93~102 年月平均雨量與蒸發量比較圖

三、地形與地質

(一)地形

1、南竿地區

南竿為一狹長之島嶼，東西向最寬約 6 公里，南北最寬約 3 公里，島中央勝利水庫附近最窄，寬度不及 1 公里，全島面積約 11.91 平方公里。南竿地區（地表多起伏）屬丘陵地形（圖 2-3），島上最高山為西岸之雲臺山，標高 250 公

尺，東側之牛角嶺標高 172 公尺，其餘山脊高度多不超過 120 公尺，致全島略呈馬鞍狀。



圖 2-3　馬祖南竿地區地形圖

南竿地區之海岸蜿蜒，海岸線較長，約 30 公里，沿海地區之每一小海灣當地人均稱為澳（沃）口，由於島上並無平原區，故澳口附近之平地即發展為主要聚落，如縣政府所在之介壽村即位於介壽沃口附近。另有部份澳口則修堤築壩，如現有之勝利水庫即為一例。南竿一如馬祖群島之其他各島，島上並無明顯河流，僅有一些短促之山溝，山溝經年乾枯，僅暴雨後可見水流，當地現有之集水塘多建於山溝下游，水井也多鑿於山溝下游處之平地，擷取由山溝匯集而下之地表水及地下水。

2、北竿地區

北竿地區亦皆由山巒聚集而成（圖 2-4），向南略呈彎月形。全島除塘岐及坂里附近有窪谷外，其餘均為表土淺薄

或岩盤出露之陡峭山壁，島中央之壁山標高298公尺，為馬祖地區最高處，全島面積約7.7平方公里。北竿西南端為一狹長地帶，自中沃口至蛤蜊島，南北長約2.2公里，由里山和尼姑山連結而成，里山標高113.5公尺，尼姑山標高125公尺。

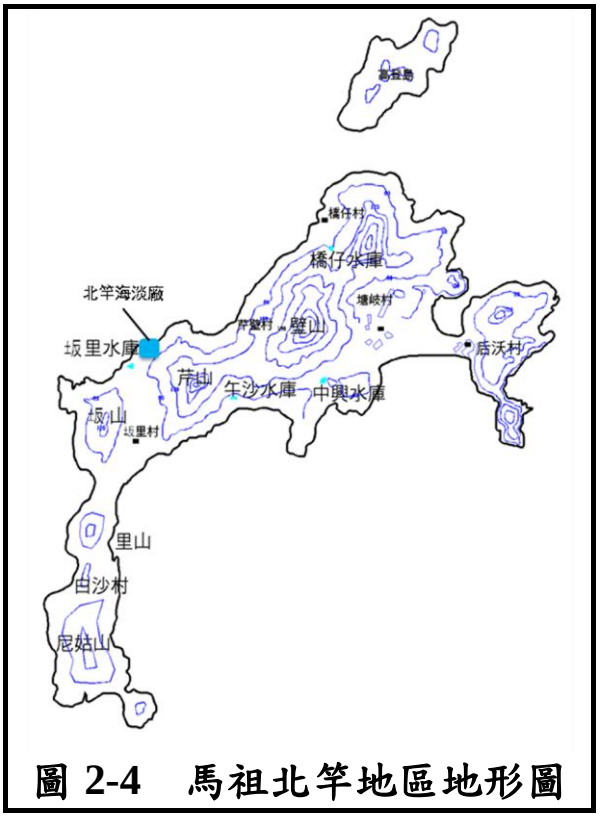


圖 2-4　馬祖北竿地區地形圖

3、東莒地區

東莒地區位於莒光鄉之東南側，全島面積約2.73平方公里。東莒地區距南竿地區約20,000公尺，距北竿約27,500公尺，對外交通完全仰賴海運與南、北聯繫，再以海運或空運與台灣相通。

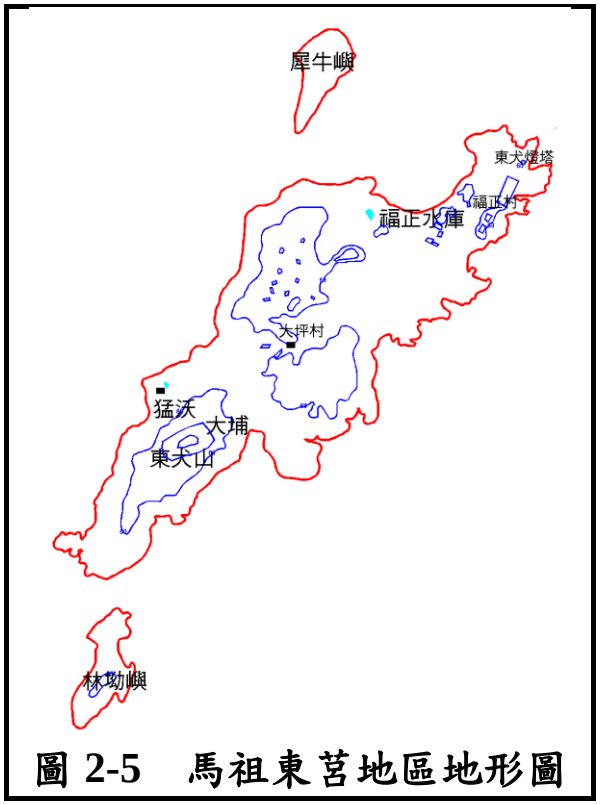


圖 2-5　馬祖東莒地區地形圖

東莒地區為一突出海面之東北－西南向狹長火山錐，其東北－西南向之長度約3,500公尺，而西北－東南向之寬度僅約1,200公尺。東莒地區之西

岸地勢陡峭（圖 2-5），其中西南之「東犬山」標高 120 公尺為全島最高點，此外西北及島中央各有一標高約 100 公尺之平台。東莒地區東部地勢較低緩，標高多介於 20 至 60 公尺間，尤以教練場及靶場附近標高 20 公尺之平台，為全島少見之平緩地帶。

4、西莒地區

西莒地區位於莒光鄉之西北側，全島面積約 2.56 平方公里。西莒地區距南竿地區約 18,000 公尺，距北竿地區約 27,000 公尺，對外交通完全仰賴海運與南、北聯繫，再以海運或空運與台灣相通西莒地區為一突出海面之火山錐，全島呈不等邊三角形，東西較寬約 2,500 公尺，南北較窄僅約 1,500 公尺。西莒地區地勢陡峭（圖 2-6），西半島山勢較高，島中央之武士嶺標高 182 公尺為全島最高點，自此向西延伸之西路山（標高 180 公尺）及復興嶺（標高 160 公尺）等，形成西莒地區之脊樑。島之東北端地勢略顯平緩，僅田沃山（標高 103 公尺）地勢稍高。

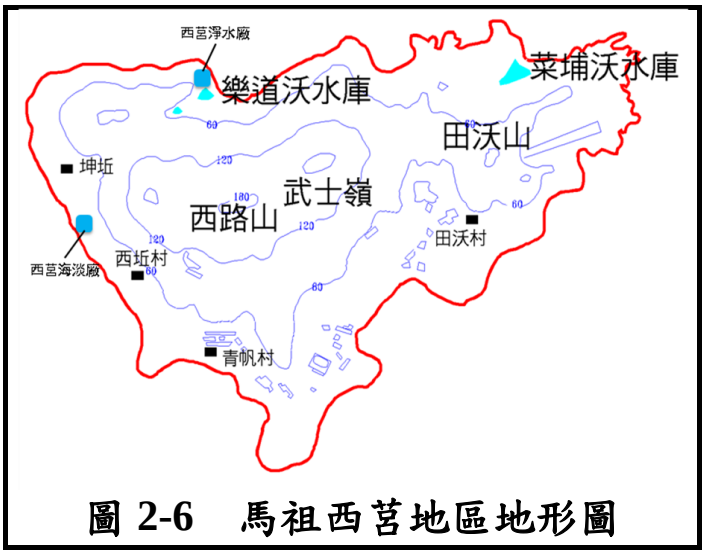


圖 2-6　馬祖西莒地區地形圖

5、東引地區

東引鄉為福建省連江縣最北端之鄉鎮，全鄉包括東引及西引兩大島，彼比以貫穿中柱島之公路相連。其中西引島面積較小，目前居住人口以駐軍為主。東引地區為鄉治所在，

係全鄉之政經中心，全島面積約 4.43 平方公里。距南竿地區約 61,000 公尺，距北竿地區約 54,500 公尺，對外交通完全仰賴海運與南、北竿聯繫，再以海運或空運與台灣相通。

東引地區為一突出海面之火山錐，其南北向長度約 2,500 公尺，而東西向之寬度約 2,000 公尺。東引地區地勢陡峭（圖 2-7），除人工填築之東引操場外，全島幾無平地，北端之恩愛山標高 174 公尺為全島最高點，島上小山頭林立，標高多介於 120 至 140 公尺之間。東引地區海岸曲折，沿岸多澳口，以大、小紫沃較大，其中，小紫沃為現有之紫沃水庫所在地。

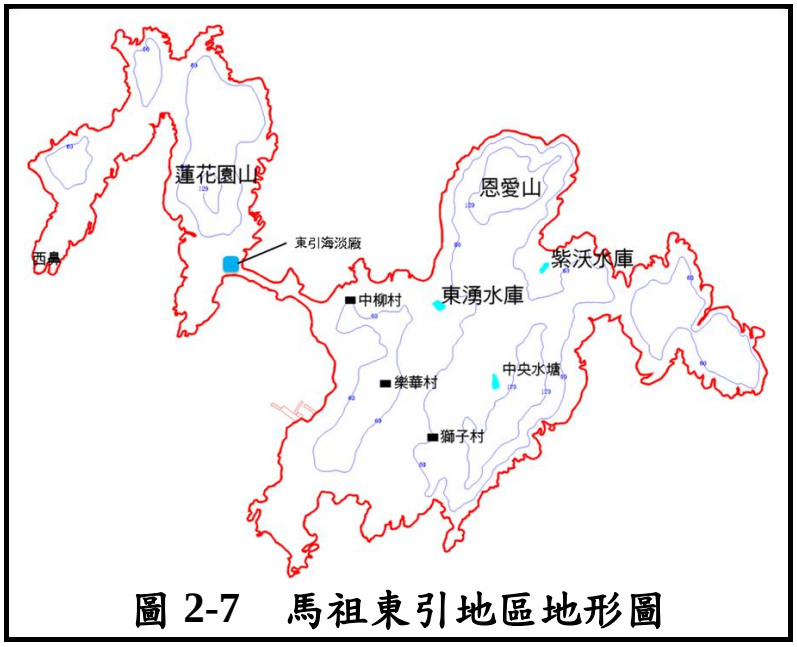


圖 2-7　馬祖東引地區地形圖

(二)地質

馬祖列島與福建沿海之其他島嶼均由火成岩構成。依陳培源（民國 63 年）等之研究，福建沿海之花崗岩質岩石均出於中生帶之火成活動，而此一火成活動在閩、浙一帶可視為燕山運動之表現。燕山運動為波及東亞沿海地區之造山運動，在中國東部常形成東北或北北東走向之構造線。在晚侏儸紀時期，隨同早期之燕山運動，在閩、浙一帶有強烈之火山活動，造成廣厚酸性火山岩及少量中性火山岩之噴積，花崗岩質岩漿繼之

侵入，產生了福建地區之大岩基。此後，燕山運動後期再起，使前述先生成之火成岩受壓而褶皺、斷裂與變質，並在動力與熱作用強烈地區產生片麻岩，同時引起殘餘岩漿之侵入與變質。

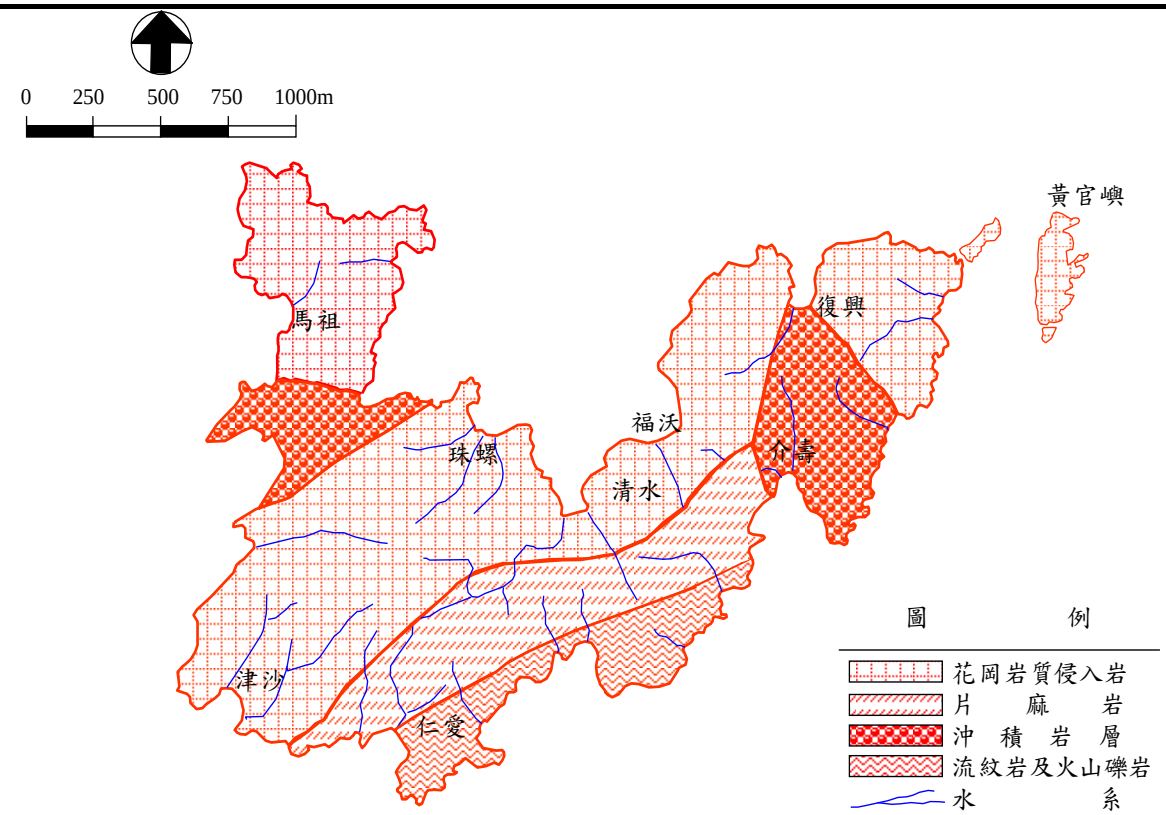
根據地質文獻記載，馬祖列島各島嶼之基盤岩層皆由中生代之花崗岩類構成，並在地表局部覆有上侏羅紀之流紋岩質火山岩系；另在花崗岩質岩體中又有後期之岩脈及小侵入岩體之穿切，及遭受動力壓碎作用或熱力變質作用，局部花崗岩體已變質為片麻岩或熱力蝕變與礦化現象（陳培源，民國 63 年）。

另據黃輝等（民國 82 年）之研究顯示，馬祖列島位於平潭－東山褶皺構造帶上，為一基底褶皺帶（folded belt basement）。所謂基底指組成岩體為前泥盆紀之一套中至高度變質的變質雜岩，包括各種混合岩、變粒岩和片麻岩組成；所謂褶皺指以完全置換層理的片理或片麻理為構造面的再褶皺構造。全區褶構造帶即為集強烈變形帶、變質帶和混合岩及混合花崗岩帶為一體之複雜構造帶。由微視構造顯示，區域性變質作用之溫度為攝氏 540 度至 600 度，變質壓力為 2,400 mpa 至 3,600 mpa。鈾－鍶法全岩定年結果顯示，變質年代約一億七千萬年前。本計畫針對馬祖地區五大島之地質狀況詳述如下：

1、 南竿地區

南竿地區之岩性以花崗岩為主，間夾少量之晚期侵入岩脈，連江縣政府於民國 82 年所作之南竿地區地質圖如圖 2-8 所示。海岸附近出露岩層以灰至肉紅色之花崗岩為主，間夾晚期侵入之輝綠岩岩脈。花崗岩之礦物成份約為正長石 50%、石英 20%及黑雲母 15%，此外尚有少量之微斜長石。

輝綠岩為灰黑色至暗灰綠色之緻密細晶岩石，呈帶狀侵入花崗岩體。依文獻資料顯示，此類岩石在顯微鏡下呈斑狀，但斑晶稀少，多不超過 20%，礦物成份以酸性斜長石為主，其次為角閃石、各種鐵礦及綠泥石。輝綠岩脈大致平行坡面走向發育。輝綠岩風化岩盤岩質軟弱，在高潮線以下之岩脈常年受海水侵蝕，致呈溝槽狀。



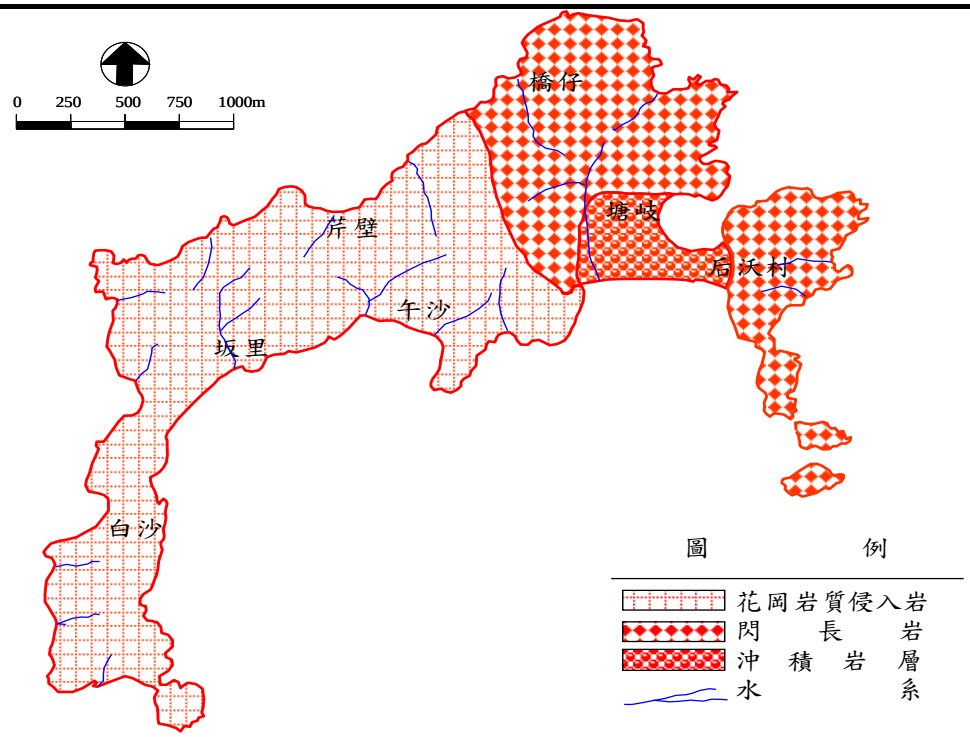
資料來源：經濟部水資源統一規劃委員會「馬祖地區水資源勘查報告」，民國 82 年

圖 2-8　南竿地區地質圖

由不連續面等密度投影分析結果顯示，本島最主要之不連續面位態為 N43˚E/90˚，其次包括 NS/80˚-90˚，及一系列走向大致為 N50˚W，傾向由西南向東北漸次轉折與向東南傾沒之節理組構。第一個節理組並遭受後期之中至基性火成岩體入侵。

2、北竿地區

構成北竿島的基岩以花崗岩體為主，局部地區有花崗閃長岩體出露，在尼姑山與大沃山並覆有一層厚約十數公尺之火山凝灰岩。各火山體中或多或少夾有順沿北東向裂隙之後期中至基性暗灰色微晶質之輝綠岩體岩脈平行成群出露，連江縣政府於民國 82 年所作之北竿地區地質圖如圖 2-9 所示。



資料來源：經濟部水資源統一規劃委員會「馬祖地區水資源勘查報告」，民國 82 年

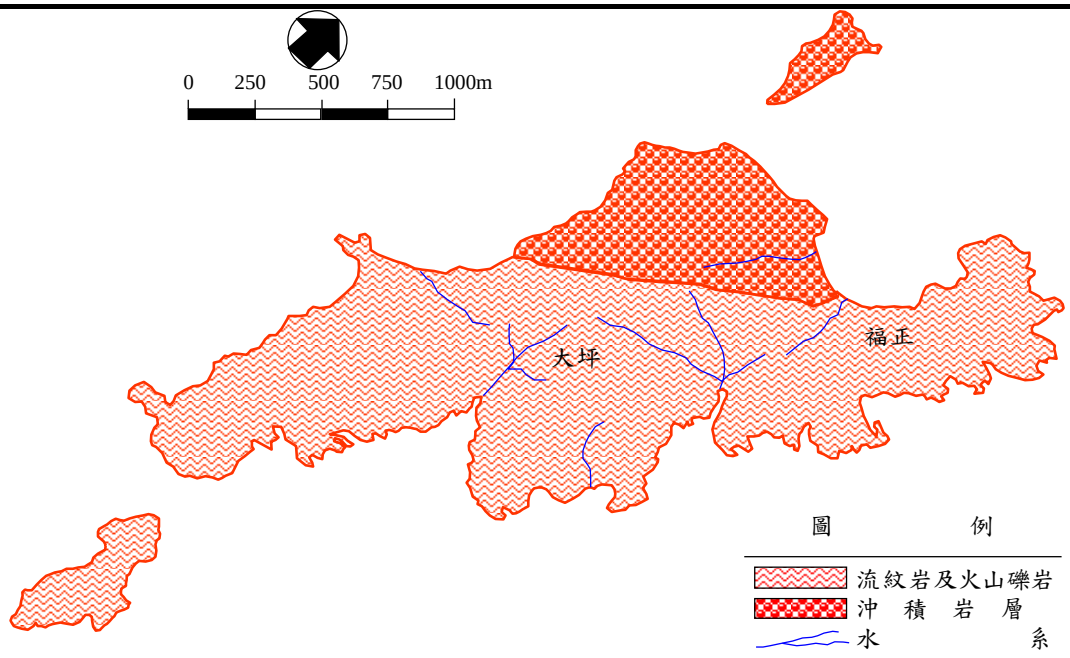
圖 2-9　北竿地區地質圖

由現地量測岩體之不連續面（節理面）進行等密度投影分析顯示，北竿地區之不連續面位態分別為 N40˚-50˚E/80˚-90˚，N40˚-60˚W/80˚-90˚與 N10˚-20˚E/20˚W，前二者屬於高角度共軛節理組，其中之北東向節理組並遭受後期之中至基性火成岩體入侵。

3、東莒地區

東莒地區岩性以灰黑色之流紋岩為主，岩質堅實緻密，

強度頗高。雖無東莒地區以往之地質鑽探及力學試驗資料可供參考，惟依據以往於地質條件相似之西莒地區所採取之流紋岩試體試驗結果顯示，其主要礦物成分為石英及鉀長石，由於流紋岩中之長石較易風化為黏土，而石英抗風化能力較強，故東莒地區表土及沖積層均以石英砂或砂質黏土等為主，連江縣政府於民國 82 年所作之東莒地區地質圖如圖 2-10 所示。



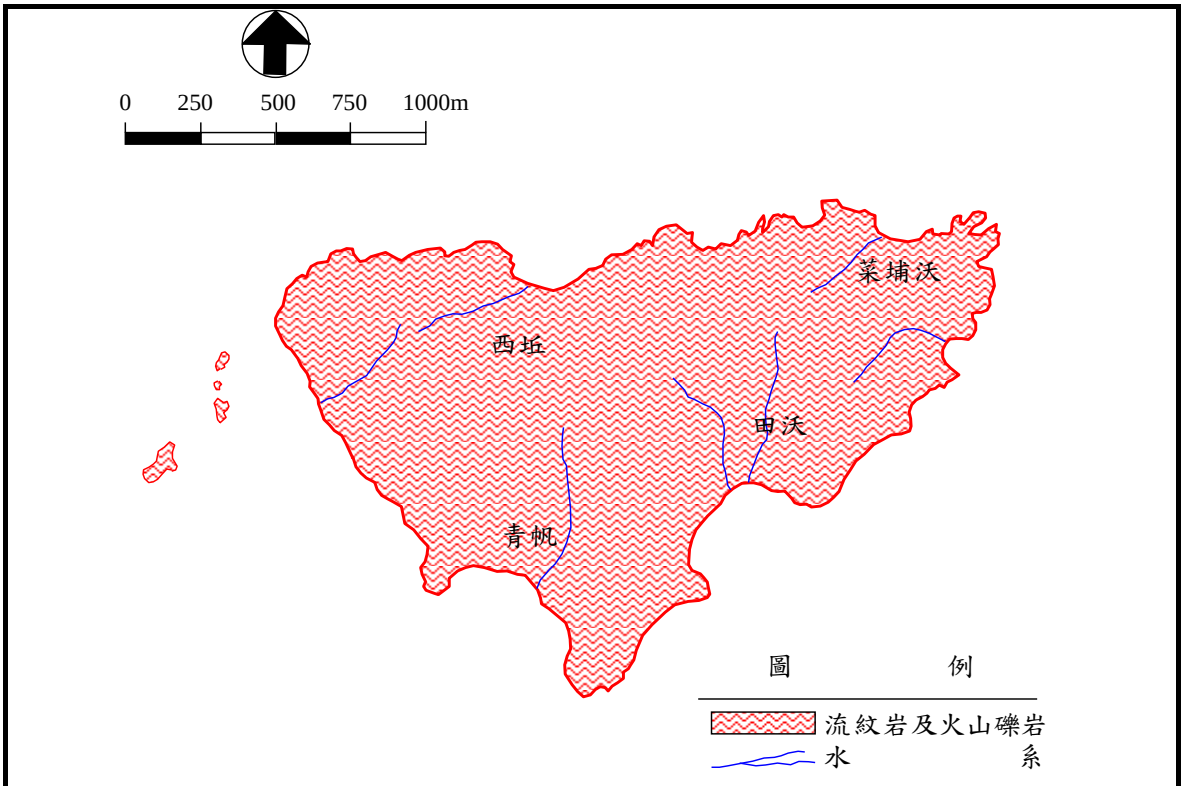
資料來源：經濟部水資源統一規劃委員會「馬祖地區水資源勘查報告」，民國 82 年

圖 2-10　東莒地區地質圖

本島之不連續面經由等密度投影分析顯示，主要節理組有二組，其位態分別為 NS/90°與 EW/70°-90°。本島另一地質構造為似背斜構造（antiform），背斜軸部在大坪村以東約 500 公尺之教練場可清晰量測，軸面走向呈北 45 度東，傾向東約 80 度，臨近並夾有因褶皺彎曲之剪裂破碎面，此褶皺之成因或與基性火成岩體之入侵與抬舉熔蝕有關。

4、 西莒地區

西莒地區地質條件與東莒地區相同，岩性亦以灰黑色之流紋岩為主，岩石質地堅實緻密，強度頗高，依據西莒地區之流紋岩試體試驗結果顯示，其抗壓強度約 1,750 至 3,140 kg/cm^2，由岩相分析結果得知其主要礦物成分為石英及鉀長石。由於流紋岩中之長石較易風化為黏土，而石英抗風化能力較強，故西莒地區之表土及沖積層均以石英砂或砂質黏土等為主。就前人現地觀察結果顯示，西莒地區大部份地區多有岩盤出露，即使為表土覆蓋，亦多為 1 至 2 公尺之淺覆蓋層，覆蓋土局部呈現紅土化現象。連江縣政府於民國 82 年所作之西莒地區地質圖如圖 2-11 所示。本島之不連續面經由等面積投影分析顯示，主要不連續面有二組，其位態分別為 NS/90°，N70E/60°-90°。



資料來源：經濟部水資源統一規劃委員會「馬祖地區水資源勘查報告」，民國 82 年

圖 2-11 西莒地區地質圖

5、東引地區

過往研究並無地質圖可供參考，以往研究皆描述東引地區的岩性以花崗岩為主，局部為表土覆蓋，但依據近期的野外調查顯示（2009，許明陽、林明聖，馬祖列島東引鄉地質地形初探），東引的岩石應以中生代的花岡閃長岩、閃長岩、輝長岩等深層岩為主。閃長岩屬於中性火成岩，化學成分與安山岩相同，礦物組成以石英、長石、角閃石、輝石等為主，為酸性岩移化為基性岩之過渡岩，亦即介於花崗岩和玄武岩的中性火成岩。常呈斑狀岩理，其所含的斑晶常為斜長石，顏色較花崗岩類為深，佔了全鄉面積 90%以上，為構成東引的主要岩石。

東引地區位於閩東變質岩帶北段，其構成基盤的花崗閃長岩、閃長岩、輝長岩等岩石，除東澳地區及西引島西北部海岸呈斑狀組織的斑狀微晶花崗岩及細粒花崗岩岩脈外，許多岩脈由深色的玄武岩與中性的安山岩所組成，為來自島弧或造山帶範圍內的岩漿所成。配合福建沿海地質，可知外海島嶼的晚白堊紀花崗岩類岩石正處於中國東南大陸邊緣由後造山運動轉為張裂的構造環境。

四、土地利用

(一)南、北竿地區

表 2-2 為南、北竿土地利用統計表，南竿地區總面積 1,191.36 公頃之土地中，土地使用分區佔 948.19 公頃，佔 79.59%，其中以保護區為大宗，面積達 648.64 公頃；住宅及商業區所佔比例很少，其他公共設施為 209.00 公頃。

北竿地區總面積 770.52 公頃之土地中，其使用現況仍以土地使用分區為主，面積約 658.72 公頃，佔 85.49%，其中亦以

保護區為大宗，面積達 528.15 公頃；至於公共設施用地（98.41 公頃）及道路用地（13.39 公頃）。

表 2-2　南、北竿地區土地利用統計表

單位：公頃

分區		南竿地區		北竿地區	
		面積(公頃)	比例(%)	面積(公頃)	比例(%)
土地使用分區	住宅區	30.95	2.00	16.80	2.18
	商業區	3.81	0.32	1.90	0.25
	農業區	9.64	0.81	4.25	0.55
	古蹟保存區	2.45	0.21	0.34	0.04
	聚落保存專用區	1.40	0.12	1.74	0.23
	風景區	115.72	9.71	27.78	3.54
	宗教專用區	0.01	0.00	—	—
	漁會專用區	0.12	0.01	—	—
	特定目的事業專用區	1.61	0.14	0.08	0.01
	倉儲區	0.85	0.07	—	—
	保護區	648.64	54.45	528.15	68.59
	近岸遊憩區	115.53	9.70	72.38	9.40
	海上養殖區	17.46	1.47	5.30	0.69
小計		948.19	79.59	658.72	85.48
公共設施用地		209.00	17.54	98.41	12.78
道路用地		34.17	2.87	13.39	1.74
總面積		1191.36	100.00	770.52	100.00

資料來源：經濟部水利署水利規劃試驗所「離島地區中長程供水檢討規劃」，民國 99 年

(二)東、西莒地區

由表 2-3 可知莒光地區所佔面積比例最大為保護區，占總面積之比例高達 80.54%（425.56 公頃），主要分布於沿海岸線；一般使用區則集中於東莒之青帆村、田沃村與西莒之東犬山附近；服務設施區與遊憩區分布於福正與大埔周圍，雖保護區占 80.54%，但並未劃設風景區。

表 2-3　莒光地區土地利用統計表

分區		東莒地區		西莒地區		莒光地區	
		面積(公頃)	比例(%)	面積(公頃)	比例(%)	面積(公頃)	比例(%)
土地使用分區	住宅區	3.12	1.14	5.27	2.06	8.39	1.59
	商業區	0.29	0.11	0.40	0.16	0.69	0.13
	農業區	1.12	0.41	1.32	0.52	2.44	0.46
	古蹟保存區	1.12	0.41	0.00	0.00	1.12	0.21
	聚落保存專用區	2.46	0.90	0.00	0.00	2.46	0.47
	宗教專用區	0.02	0.01	0.05	0.02	0.06	0.01
	汽車保養專用區	0.00	0.00.	0.46	0.18	0.46	0.09
	倉儲區	0.18	0.07	0.00	0.00	0.18	0.03
	保護區	228.41	83.81	197.15	77.05	425.56	80.54
	近岸遊憩區	19.61	7.19	2.81	1.10	22.42	4.24
小計		256.33	94.05	207.47	81.07	463.80	87.77
公共設施用地		7.57	2.78	39.63	15.49	74.20	8.93
道路用地		8.64	3.17	8.77	3.43	17.41	3.29
總面積		272.54	100.00	255.86	100.00	528.40	100.00

資料來源：經濟部水利署水利規劃試驗所「離島地區中長程供水檢討規劃」，民國 99 年

莒光地區風景特定區計畫已於民國 90 年完成，其範圍包括西莒島、東莒島及海域，並將莒光鄉青帆村原有都市計畫範圍一併納入，計畫面積為 528.40 公頃，其中東莒為 272.54 公頃、西莒為 255.86 公頃。東、西莒地區之土地使用分區中均以保護區所占比例最高，分別為 83.81%與 77.05%，其次分別為公共設施用地、近岸遊憩區與道路用地。

(三)東引地區

東引地區之土地使用分區中以保護區所占比例最高，為 77.05%，其次分別為公共設施用地、生態保護區與道路用地。東引地區土地使用的統計情形詳表 2-4 所示。

表 2-4　東引地區土地利用統計表

分區		面積(公頃)	比例(%)
土地使用分區	住宅區	4.88	1.10
	商業區	2.15	0.49
	農業區	8.51	1.92
	古蹟保存區	0.65	0.15
	酒廠專用區	1.04	0.24
	宗教專用區	0.05	0.01
	生態保護區	27.94	6.31
	保護區	341.14	77.05
	小計	386.38	87.27
公共設施用地		43.78	9.89
道路用地		12.58	2.84
總面積		442.73	100.00

資料來源：經濟部水利署水利規劃試驗所，離島地區中長程供水檢討規劃，民國 99 年

五、社經文化

(一)人口發展

馬祖地區位於閩江口，居民多自福建沿海遷徙而來，姓氏、語言、宗教、禮俗等均與中國大致相同，人口聚居村落大都分佈於沃口，住民包含當地居民與駐軍。人口數自民國 37、38 年後，因大陸人口遷入而逐年增加，民國 60 年達最高峰 17,088 人，其後由於居民遷台就業或就學，人口呈負成長。

根據民國 45 年以來馬祖地區人口統計資料顯示（附表 3、圖 2-12），馬祖地區人口於民國 60 年時達 17,088 人，為馬祖地區人口成長的巔峰期，年平均成長率 2.89%（民國 45~60 年）。此後即呈現持續性之人口負成長現象，主要原因包括生活水準較低、工作機會少及謀生困難等，致人口持續遷出，年平均成長率-5.83%（民國 61~80 年），至民國 80 年後始趨於緩和，民國 81~90 年人口略為成長，年平均成長率為 3.48%；民國 91~100 年後人口成長漸趨於緩和，年平均成長率為 1.23%；民國 101

年人口年成長率為 10.65%，民國 102 年後人口年成長率亦有 7.03%，普遍認為是因民國 101 年 7 月份博奕公投前民眾欲參與投票而遷籍回馬祖及通過後預期的相關福利措施之誘因，使得有意願將戶口遷入馬祖的人數增加，導致近兩年人口數上升幅度較大。

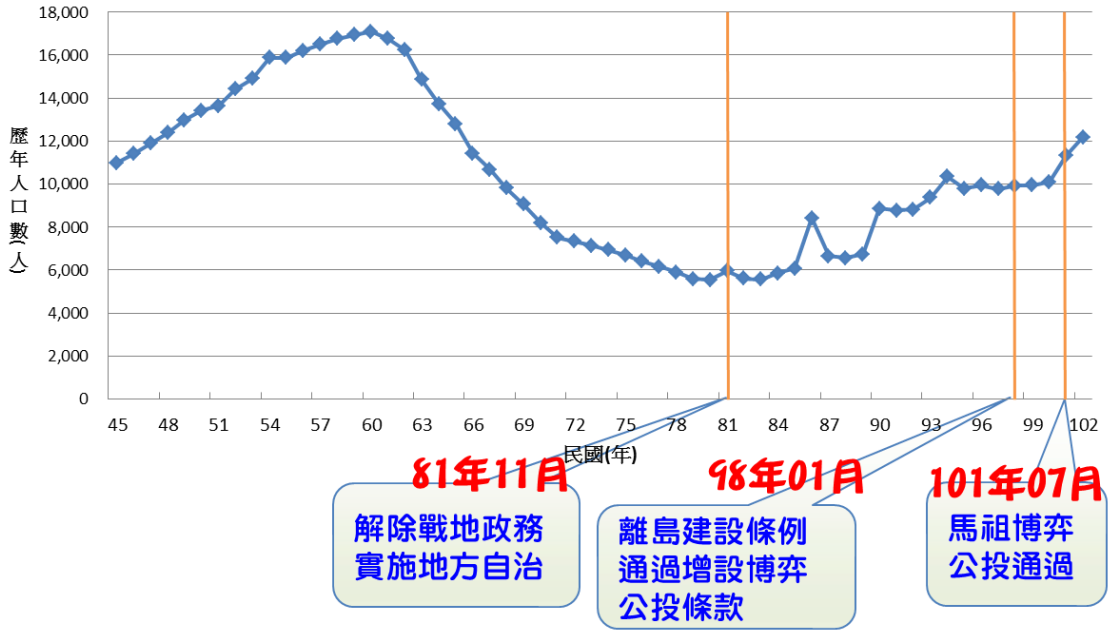


圖 2-12　馬祖地區民國 45~102 年人口成長圖

另外，以行政區域區分時，依據民國 102 年馬祖地區各鄉人口數統計表（詳圖 2-13）中可知，南竿鄉是馬祖地區人口數目最多的地區，佔整個馬祖地區人口總數的 59.91%，其次則是北竿鄉，其人口總數約佔

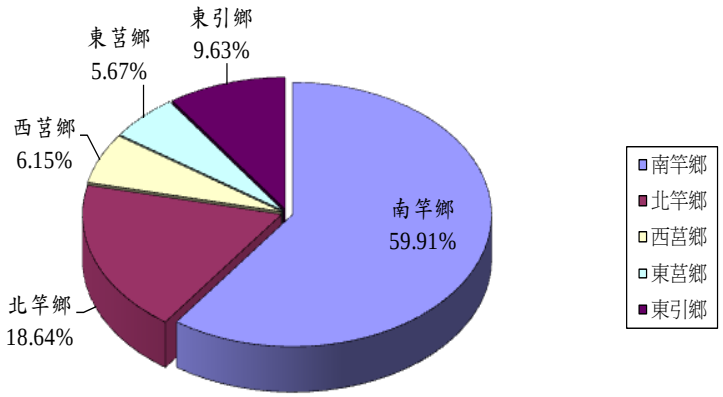


圖 2-13　馬祖地區各鄉民國 102 年平均人口分佈比例圖

18.64%。

(二)產業與觀光旅遊發展

1、 產業發展

馬祖地區受自然環境與地形限制，可供耕作農牧用地甚少。另因軍事陣地或防禦工事遍佈，也限制地方經濟發展，更因工作機會匱乏致人口外流，基於前述各項因素影響，馬祖地區民生用品多由台灣本島輸入，且因市場小、運輸不便等影響，致二級產業之工業、製造業等均日趨減少。有關第三級產業發展方面，因開放觀光後所引進觀光人口之強大消費需求，為第三級產業中服務業之發展提供了大量就業機會。

另因駐軍人數影響，商業及服務業占總就業人口數最大比例，製造業受資源及環境限制不甚發達，由民國 80 年統計家數為 55 家演變至民國 102 年為 24 家可得知。

農牧業方面，因各島土地貧瘠、雨量少、季風強勁等不利因素並不發達，以副食品為主，不生產水稻。濱海地區雖為優良漁區，但因為軍事要地，且居民人口漸減，人力缺乏，至漁業逐漸沒落，現以漁撈業及養殖業為主。至於工業則多為小型民生基本工業，主要以酒廠、魚產家工廠為主，並無發展工業之條件。

根據馬祖地區各級產業人口統計，馬祖地區之經濟型態由農漁業轉為商業及服務業，因大陸漁民越區捕魚日益嚴重且使用違法炸魚等方式破壞漁業資源之行為目前僅剩部分磯釣客與零星漁船近海捕撈，產值較低。

此外，在工業發展方面則多為小型之民生工業，主要以酒廠、魚產加工廠及發電廠為主，近年來工廠有逐年減少之勢。附表 4 為馬祖地區各業別商店家數統計表，民國 98 年

前各產業大致上為持平現象，民國 99 年後批發及零售業數及其他服務業數有所降低，不動產及租賃業則略為提高。

2、觀光旅遊人口與成長狀況

馬祖地區過去於戰地政務期間，基於國防及軍事安全之考量，禁止任何觀光旅遊活動，對於列島以外之地區人士採取管制，故其觀光活動僅限於特定團體（多屬軍方邀訪）為主。近年來隨著戰地政務解除後及開放金馬觀光措施，其觀光活動亦伴隨著不同旅客團體屬性有所變化。現階段因網路通訊發達，交通運具選擇之限制、及既有服務設施等狀況，其客層屬性包括：

(1)專門釣魚團體：多為有同好之小團體，平均約 8 人，主要活動為釣魚並附帶觀光，並以東引為主要訴求，停留時間約 7~10 日，住宿則以各島民宿為主。

(2)探訪親友團體：以馬祖地區本地外移人士為主，伴隨並帶領親友來馬探訪，平均約 4~6 人，多以乘車參觀已開放之景點為主，停留時間約 7~10 日或 3~5 日不等，住宿則以當地親友家為主。

(3)旅行團：隨著空運通航後，漸有旅行團以南、北竿為主，進行旅遊活動，多屬 9~16 人之職業團體或特殊團體，停留時間約 3 日，住宿則以旅館為主。

在旅遊人口方面，依據交通部觀光局馬祖國家風景區管理處（表 2-5 及圖 2-14）統計民國 87~102 年觀光人數，除民國 89 年為負成長外，年旅遊人口數逐年提高，民國 94、95 年遊客量則稍有減少，於民國 96、97 年又呈小幅成長。以民國 98 年之觀光人數最多，觀光人口數為 86,082 人次，民國 99 年觀光人口數略降後民國 100 年至今觀光人口數持

續上升，至民國 102 年 12 月底觀光人次首次突破 10 萬人，為 106,635 人次，其年平均成長率為 8.23%。

民國 90 年 11 月啟動 56 人座飛機，民國 92 年 1 月南竿機場啟用，民國 93 年 10 月加飛台中、高雄航線，均可看出馬祖觀光發展有日漸蓬勃之趨勢。附表 5 為民國 87~102 年馬祖地區各月份旅遊人口統計，可知其旅遊人口並無明顯淡旺季的區別。

表 2-5　馬祖地區民國 87~102 年旅遊人口統計表

年別（民國）	合計	增減數	成長率（%）	年平均成長率（%）
87	21,671	—	—	—
88	47,995	26,324	54.85%	8.23%
89	39,992	-8,003	-20.01%	
90	48,398	8,406	17.37%	
91	56,879	8,481	14.91%	
92	64,694	7,815	12.08%	
93	81,273	16,579	20.40%	
94	80,672	-601	-0.74%	
95	71,998	-8,674	-12.05%	
96	75,984	3,986	5.25%	
97	80,605	4,621	5.73%	
98	86,082	5,477	6.36%	
99	80,931	-5,151	-6.36%	
100	98,247	17,316	17.62%	
101	99,950	1,703	1.70%	
102	106,635	6,685	6.27%	

資料來源：交通部觀光局馬祖國家風景區管理處

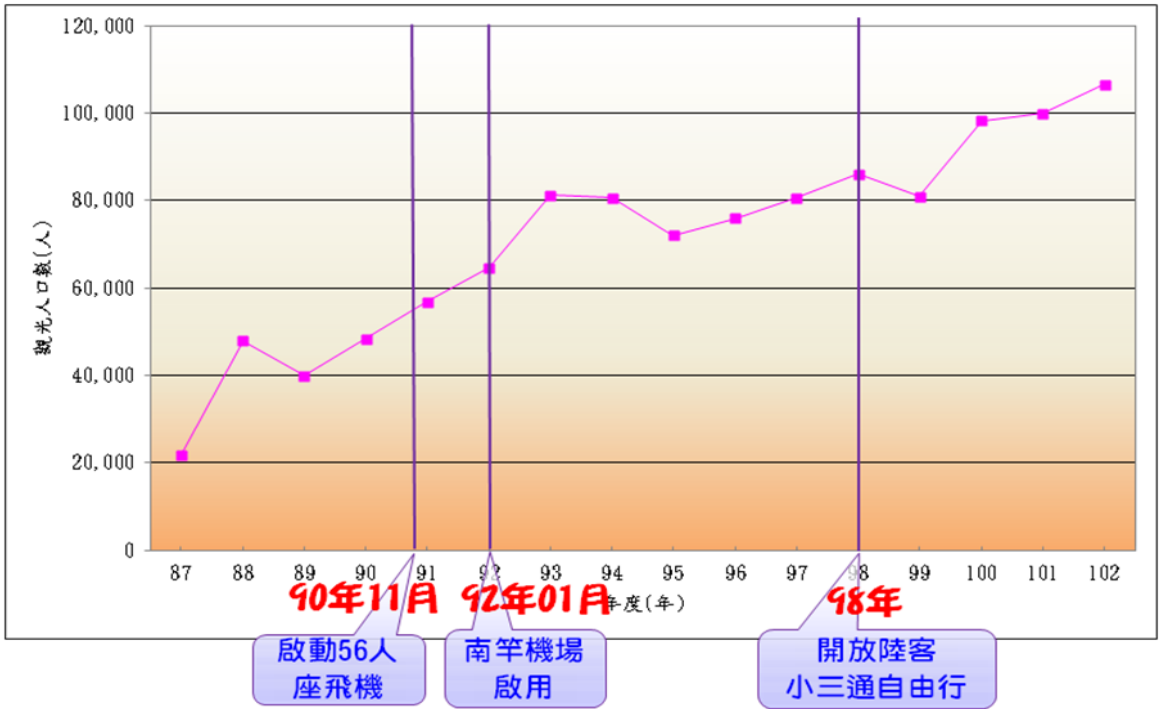


圖 2-14　馬祖地區民國 87~102 年旅遊人口成長趨勢圖

3、觀光遊憩與旅遊型態

馬祖地區之觀光遊憩資源主要係以海域及曲折多變之海岸地形、特殊之歷史脈絡建構其獨特之旅遊資源，然隨著國民旅遊型態之轉變及縣府積極推動觀光事業，並規劃各鄉特有觀光景點及海釣與近岸海域遊憩活動區域等，民國 98 年更配合「推動地方型企業 ICT747 飛鷹計劃」，推動「逍遙卡蹓．馬祖卡讚」之食住育樂等系列活動，不僅推薦各鄉村之特色聚落，還策劃各釣魚主題之旅、馬祖 4 日攻略路線、馬祖南北竿 3 日攻略路線、馬祖南北竿 2 日攻略路線深度之旅、馬祖東引磯釣之旅等趴趴走路線以便遊客採用，且因網路發展迅速，馬祖的旅遊資訊及交通資訊較易往年榮易取得，藍眼淚奇景更是近幾年使得觀光客前往馬祖的主要誘因，觀光人口於民國 102 年首次突破 10 萬人次。

六、交通運輸

馬祖地區對外聯繫交通工具主要與航空及船運為主（圖 2-15），島際間則以船運聯繫，而各島間往來均需以南竿島為主要聯絡中心，如北竿與東引之間，無法藉由公共運輸直通，均需以南竿為轉運中心（圖 2-16）。

(一) 空運

馬祖目前擁有兩座國內機場，原北竿機場僅能飛行 19 人座小飛機，後因進行跑道擴建及東移後，大幅改善航空安全且能飛行 56 人座飛機，南竿機場則於民國 92 年開始正式營運啟用。因馬祖聚台灣本島甚遠，基隆至南竿船班耗時約 8 至 10 小時，但因海象因素，船班耗時較難掌握，因此馬祖地區自南竿機場啟用後，對外交通漸以空運為主。

因馬祖兩座機場因條件不足，往年僅能飛行 DASH8-300 的 56 人座螺旋槳客機，國內僅有立榮航空公司有此種機型，但已於民國 103 年 8 月 19 日起正式除役，改由 ATR72-600 型 72 人座螺旋槳客機負責往來馬祖之航線，由臺北松山機場往返北竿或南竿機場，每日合計 10 航班，南竿機場 7 航班，北竿機場 3 航班，航程約 50 分鐘及 60 分鐘。此外每日亦有 1 航班由臺中清泉崗機場往返南竿機場之航線，航程約為 70 分鐘。

空運雖耗時較短且便捷，但南、北竿機場之條件不足，每年春冬交際北風與西南氣流交會影響，導致 2～6 月份為馬祖地區之霧季，機場上空能見度都不佳，期間雖能見度偶有提升，也因雲層高度不足而無法開場。現階段因南竿機場於民國 102 年 7 月 1 日起儀降設備啟用後，大幅降低起降限制，減少機場關閉之機率，且與北竿機場之起降條件接近，亦減少南機北降之機率。

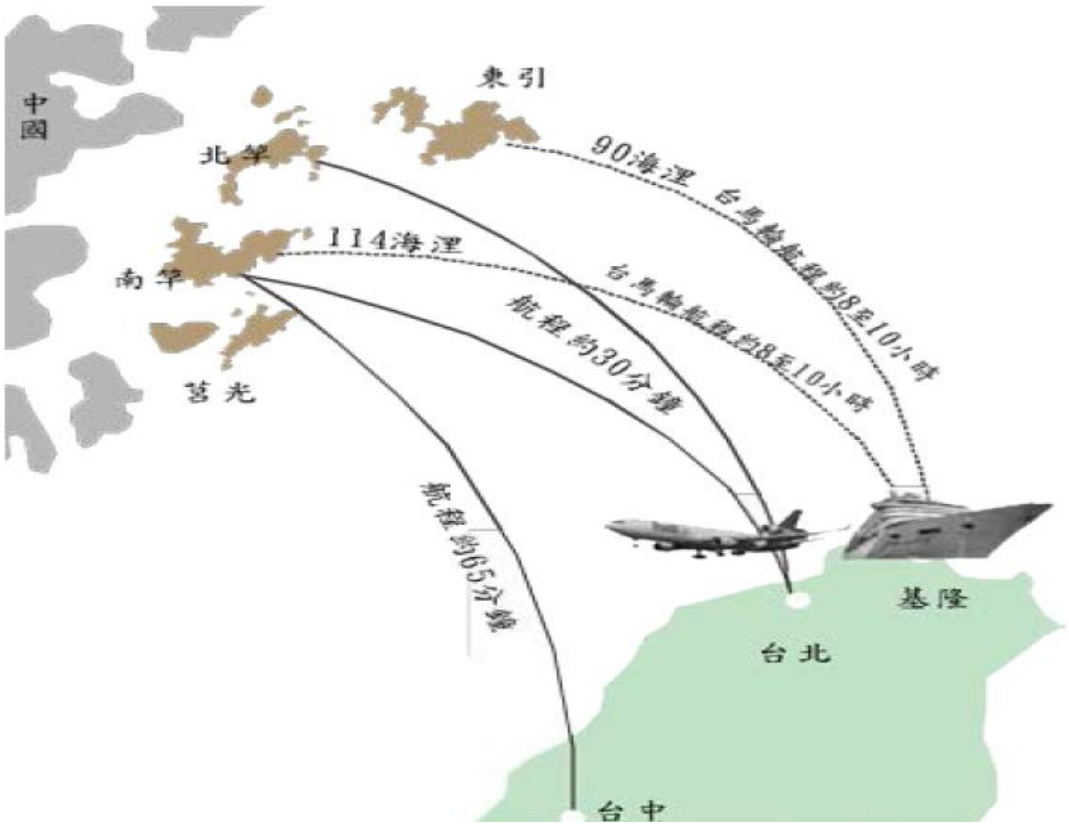


圖 2-15　馬祖聯外交通示意圖



圖 2-16　馬祖島際交通示意圖

(二)船運

1、 馬祖-臺灣

現階段主要由連江縣政府委託新華航業股份有限公司待為營運之臺馬輪負責，固定周二至周日每日往返一航次（歲修或每週一次維修則委由軍方合富輪代航），但因臺馬輪設備因素，無法於十級以上風浪航行，易受氣象因素停航。新華航業公司每月份均會於網頁上提供船期表可供參考（詳附表 6），目前臺馬輪航線有先馬（南竿）後東（東引）、先東後馬及東馬東三種航線等不同順序，航線會因日期、月份、季節進行調度。臺馬輪在民國 74 年建造，至今船齡已超過 25 年，行政院於民國 98 年核定「購建新臺馬輪計畫」命名為臺馬之星，預計於民國 103 年底前營運，舊臺馬輪後續是否能繼續營運以提升馬祖的對外運輸條件則有待進一步之評估。

2、 島際交通

四鄉五島間的交通係以南竿福澳港為島際轉運中心，島際間交通船的需求量極高，南竿與北竿間約每小時 1 班，航行時間約 20 分鐘。南竿與莒光每天 3 班次，航行時間約 55 分鐘。東西莒相互往返每天 4 班次，航行時間約 15 分鐘。開往東引則視臺馬輪的航班調度而異，航行時間約 120 分鐘（附表 7 及圖 2-16）。

3、 兩馬小三通

民國 90 年起，金門、馬祖與對岸的小三通開始實施，開始實現兩岸小規模的通商、通航和通郵，並於民國 97 年通過擴大小三通方案。馬祖地區之小三通串連馬祖福澳港與福建馬尾港，航程為 90 分鐘，現階段係由長億海運公司的

金龍號、大和航業的閩珠 1、2 號及福州程泰船務的安麒輪共同負責兩馬小三通之航線，除空船外，每日一航班往返，上午 9 點 15 分由福建馬尾港開航，下午 2 點由馬祖福澳港返航（附表 8）。

七、水質

(一)南竿地區

圖 2-17 與附錄三為環保署民國 93~103 年南竿各水庫水質監測統計資料。由圖可知南竿地區各水庫的優養化情形多屬於優養的狀態，其中珠螺水庫、津沙一號壩、津沙水庫等則曾有達到超優養（Carlson＞70）的狀態。總有機碳大多超過「飲用水水源水質標準」法規限值（4 mg/L），化學需氧量也常出現超過法規中限定值（25 mg/L），氨氮含量則偶有超過規定之最大限值（1 mg/L）者。

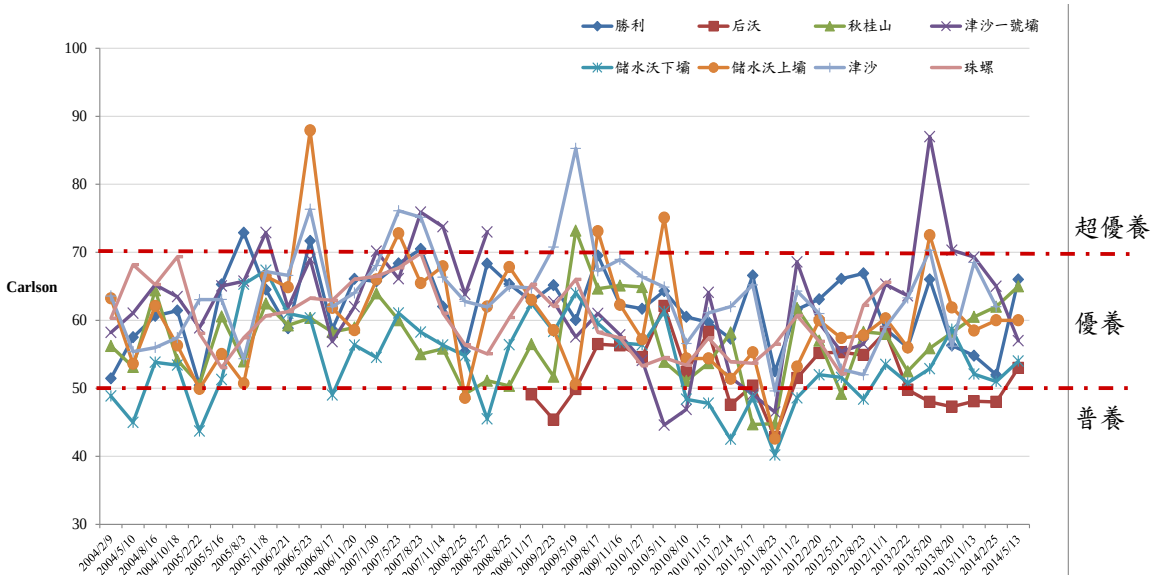


圖 2-17　馬祖南竿地區民國 93～103 年各水庫優養化指數變化

(二)北竿地區

圖 2-18 與附錄三為環保署民國 93~103 年北竿各水庫水質

監測統計資料，惟環保署自 2013 年（民國 102 年）起不再進行午沙、橋仔及中興水庫的水質檢測作業，僅維持坂里水庫之監測工作。而由圖中可知，北竿地區各水庫的優養化情形亦多屬於優養化的狀態，其中又以中興水庫的優養化狀態較差，曾到達超優養的狀態。而在總有機碳的濃度監測結果方面，除橋仔水庫外，其餘三座水庫的 TOC 濃度大部分時間均超過「飲用水水源水質標準」法規限值（4 mg/L）。

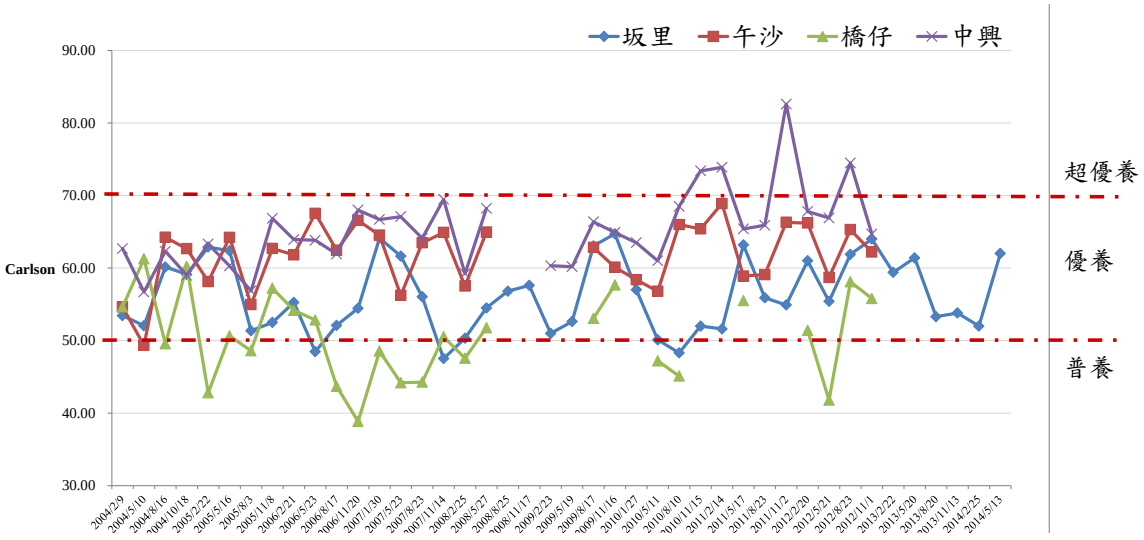


圖 2-18　馬祖北竿地區民國 93～103 年各水庫優養化指數變化

(三) 莒光地區

1、 地下水水質

東莒地區水源目前並不使用地面水，故水質資料中僅有水井水質資料，根據民國 98 年辦理之東莒地區現有水井之地下水水質調查，其檢驗結果詳附表 9 及 10 所示。水質檢驗結果與飲用水水源水質標準相比對，大腸桿菌群密度含量除東莒福正高於規定之最大限值（20,000 MPN/100mL；具備消毒單元者）外，其餘測點均低於標準值，氨氮含量均符合規定（＜1 mg/L）。整體而言，莒光地區地下水質尚可，

惟取作生活飲用水前應再作處理。

2、地表水水質

近年來環保署已在東、西莒地區設立水庫水質監測站，東西莒地區水庫水質監測數據如附錄三所示。惟環保署自2013 年（民國 102 年）起即不再進行東莒福正水庫之水質監測作業。依據環保署民國 93~103 年監測統計資料所得到莒光地區各水庫的優養化指數變化如圖 2-19 所示，東西莒三座水庫亦多呈現優養的狀態，其中又以西莒菜浦沃水庫在2013 年（民國 102 年）11 月曾有較高的優養化狀態出現。

而在其他水質項目部分，總有機碳亦是莒光地區三座水庫主要不符合飲用水水源水質標準的項目。

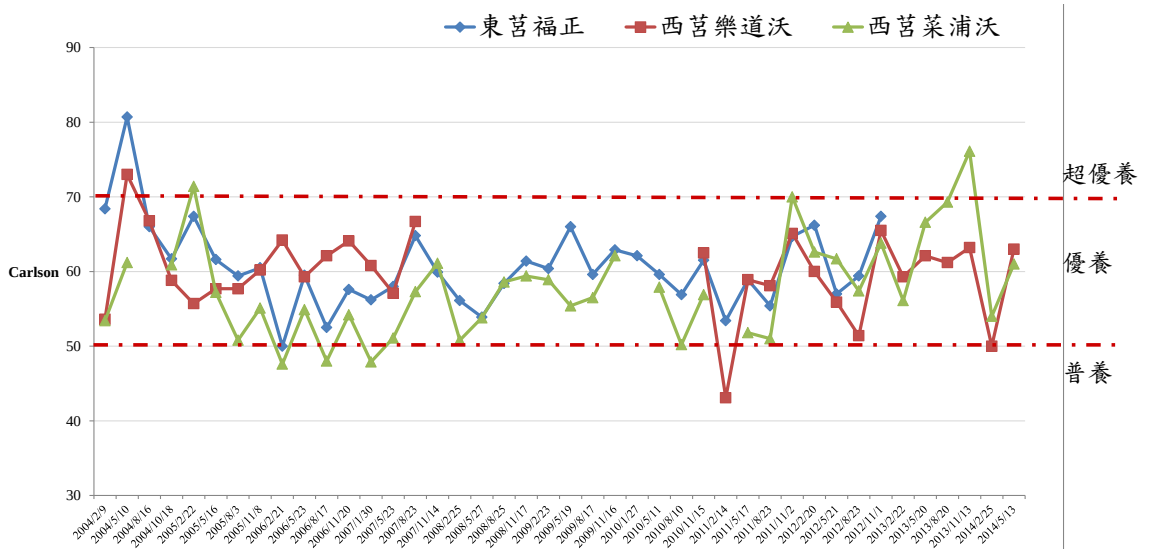


圖 2-19　馬祖莒光地區民國 93～103 年各水庫優養化指數變化

(四)東引地區

環保署近年來針對東湧及紫沃水庫進行監測統計資料如附錄三所示，檢驗結果與環保署頒行飲用水水源水質標準相比對，總有機碳、化學需氧量、氨氮含量偶有最大限值，但近年

發生機率愈趨降低。

且環保署目前僅進行東湧水庫的水質監測作業，依據環保署民國 93~103 年水庫監測統計資料所計算求得之水庫 CTSI 如圖 2-20，可知東引地區水庫的 CTSI 都已超過 50，全部呈現優養化情況，且在 2014 年（民國 103 年）5 月時達到 75 的超優養指數，由檢測結果可知，該月份東湧水庫的葉綠素 A 及總磷濃度皆偏高，故造成優養化指數亦上升。

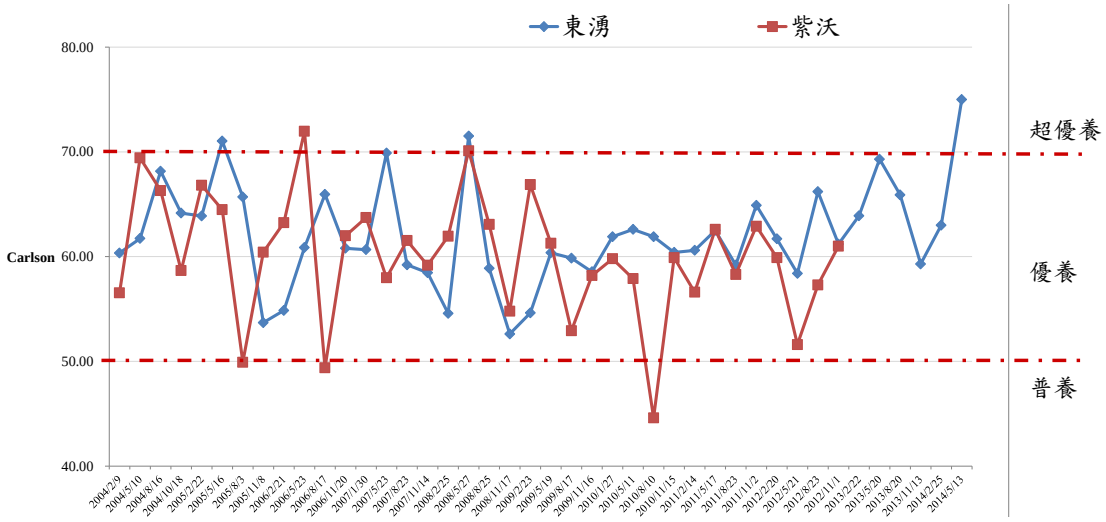
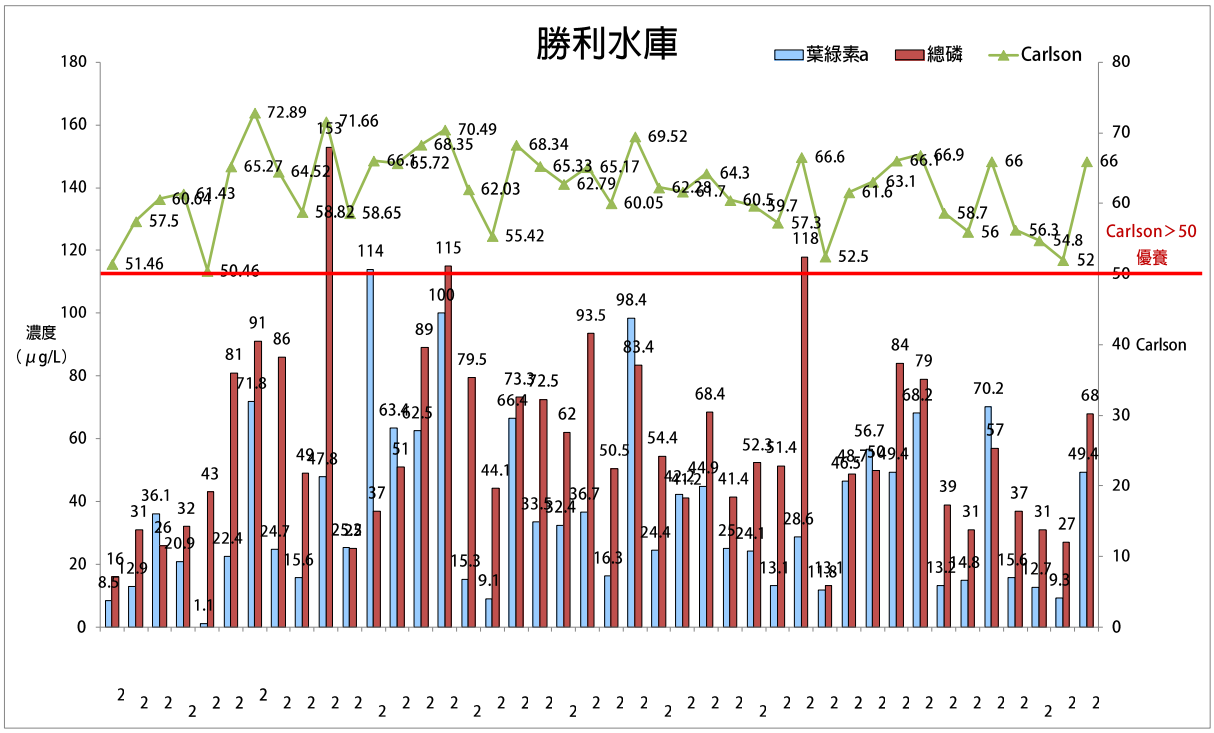


圖 2-20　馬祖東引地區民國 93～103 年各水庫優養化指數變化

5、小結

綜合馬祖地區各水庫歷年水庫水體水質資料可知，馬祖地區多數水庫均呈現優養化現象，若將各水庫歷年優養化指數與水庫中葉綠素 A 及總磷濃度進行分析時可發現，南竿地區水庫中優養化指數主要受到總磷濃度影響較大。以勝利水庫為例，民國 101 年進行湖庫浚渫（底泥挖除）後，水質改善較明顯（詳圖 2-21），惟依民國 103 年 5 月監測資料顯示，水質又變差（優養化指數由 52 增加至 66），初步探討其原因可能為湖庫小，上游污水截留不足及湖庫底泥影響。



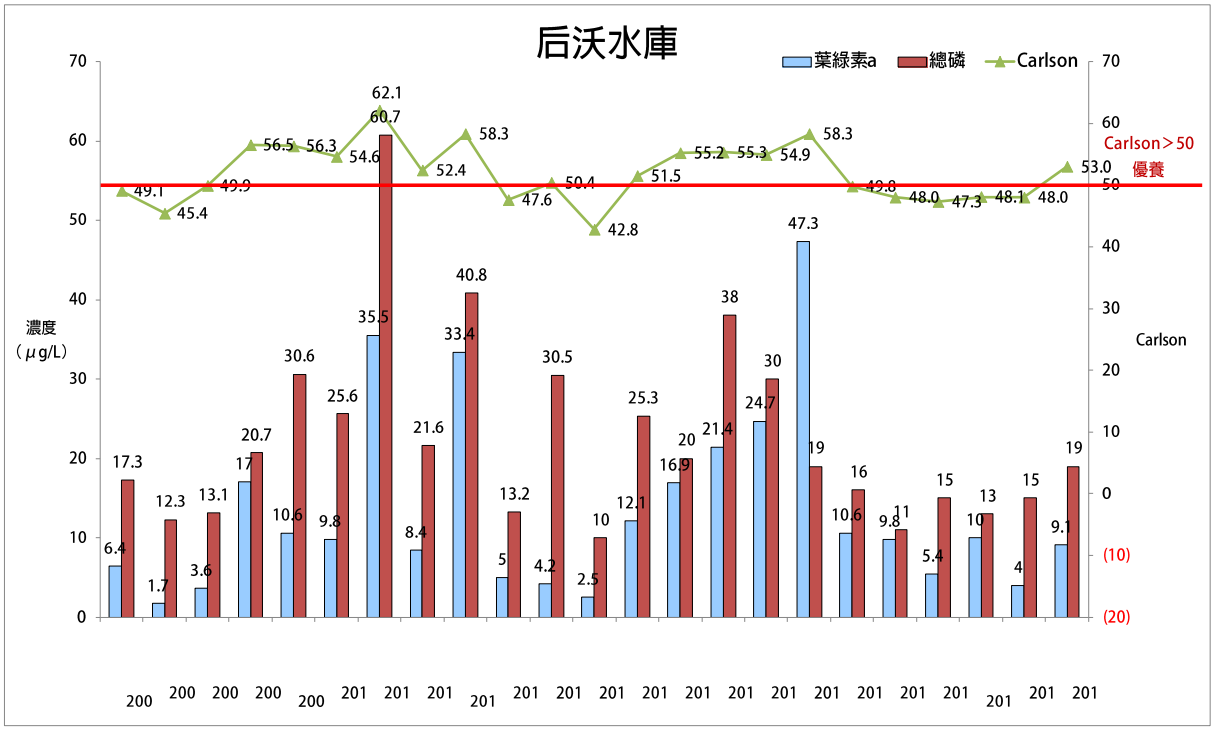
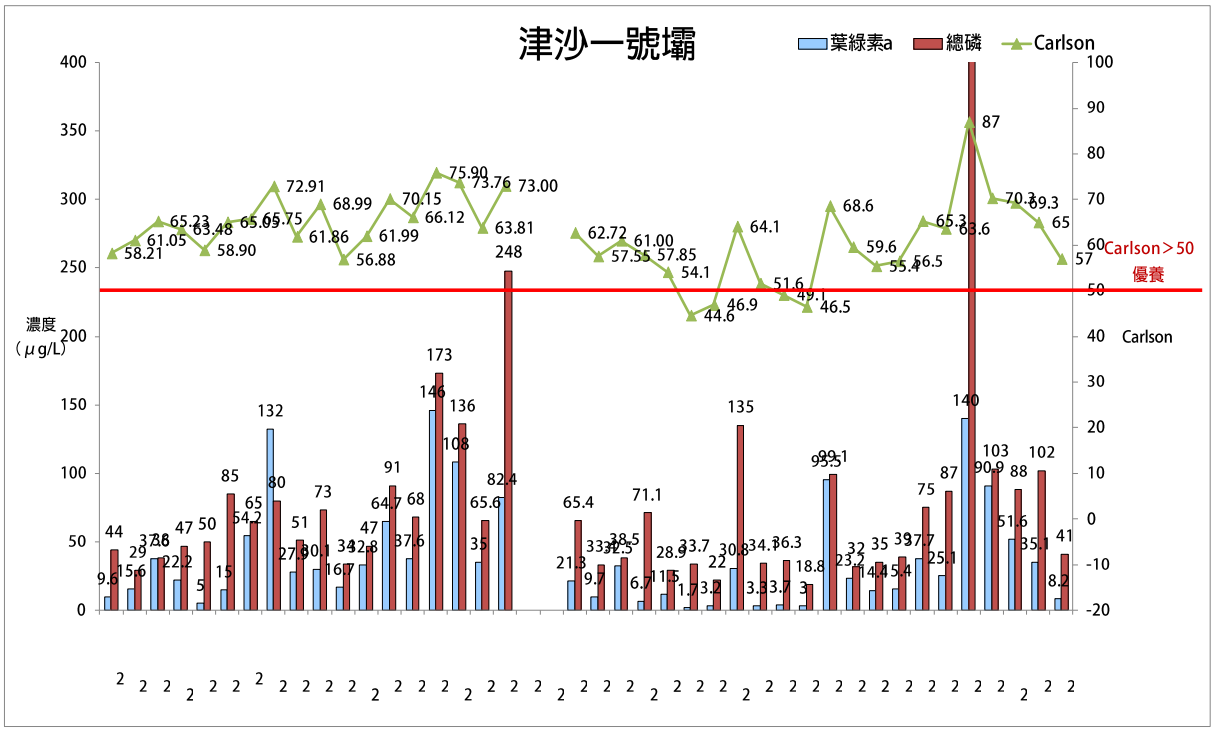


圖 2-21　馬祖南竿各水庫葉綠素、總磷與優養化指數關係圖(1/4)



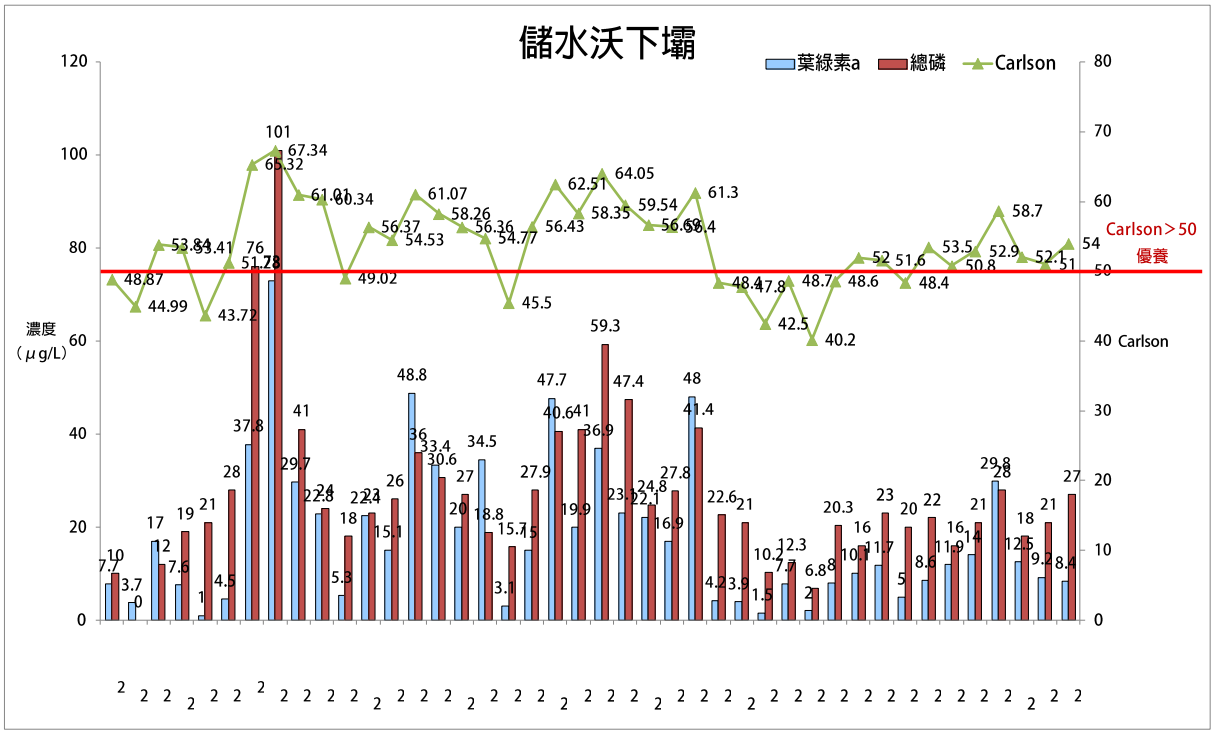
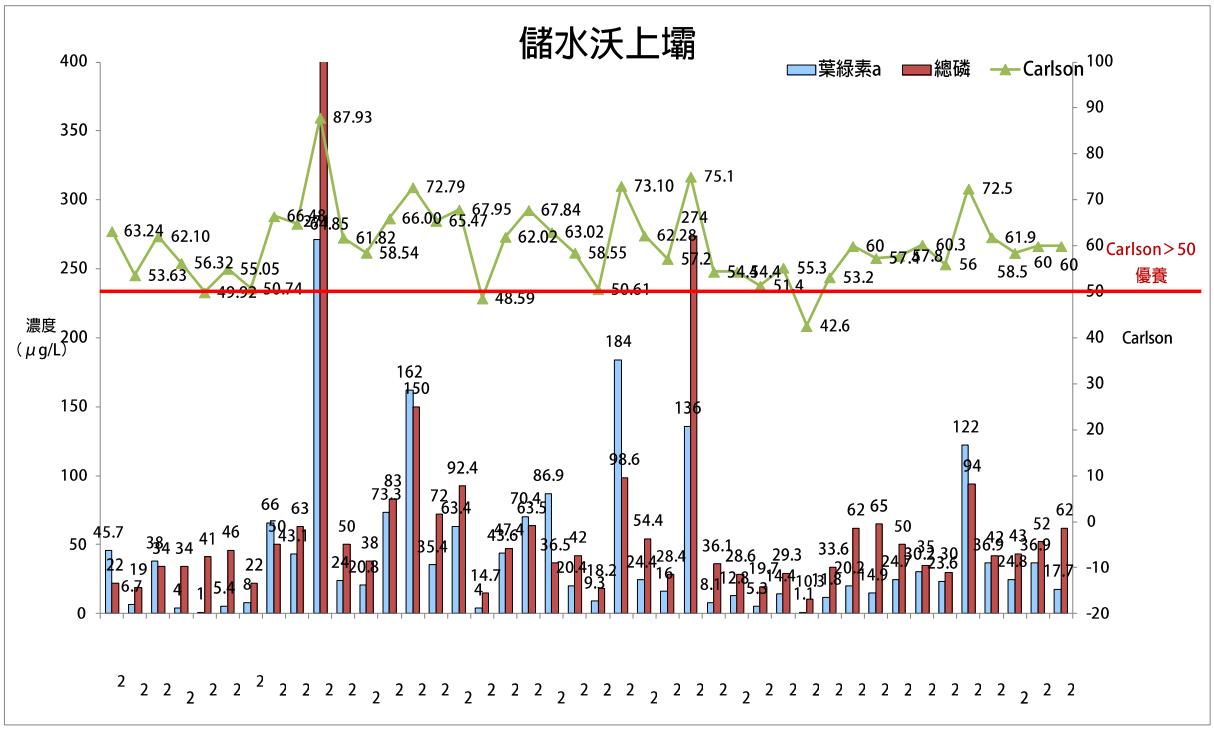


圖 2-21　馬祖南竿各水庫葉綠素、總磷與優養化指數關係圖(2/4)



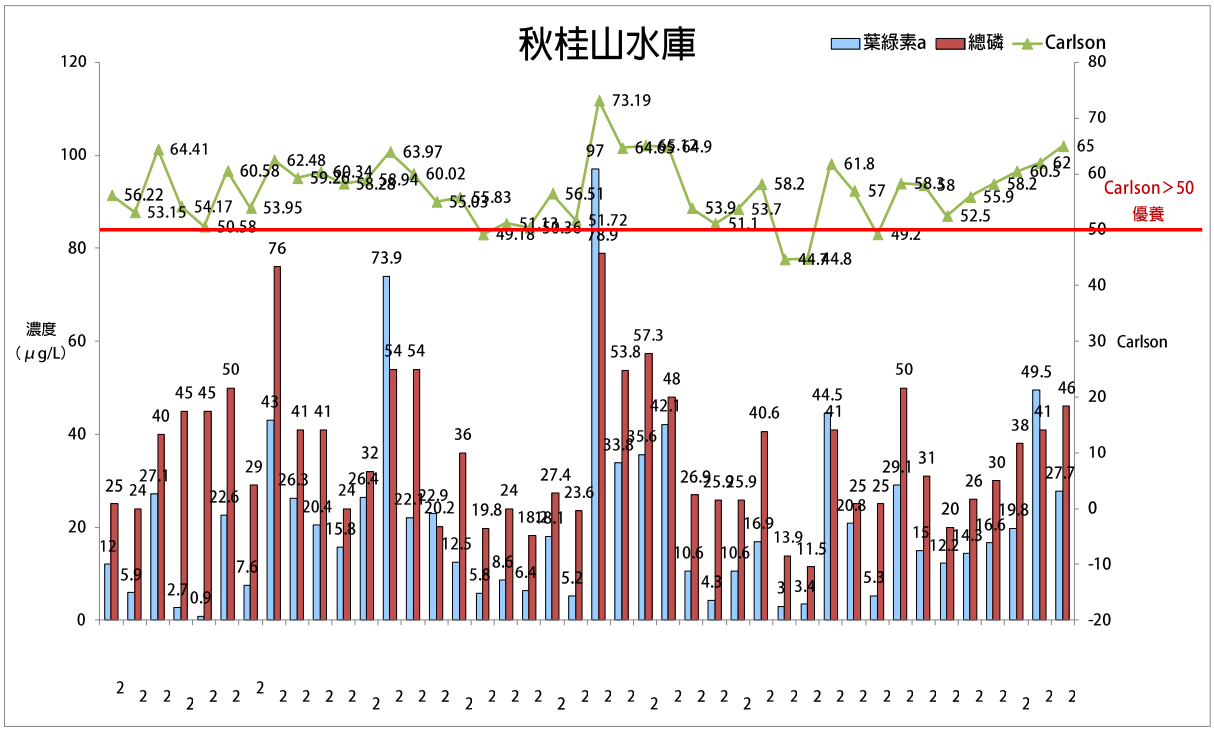


圖 2-21　馬祖南竿各水庫葉綠素、總磷與優養化指數關係圖(3/4)

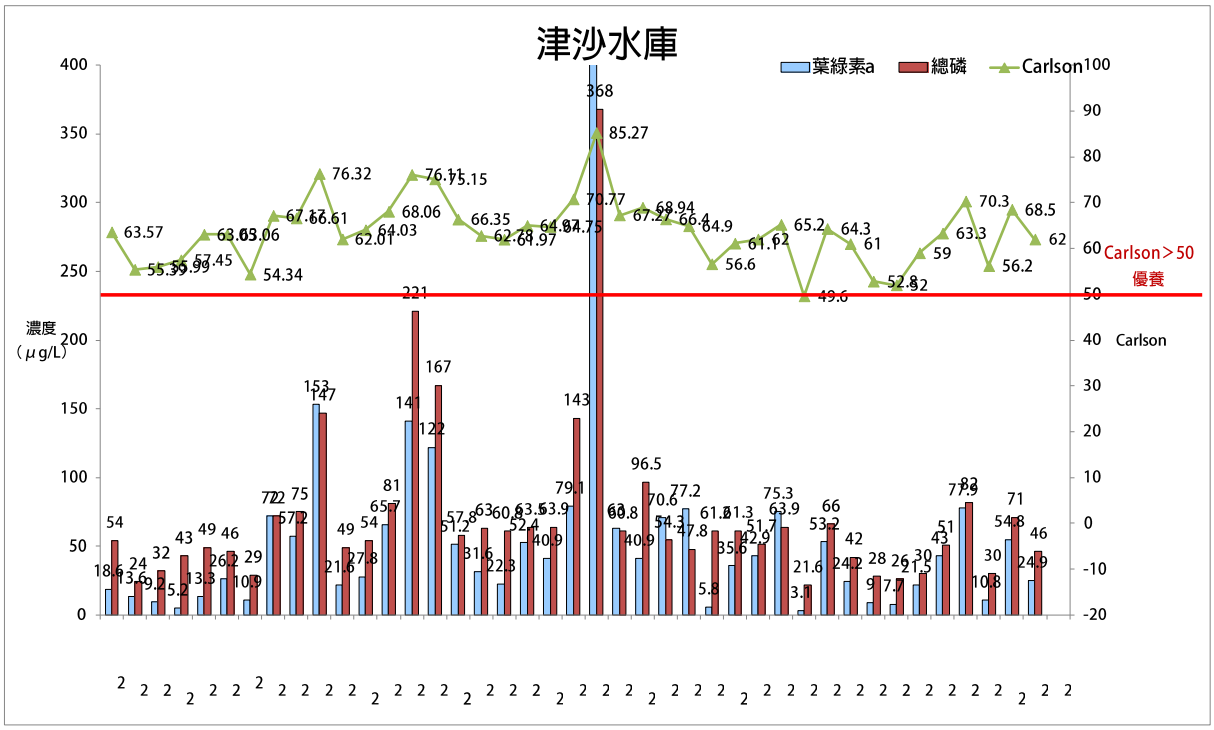


圖 2-21　馬祖南竿各水庫葉綠素、總磷與優養化指數關係圖(4/4)

此外，由環保署之監測資料顯示，后沃水庫水體中的導電度有明顯上升趨勢（如圖 2-22 所示），另比較湖庫水位與導電度之關係，在后沃水庫第一次滿庫時（民國 99 年），導電度已明顯下降至 655 μmho/cm，但隨著湖庫水位下降，導電度已隨著提升（民國 101 年 1 月），第二次滿庫時（民國 101 年 5 月），導電度則下降較不明顯，之後隨著水位降低，導電度則一路攀升至 3,620 μmho/cm。

依「后沃水庫初次使用安全評估報告書」(連江縣政府；民國 101 年 2 月)報告中針對導電度問題摘述該報告結論與建議如下:「后沃水庫民國 100 年導電度、總溶解固體檢測值偏高現象，應非其他污染源流入所致，除可能為地區特性外，馬港鞍部培厚基腳含鹽量較高土壤為其主因，由於該處

土壤含鹽量仍高，預期再次滿庫經第二次蓄水洗鹽後，導電度、總溶解固體檢測值可望恢復正常。建議持續辦理水庫水質檢測工作。」，惟第二次滿庫後，導電度仍無法降低，且有增高趨勢，相關原因建議另案辦理並詳細調查與檢討，以利后沃水庫水源能充分利用。

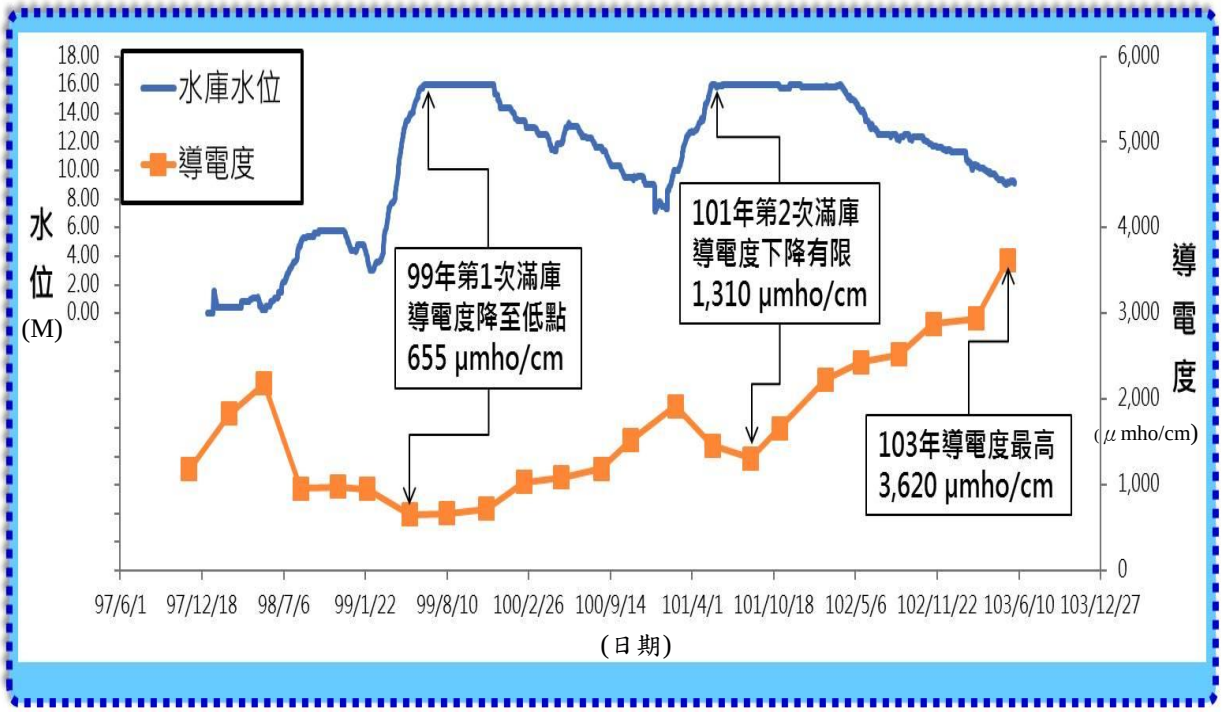


圖 2-22　后沃水庫民國 97～103 年導電度與水位變化

環保署自民國 102 年度起於北竿地區僅針對坂里水庫進行水質監測作業，將坂里水庫歷年優養化指數與水庫中葉綠素 A 及總磷濃度進行相互之比對可發現（如圖 2-23 所示），坂里水庫的優養化指數受葉綠素 A 濃度影響較大，葉綠素濃度較高表示水體中藻類繁殖較多。東湧水庫部分（如圖 2-24 所示），則與南竿水庫相似，水庫水體中優養化指數與總磷濃度較相關，當水庫中總磷濃度較高時，優養化情形亦較明顯。

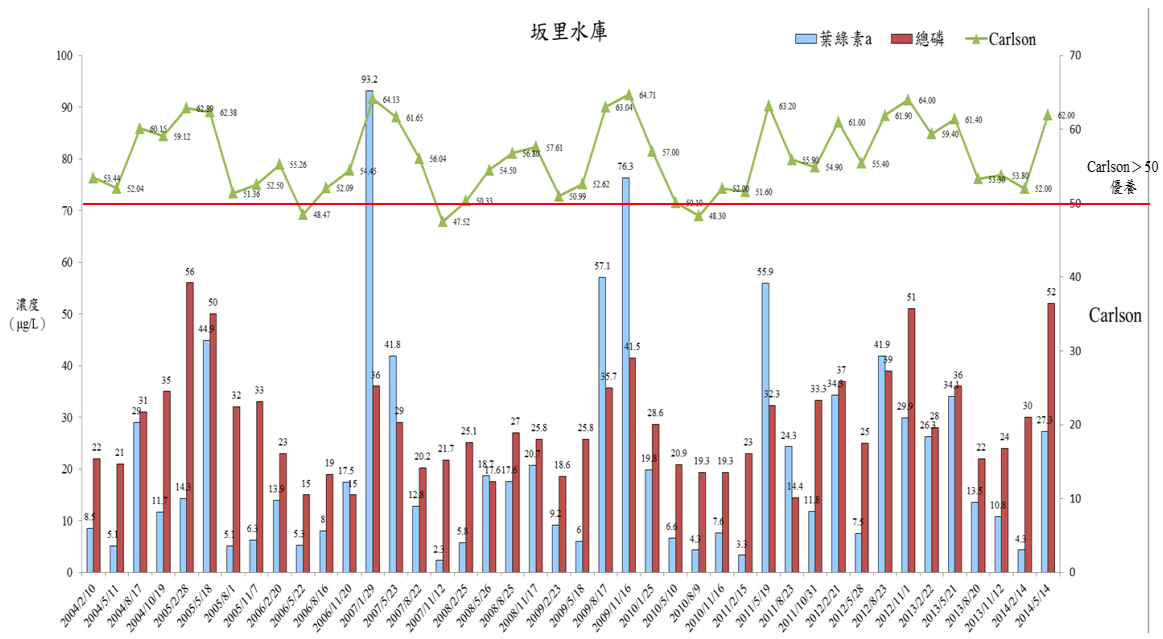


圖 2-23　馬祖北竿坂里水庫葉綠素、總磷與優養化指數關係圖

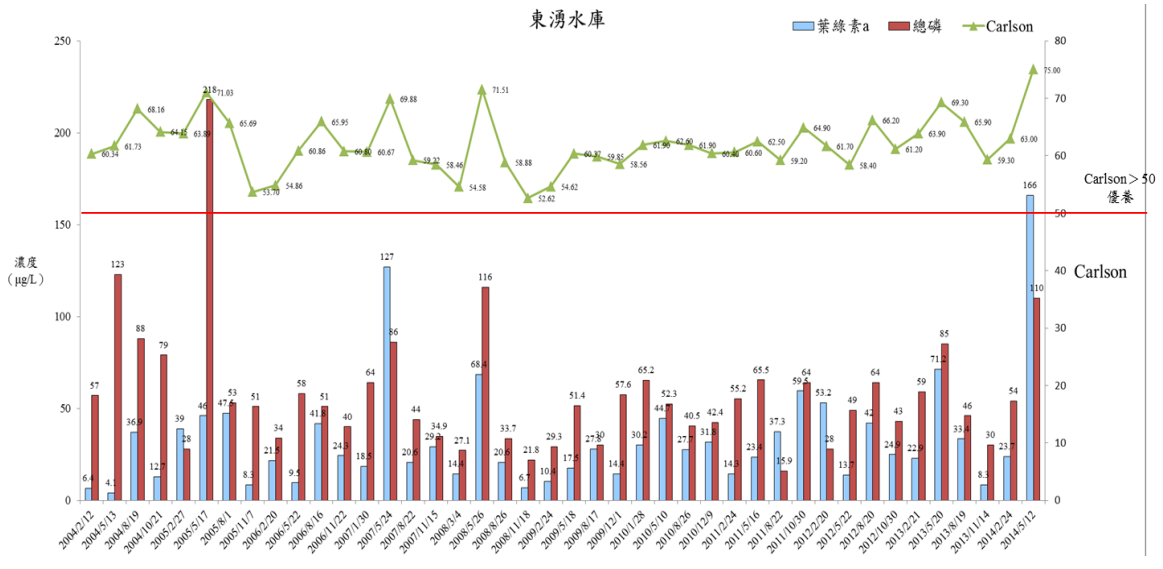


圖 2-24　馬祖東引東湧水庫葉綠素、總磷與優養化指數關係圖

八、淨水場

馬祖地區除東莒僅有大坪村簡易淨水及供水設施，南竿、北竿、西莒、東引等地區共設有 5 座淨水場，其設計出水能力及操作情形如表 2-6 所示。

表 2-6　馬祖地區各淨水場操作營運狀況

淨水場	水源	設計供水量(CMD)	處理流程	現況
南竿-勝利淨水場	勝利水庫、珠螺抽水站	1,900	原水-快混-慢混-沉澱-砂濾-清水	正常運轉
南竿-儲水沃淨水場	津沙水庫、津沙一號壩、儲水沃水庫（含上壩）、秋桂山水庫	1,900	原水-快混-慢混-沉澱-砂濾-清水	正常運轉
北竿-坂里淨水場	坂里水庫	2,400	原水-快混-慢混-沉澱-砂濾-清水	正常運轉
東莒-東莒淨水場	福正寬口井、猛沃寬口井	150	原水-快濾桶-加藥-清水	正常運轉
西莒-西莒淨水場	菜浦沃水庫、樂道沃水庫、地下水井	500	原水-生物硝化-快混-慢混-沉澱-過濾-清水	辦理驗收中
東引-東湧淨水場	東湧水庫	1,600	原水-快混-慢混-沉澱-砂濾-清水	正常運轉

(一)勝利淨水場

勝利淨水場位於南竿鄉，主要處理勝利水庫及珠螺抽水站二處之水源，設計供水量為每日 1,900 立方公尺，供應南竿東半部包括珠螺、仁愛、清水、福沃、介壽及復興等 6 個村落及軍方之生活用水，民國 93 年曾進行淨水場水池周邊、加藥機房及機電、儀控設施改善工程。民國 102 年也進行改善工程，包括增設淨水設施、沉澱池等工程。

(二)儲水沃淨水場

儲水沃淨水場位於南竿鄉，主要處理津沙水庫、津沙一號壩、儲水沃水庫（含上壩）及秋桂山水庫（含后沃抽水站）等之水源，設計供水量為每日 1,900 立方公尺，供應西半部四維、馬祖、馬港及津沙等 4 個村落及軍方之生活用水。民國 93 年曾進行淨水場沉澱槽區整修及機械、電氣、儀控設施改善工

程。民國 102 年也進行改善工程，包括增設淨水設施、沉澱池、砂濾系統等工程。

(三)坂里淨水場

坂里淨水場位於北竿鄉，主要處理坂里水庫之水源，設計供水量為每日 2,400 立方公尺。

(四)西莒淨水場

西莒淨水場位於西莒，於民國 99 年 7 月完工，9 月中旬完成試運轉，主要處理菜埔沃水庫、樂道沃水庫及地下水井之水源，設計供水量為每日 500 立方公尺。

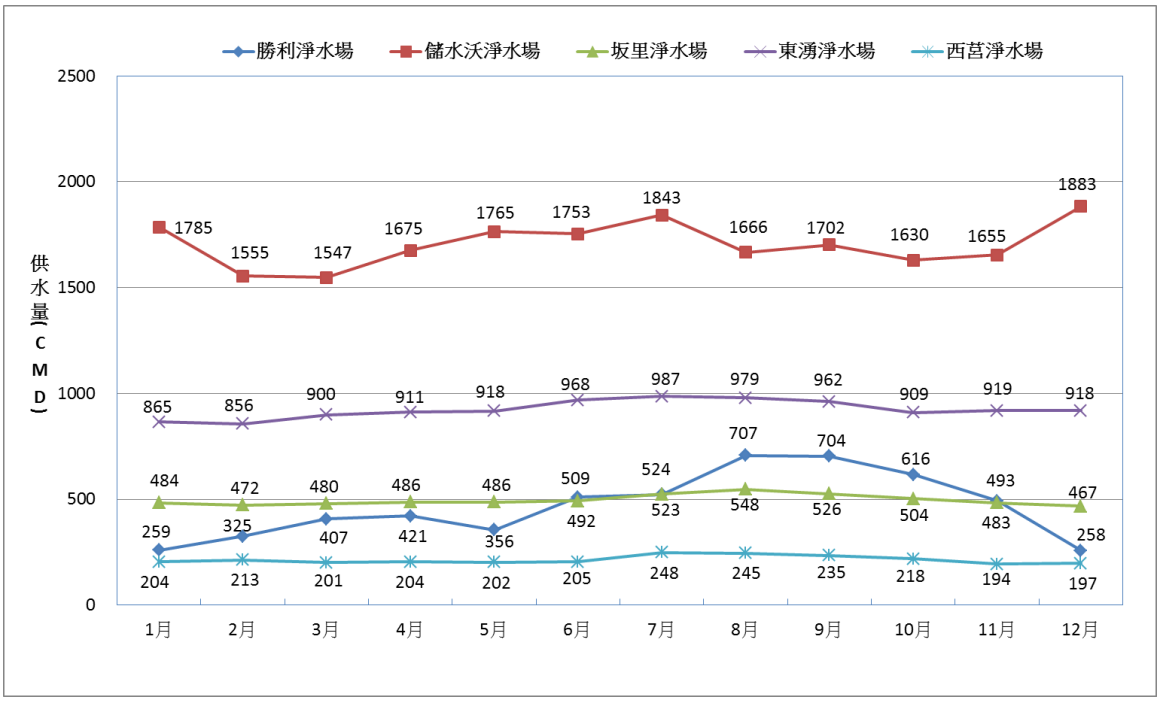
(五)東莒淨水場

東莒淨水場位於東莒，東莒地區生活用水主要仰賴地下水，分別抽取福正與猛沃 2 口寬口井之地下水至大坪原水池(容量 150 立方公尺），經由下方快濾桶與加藥（次氯酸鈉）簡易處理後，輸送至東莒淨水場之配水池(舊池容量 160 立方公尺、新池容量為 250 立方公尺)，由此供應福正村與大坪村之用水，並輸送至東犬山配水池（一為水廠所興建 50 立方公尺，一屬軍方所建 30 立方公尺）供軍方使用。

(六)東湧淨水場

東湧淨水場位於東引鄉，主要處理東湧水庫之水源，設計供水量為每日 1,600 立方公尺，民國 95 年曾進行改善工程，包括自動控制系統更新，調勻、快混、慢混馬達更新，刮泥機油壓控制機更新等工程。

民國 99~102 年各淨水場月平均出水量如圖 2-25～30 所示。由圖中可看出，勝利及坂里淨水場設計量較實際高出甚多，其他淨水場則差異性較低，研判原因可能為湖庫水質不佳及海淡水使用較多所致。



資料來源：連江縣自來水廠

圖 2-25　民國 99~102 年馬祖地區各淨水場月平均出水量

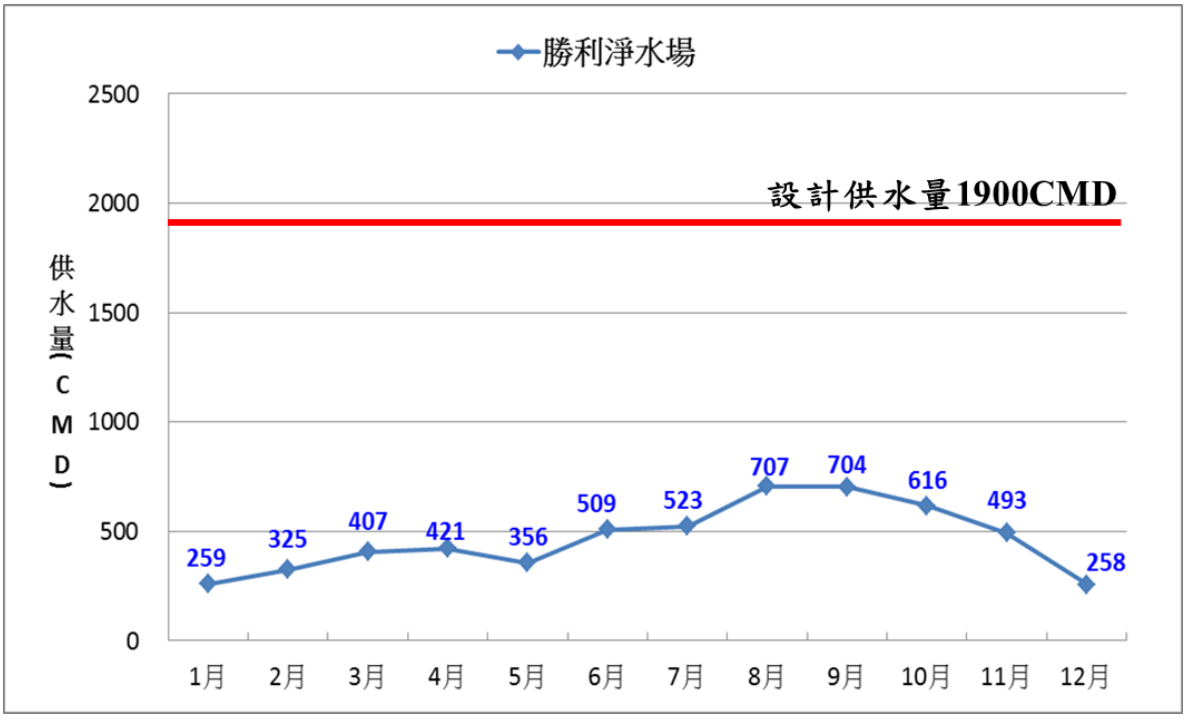


圖 2-26　民國 99~102 年勝利淨水場月平均出水量

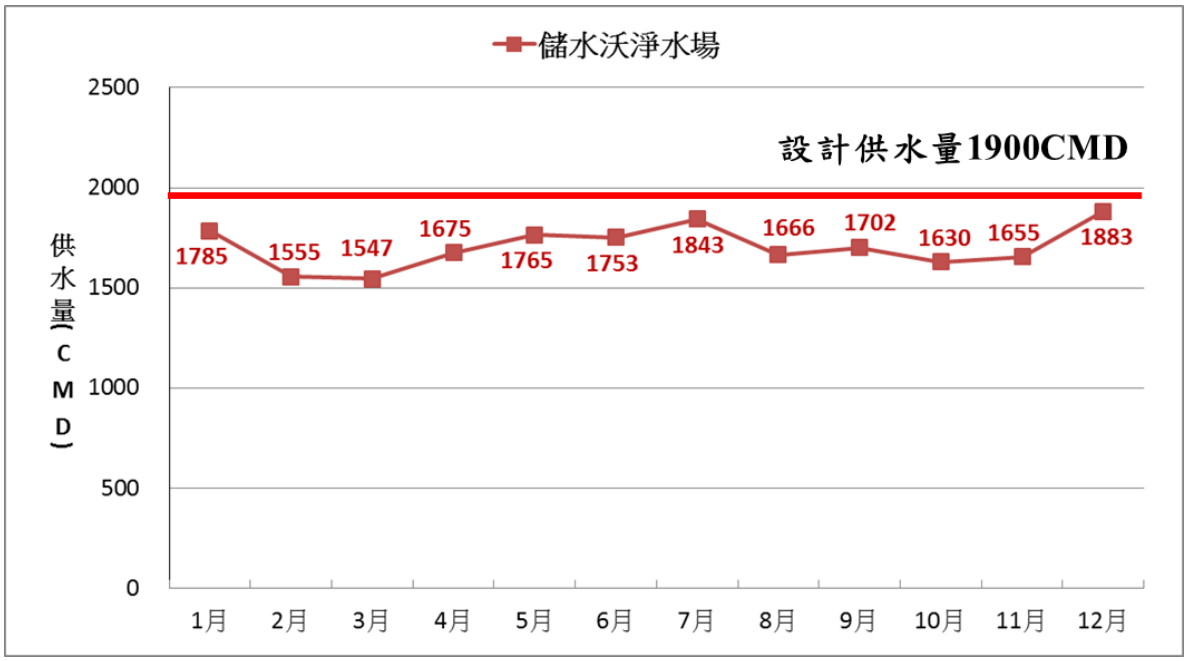


圖 2-27　民國 99~102 年儲水沃淨水場月平均出水量

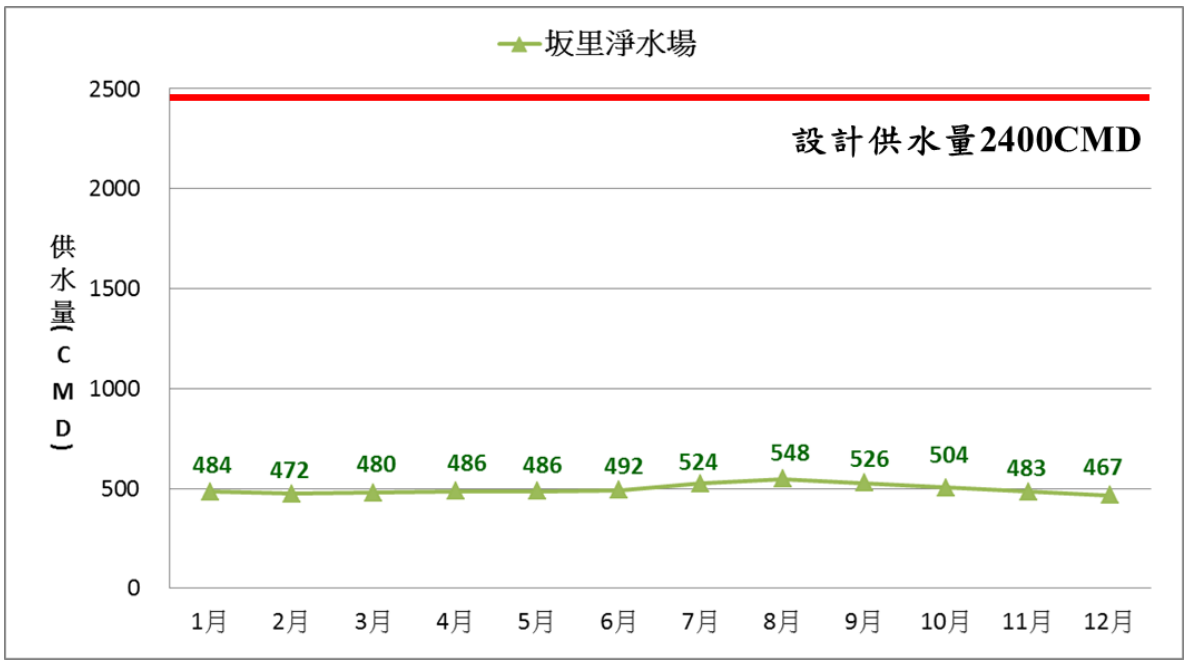


圖 2-28　民國 99~102 年坂里淨水場月平均出水量

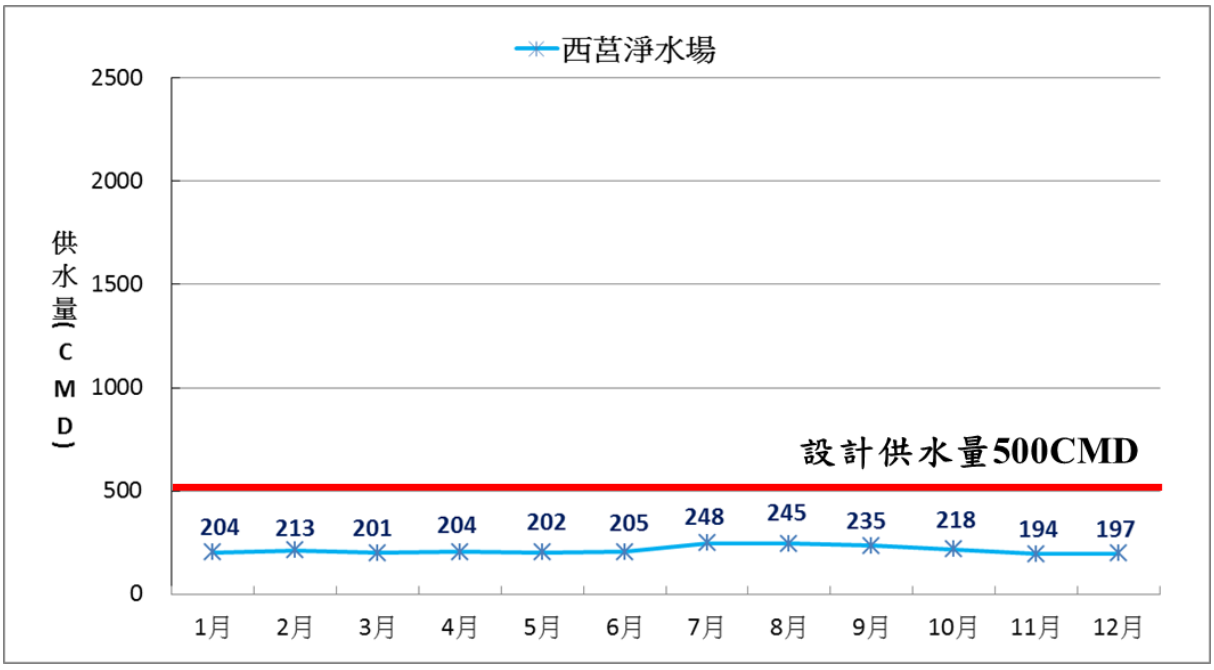


圖 2-29　民國 99~102 年西莒淨水場月平均出水量

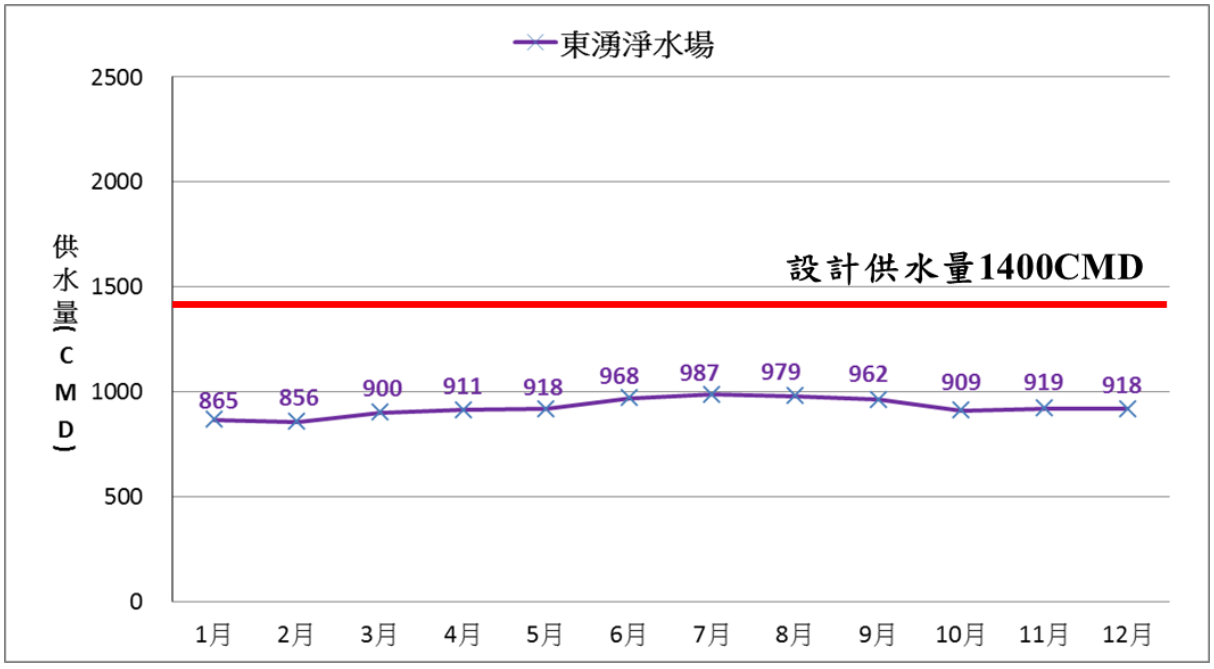


圖 2-30　民國 99~102 年東湧淨水場月平均出水量

九、供水系統

馬祖地區在離島供水改善完成後，四鄉五島皆有完整之淨水場及供水設施，東莒僅有大坪村有簡易淨水及供水設施且以靠地下水井供水。馬祖地區供水系統屬於連江縣自來水廠管轄，可區分南竿、北竿、莒光（東莒、西莒）及東引等 5 大供水系統。以下分別針對各區供水系統現況進行說明。

(一)南竿地區

南竿地區的供水系統平面圖如附圖 1 所示，目前設有勝利水庫及儲水沃兩處淨水場，由連江縣自來水廠管理，淨水場處理由各水庫抽出之原水再經由各加壓站及輸配管線，輸送至各用戶，供應全島軍民之自來水。勝利淨水場主要處理勝利水庫及珠螺抽水站二處之水源，供應南竿東半部包括珠螺、仁愛、清水、福沃、介壽及復興等六個村落及軍方之生活用水。而儲水沃淨水場則主要處理津沙水庫、津沙一號壩、儲水沃水庫(含上壩）、秋桂山水庫及后沃水庫等之水源，供應西半部四維、馬祖、馬港及津沙等四個村落及軍方之生活用水。其中后沃水庫因原水水質中導電度、總溶解固體檢測值均有偏高現象，環保署於民國 103 年 2 月及 5 月之導電度監測值分別為 2,940 μmho/cm25℃及 3,620 μmho/cm25℃，目前后沃水庫原水僅部分提供南竿二期海淡廠使用，水源並無抽至淨水場處理。

海水淡化廠部分，包括南竿一期海淡廠已停止運轉（設計容量 500CMD），南竿二期設計容量 500CMD，南竿三期設計容量 950CMD，位於后沃水庫附近，南竿二期及三期海淡廠處理後之淡化水送至儲水沃之清水池供西區使用。

民國 102 年湖庫水平均供應 983CMD（45.6%），海淡水為 1,171CMD（54.4%）。

(二)北竿地區

北竿地區現有 4 座水庫（如附圖 2 所示），其中中興水庫、午沙水庫及橋仔 3 座水庫原為軍方管制，現已交由連江縣自來水廠管理，3 座水庫水源皆利用抽水方式引至坂里水庫後，再抽送至坂里淨水場處理，供應全島居民生活用水。

目前北竿亦設有一座設計容量 500CMD 之海水淡化廠，海淡廠之淡化水直接送至坂里淨水場清水池後，再統一調度。

民國 102 年湖庫水平均供應 250CMD（50.4%），海淡水為 246CMD（49.6%）。

(三)西莒地區

西莒地區現有之水資源蓄水設施僅有菜埔沃水庫及樂道沃水庫（如附圖 3 所示），但均為小型水庫。樂道沃水庫充分利用地形興築上壩蓄水，與菜埔沃水庫合計總蓄水容量為 33,000 立方公尺，現已交由自來水廠管理，樂道沃水庫更新改善工程已於民國 102 年完成，納入自來水供水系統中。

西莒亦設有一座設計容量 500CMD 之海水淡化廠，海淡廠之淡化水直接送至西莒淨水場配水池後，再統一調度。

民國 102 年湖庫水平均供應 57CMD（25.7%），海淡水為 165CMD（74.3%）。

(四)東莒地區

東莒地區狀況較西莒地區為差，其現有水資源設施為福正水庫及猛沃集水池（如附圖 4 所示）。猛沃集水池已嚴重淤塞，完全喪失蓄水功能，且據研判應無法改善，故呈廢棄狀態。福正水庫原為一上、下壩聯合運用之水庫，目前連江縣自來水廠已辦理福正水庫改善工程，包括庫區清淤、水庫取水設施改善及周邊安全防護等工程。目前東莒地區水源仍以地下水供應。

民國 102 年供應 109CMD。

(五)東引地區

東引地區現有水資源設施有東湧水庫、紫沃水庫及中央水塘（如附圖 5 所示）。其中東湧水庫為東引地區容量最大之水庫，蓄水容量為 8.5 萬立方公尺，由連江縣自來水廠管理。東引地區居民過去生活用水皆仰賴此水庫，過去因庫容有限，每逢暴雨即滿庫溢流，壩體已於民國 90 年完成加高工程，目前狀況良好。紫沃水庫原為軍方管理水庫，目前已移交自來水廠，由於左右壩座基礎嚴重淘陷，水庫持續漏水無法發揮正常蓄水功能，改善工程已於民國 102 年 3 月完工。中央水塘為一約 4,000 立方公尺小型水塘，供應軍方用水。

東引地區現有 1 座設計產水規模 500CMD 海淡廠，另於民國 101 年完成增建 250CMD。淡化水直接送至東引淨水場配水池中，供應軍民用水。

民國 102 年湖庫水平均供應 546CMD（58.5%），海淡水為 388CMD（41.5%）。

本計畫彙整馬祖地區各供水系統的各水源供應量詳表 2-7 所示。由表中可知，在南竿地區民國 95 年至 102 年主要水源以湖庫水為主（約佔 85%），其他則由海淡水供應，民國 100 年南竿三期海水淡化廠供水（950CMD）後，湖庫水及海淡水約各佔一半，后沃水庫未發揮功能也是主要原因；北竿地區自來水平均供應量約 500CMD，以往多由海淡水供應（約佔 70%），但在午沙及中興水庫浚渫完成後（民國 98 年），配合坂里水庫聯合運用，海淡水的使用有逐年減少之趨勢；西莒地區自來水平均供應量約 220CMD，民國 95 年至 98 年皆由海淡水供應，在菜埔沃水庫及樂道沃水庫改善完成後，海淡水亦有

逐年減少之趨勢（民國 102 年約佔 74.3%）；東引地區以湖庫水為主，民國 100 年因辦理湖庫浚渫，供水量較低外，水源供應比例為 6：4。

表 2-7　馬祖地區各供水系統水源使用統計表(1/2)

單位：立方公尺/日

95 年	湖庫水	比例	地下水	比例	海淡水	比例
南竿地區	1,824	92.1%	0	0.0%	156	7.9%
北竿地區	79	16.7%	0	0.0%	395	83.3%
東莒地區	0	0.0%	78	100.0%	0	0.0%
西莒地區	0	0.0%	0	0.0%	233	100.0%
東引地區	486	55.7%	0	0.0%	386	44.3%
合計	2,389	65.69%	78	2.14%	1,170	32.17%
96 年	湖庫水	比例	地下水	比例	海淡水	比例
南竿地區	1,501	84.7%	0	0.0%	271	15.3%
北竿地區	114	22.7%	0	0.0%	388	77.3%
東莒地區	0	0.0%	88	100.0%	0	0.0%
西莒地區	0	0.0%	0	0.0%	227	100.0%
東引地區	584	61.7%	0	0.0%	362	38.3%
合計	2,199	62.21%	88	2.49%	1,248	35.30%
97 年	湖庫水	比例	地下水	比例	海淡水	比例
南竿地區	1,506	82.1%	0	0.0%	328	17.9%
北竿地區	196	37.5%	0	0.0%	326	62.5%
東莒地區	0	0.0%	94	100.0%	0	0.0%
西莒地區	0	0.0%	0	0.0%	216	100.0%
東引地區	514	56.8%	0	0.0%	392	43.2%
合計	2,216	62.04%	94	2.63%	1,262	35.33%
98 年	湖庫水	比例	地下水	比例	海淡水	比例
南竿地區	1,771	86.4%	0	0.0%	279	13.6%
北竿地區	160	29.7%	0	0.0%	380	70.3%
東莒地區	0	0.0%	95	100.0%	0	0.0%
西莒地區	0	0.0%	0	0.0%	213	100.0%
東引地區	617	62.0%	0	0.0%	379	38.0%
合計	2,548	65.43%	95	2.44%	1,251	32.13%

表 2-7　馬祖地區各供水系統水源使用統計表(2/2)

單位：立方公尺/日

99 年	湖庫水	比例	地下水	比例	海淡水	比例
南竿地區	1,648	79.8%	0	0.0%	418	20.2%
北竿地區	215	39.7%	0	0.0%	327	60.3%
東莒地區	0	0.0%	101	100.0%	0	0.0%
西莒地區	19	9.6%	0	0.0%	180	90.5%
東引地區	663	64.4%	0	0.0%	366	35.6%
合計	2,545	64.64%	101	2.57%	1,291	32.79%
100 年	湖庫水	比例	地下水	比例	海淡水	比例
南竿地區	1,205	53.3%	0	0.0%	1,055	46.7%
北竿地區	227	46.3%	0	0.0%	263	53.7%
東莒地區	0	0.0%	98	100.0%	0	0.0%
西莒地區	21	9.8%	0	0.0%	193	90.1%
東引地區	302	35.0%	0	0.0%	560	65.0%
合計	1,755	44.72%	98	2.50%	2,071	52.78%
101 年	湖庫水	比例	地下水	比例	海淡水	比例
南竿地區	1,194	53.9%	0	0.0%	1,021	46.1%
北竿地區	273	59.5%	0	0.0%	186	40.5%
東莒地區	0	0.0%	103	100.0%	0	0.0%
西莒地區	49	20.2%	0	0.0%	194	79.8%
東引地區	475	54.1%	0	0.0%	403	45.9%
合計	1,991	51.08%	103	2.64%	1,804	46.28%
102 年	湖庫水	比例	地下水	比例	海淡水	比例
南竿地區	983	45.6%	0	0.0%	1,171	54.4%
北竿地區	250	50.4%	0	0.0%	246	49.6%
東莒地區	0	0.0%	109	100.0%	0	0.0%
西莒地區	57	25.7%	0	0.0%	165	74.3%
東引地區	546	58.5%	0	0.0%	388	41.5%
合計	1,836	46.90%	109	2.78%	1,970	50.32%

資料來源：連江縣自來水廠

由前述各區水源供應量可知，因馬祖地區湖庫庫容普遍較小，供水量小且調蓄能力較差，再加上湖庫水質優養化及后沃水庫水質鹽化問題，造成各區（除東莒外）仍需依賴海水淡化來供應。

綜觀前述水源使用比例，並將民國 102 年實際供水量與淨水場設計量比較（如表 2-8）後發現，馬祖南竿地區海淡水主要皆由儲水沃淨水場處理後供應民眾使用，其餘北竿、西莒及東引淨水場皆處理包括湖庫水及海淡水，東莒地區水源仍完全由地下水供應。

表 2-8　馬祖地區民國 102 年淨水場供水比較表

淨水場	設計供水量(CMD)	實際供水量(CMD)	供水量(CMD)		
			湖庫水	地下水	海淡水
南竿-勝利淨水場	1,900	424	424	0	0
南竿-儲水沃淨水場	1,900	1,730	559	0	1,171
北竿-坂里淨水場	2,400	496	250	0	246
東莒-東莒淨水場	150	109	0	109	0
西莒-西莒淨水場	500	222	57	0	165
東引-東湧淨水場	1,600	934	546	0	388

資料來源：本計畫彙整

十、污水處理與雨水貯集

(一)污水處理廠

馬祖地區污水下水道系統於全期完成後，四鄉五島將共有 30 座水資源回收中心，處理設施採用薄膜生物反應器（Membrane Bio-Reactor，MBR）或接觸曝氣兩類型。第一階段已於民國 97 年完成 8 座污水處理廠，民國 103 年度則新增 22

座污水處理廠，縣府已於民國 103 年初辦理「馬祖地區污水下水道系統水資源回收中心第一期代操作維護工作及新建水資源回收中心三年試車運轉委託專業服務案」，目前 22 座污水處理廠仍在試車，施工或規劃設計中，30 座污水處理廠相關資料詳表 2-9 所示。

以下僅說明第一階段既有 8 座水資源回收中心概況。

馬祖地區已操作運轉的污水處理廠共有 8 座，分別是南竿鄉介壽、馬港、清水、津沙及福沃污水處理廠，北竿鄉后沃污水處理廠、莒光鄉西莒田沃污水處理廠及東莒大坪污水處理廠等，地理位置如圖 2-31 所示，各污水廠基本資料如表 2-10 所示。由內政部營建署之統計資料顯示，各污水廠均是屬於二級處理，且每日設計處理量均小於 500 立方公尺。



圖 2-31　馬祖地區污水處理廠位置圖

表 2-9　馬祖地區 30 座污水處理廠相關資料表(1/2)

第一階段					
項次	鄉別	廠　別	處理水量(CMD)	處理流程	現況說明
1	南竿	介壽廠	450	MBR	運轉中
2	南竿	福沃廠	150	MBR	運轉中
3	南竿	清水廠	100	MBR	運轉中
4	南竿	津沙廠	25	接觸曝氣	運轉中
5	南竿	馬港廠	250	MBR	運轉中
6	北竿	后沃廠	50	MBR	運轉中
7	莒光	田沃廠	50	MBR	運轉中
8	莒光	大坪廠	125	接觸曝氣	運轉中
第二階段					
項次	鄉別	廠　別	處理水量(CMD)	處理流程	現況說明
1	南竿	復興廠	200	接觸曝氣	已完工 準備進行試運轉
2	南竿	梅石廠	25	接觸曝氣	新建完成
3	南竿	仁愛廠	100	MBR	新建完成
4	南竿	珠螺廠	50	接觸曝氣	新建完成
5	南竿	芙蓉廠	12.5	接觸曝氣	規劃設計中
6	南竿	夫人廠	12.5	接觸曝氣-	新建完成
7	南竿	五間排廠	7.5	接觸曝氣	新建完成
8	北竿	塘岐廠	250	MBR	新建完成
9	北竿	橋仔廠	50	接觸曝氣	新建完成
10	北竿	芹壁廠	25	接觸曝氣	新建完成
11	北竿	白沙廠	50	接觸曝氣	新建完成
12	北竿	坂里廠	50	接觸曝氣	新建完成
13	北竿	上村廠	12.5	接觸曝氣	新建完成
14	北竿	午沙廠	12.5	接觸曝氣	新建完成
15	東引	南澳廠	250	MBR	新建完成
16	東引	北澳廠	25	接觸曝氣	新建完成
17	東引	西引廠	12.5	接觸曝氣	新建完成
18	東引	獅子廠	25	接觸曝氣	驗收中
19	莒光	青帆廠	75	MBR	驗收中
20	莒光	西坵廠	25	接觸曝氣	驗收中
21	莒光	福正廠	25	接觸曝氣	新建完成
22	莒光	大埔廠	25	接觸曝氣	暫緩興建

表 2-10　馬祖地區污水處理廠基本資料彙整表

地點		南竿					北竿	東莒	西莒
污水廠名稱		介壽	馬港	清水	津沙	福沃	后沃	大坪	田沃
管線長度	公尺	4,859	1,160	1,899	471	1,553	861	1,422	1,671
接管數	戶	371	86	84	28	109	64	116	57
運轉日期	—	97/3/19	97/4/21	97/6/6	95/3/1	97/4/21	97/11/20	95/3/1	97/6/11
處理等級	—	二級	二級	二級	二級	二級	二級	二級	二級
處理方法	—	MBR	MBR	MBR	接觸曝氣	MBR	MBR	接觸曝氣	MBR
設計處理量	CMD	450	250	100	50	150	50	90	50
目前處理量	CMD	91.23	99.42	52.35	8.16	33.71	21.71	22.1	12.97
承受水體名稱	—	台灣海峽	台灣海峽	台灣海峽	台灣海峽	台灣海峽	台灣海峽	台灣海峽	台灣海峽

資料來源：本計畫整理

1、南竿地區

(1)介壽污水處理廠

介壽污水處理廠位於南竿鄉介壽村，設計處理量為每日 450 立方公尺，自民國 97 年 3 月 19 日起開始正式操作運轉，而介壽污水收集區的污水收集管線長度共 4,859 公尺。

污水廠處理程序採薄膜生物反應器（Membrane Bio-Reactor，MBR）之設計，其具有減少用地面積，增進土地利用效率及具處理高負荷與耐高變動水質之能力，處理程序為污水經攔污籃、渦流沈砂池、細篩、薄膜生物曝氣池處理並加氯消毒後，放流水則排放至台灣海峽中。

而由民國 102 年 12 月之進放流水質濃度可知（如表 2-11 所示），介壽污水廠的處理效果良好，所有的檢測均可以符合放流水的管制標準，甚至符合回收水水質目標。

表 2-11　介壽污水處理廠民國 102 年 12 月進放流水濃度

檢驗項目	進流水濃度（mg/L）	放流水濃度（mg/L）	去除率（%）	法規標準（mg/L）	回收水水質目標（mg/L）
pH	7.85	6.99	—	—	—
生化需氧量（BOD）	264	4.7	98.22	30	＜10
化學需氧量（COD）	729	27.2	96.27	100	＜50
懸浮固體（SS）	0.5	0.1	80.77	30	＜5

資料來源：本計畫整理

(2)馬港污水處理廠

馬港污水處理廠位於南竿鄉馬港村，設計處理量為每日 250 立方公尺，自民國 97 年 4 月 21 日起開始正式操作運轉，而馬港污水收集區的污水收集管線長度共 1,160 公尺。

污水廠處理程序與介壽污水廠相同，均是採薄膜生物反應器（MBR）之設計。而由民國 102 年 12 月之進放流水質濃度可知（如表 2-12 所示），馬港污水廠的處理效果良好，所有的檢測均可以符合放流水的管制標準及回收水水質目標。

表 2-12　馬港污水處理廠民國 102 年 12 月進放流水濃度

檢驗項目	進流水濃度（mg/L）	放流水濃度（mg/L）	去除率（%）	法規標準（mg/L）	回收水水質目標(mg/L)
pH	7.90	7.02	—	—	—
生化需氧量（BOD）	83.6	2.4	97.13	30	＜10
化學需氧量（COD）	270	14.4	94.67	100	＜50
懸浮固體（SS）	1.98	0.55	72.03	30	＜5

資料來源：本計畫整理

(3)清水污水處理廠

清水污水處理廠位於南竿鄉清水村，設計處理量為每日 100 立方公尺,自民國 97 年 6 月 6 日起開始正式操作運轉，污水收集管線長度共 1,899 公尺。

污水廠處理程序與介壽、馬港污水廠相同，均是採薄膜生物反應器（MBR）之設計。而由民國 102 年 12 月之進放流水質濃度可知（如表 2-13 所示），清水污水廠的處理效果尚可，所有的檢測均可以符合放流水的管制標準，另除化學需氧量以外皆達成回收水水質目標。

表 2-13　清水污水處理廠民國 102 年 12 月進放流水濃度

檢驗項目	進流水濃度（mg/L）	放流水濃度（mg/L）	去除率（%）	法規標準（mg/L）	回收水水質目標(mg/L)
pH	7.89	6.99	—	—	—
生化需氧量(BOD)	126	20.6	83.65	30	＜10
化學需氧量(COD)	253	78.4	69.01	100	＜50
懸浮固體(SS)	3.16	0.1	96.84	30	＜5

資料來源：本計畫整理

(4)津沙污水處理廠

津沙污水處理廠位於南竿鄉津沙村，設計處理量為每日 25 立方公尺，自民國 95 年 3 月 1 日起開始正式操作運轉，污水收集管線長度共 1,899 公尺。

污水廠處理程序為採用接觸曝氣處理，污水經攔污籃、接觸曝氣槽、生物沈澱池及加氯消毒後即放流至台灣海峽，污泥則經污泥濃縮後，在輸送至介壽污水廠一併進行脫水及後續的進行最終處置作業。

由民國 102 年 12 月之進放流水質濃度可知,如表 2-14 所示，津沙污水廠的處理效果欠佳，所有的檢測雖均可以符合放流水的管制標準，但除懸浮固體以外皆未達成回收水水質目標。

表 2-14　津沙污水處理廠民國 102 年 12 月進放流水濃度

檢驗項目	進流水濃度（mg/L）	放流水濃度（mg/L）	去除率（%）	法規標準（mg/L）	回收水水質目標（mg/L）
pH	7.87	7.00	—	—	—
生化需氧量(BOD)	142	26.7	81.2	30	＜10
化學需氧量(COD)	268	86.4	67.76	100	＜50
懸浮固體(SS)	2.45	0.66	72.89	30	＜5

資料來源：本計畫整理

(5)福沃污水處理廠

福沃污水處理廠位於南竿鄉福沃村，設計處理量為每日 150 立方公尺，自民國 97 年 4 月 21 日起開始正式操作運轉，污水收集管線長度共 1,553 公尺。

污水廠處理程序與介壽、馬港、清水污水廠相同，均是採薄膜生物反應器（MBR）之設計。而由民國 102 年 12 月之進放流水質濃度可知，如表 2-15 所示，福沃污水廠的處理效果良好，所有的檢測均可以達到 90%以上的去除率，特別是 BOD 及 SS，去除率可達 95%以上，放流水水質均可以符合放流水的管制標準，亦可達到回收水水質目標。

表 2-15　福沃污水處理廠民國 102 年 12 月進放流水濃度

檢驗項目	進流水濃度（mg/L）	放流水濃度（mg/L）	去除率（%）	法規標準（mg/L）	回收水水質目標(mg/L)
pH	7.91	6.98	—	—	—
生化需氧量(BOD)	185	6.5	96.49	30	＜10
化學需氧量(COD)	427	24	94.38	100	＜50
懸浮固體(SS)	1.08	0.03	97.31	30	＜5

資料來源：本計畫整理

2、北竿地區

(1)后沃污水處理廠

后沃污水處理位於北竿鄉后沃村，設計處理量為每日 50 立方公尺，自民國 97 年 11 月 20 日起開始正式操作運轉，而后沃污水收集區的污水收集管線長度共 861 公尺。

污水廠處理程序與南竿鄉介壽、馬港、清水及福沃等污水廠相同，均是採薄膜生物反應器（MBR）之設計。由民國 102 年 12 月之進放流水質濃度可知，如表 2-16 所示，后沃污水廠的處理效果良好，放流水水質均可以符合放流水的管制標準，亦可達到回收水水質目標。

表 2-16　后沃污水處理廠民國 102 年 12 月進放流水濃度

檢驗項目	進流水濃度（mg/L）	放流水濃度（mg/L）	去除率（%）	法規標準（mg/L）	回收水水質目標（mg/L）
pH	7.85	7.03	—	—	—
生化需氧量(BOD)	46.7	7.5	83.94	30	＜10
化學需氧量(COD)	131	30.4	76.79	100	＜50

懸浮固體(SS)	1.14	0.79	30.11	30	＜5

資料來源：本計畫整理

3、莒光地區

(1)西莒田沃污水處理廠

田沃污水處理位於莒光鄉田沃村，設計處理量為每日50立方公尺，自民國97年6月11日起開始正式操作運轉，而田沃污水收集區的污水收集管線長度共1,671公尺。

污水廠處理程序與南竿鄉介壽、馬港、清水、福沃及北竿鄉后沃等污水廠相同，均是採薄膜生物反應器（MBR）之設計。由民國102年12月之進放流水質濃度可知，如表2-17所示，田沃污水廠的處理效果良好，放流水水質均可以符合放流水的管制標準，亦可達到回收水水質目標。

表 2-17　田沃污水處理廠民國 102 年 12 月進放流水濃度

檢驗項目	進流水濃度（mg/L）	放流水濃度（mg/L）	去除率（%）	法規標準（mg/L）	回收水水質目標（mg/L）
pH	7.92	7.10	—	—	—
生化需氧量(BOD)	73.2	4.2	94.26	30	＜10
化學需氧量(COD)	196	17.6	91.02	100	＜50
懸浮固體(SS)	0.68	0.07	89.05	30	＜5

資料來源：本計畫整理

(2)東莒大坪污水處理廠

大坪污水處理位於莒光鄉大坪村，設計處理量為每日125立方公尺，自民國95年3月1日起開始正式操作運轉，而大坪污水收集區的污水收集管線長度共1,422公尺。

污水廠處理程序與南竿鄉津沙污水廠相同，採接觸曝氣法處理污水。由民國102年12月之進放流水質濃度可

知，如表 2-18 所示，大坪污水廠的處理效果尚可，所有的檢測均可以符合放流水的管制標準，另除化學需氧量以外皆達成回收水水質目標。

表 2-18　大坪污水處理廠民國 102 年 12 月進放流水濃度

檢驗項目	進流水濃度（mg/L）	放流水濃度（mg/L）	去除率（%）	法規標準（mg/L）	回收水水質目標（mg/L）
pH	7.95	7.05	—	—	—
生化需氧量(BOD)	104	13.9	86.63	30	＜10
化學需氧量(COD)	379	88	76.78	100	＜50
懸浮固體(SS)	2.23	0.51	77.25	30	＜5

資料來源：本計畫整理

(二)水再生利用開發運用

根據連江縣政府「馬祖地區水再生利用規劃及試驗計畫先期研究」的規劃成果，建議馬祖地區水再生利用推動策略如下：

1、 短期策略

短期策略考量產水成本低、用水意願高的用戶進行示範再生水廠規劃，同時在管理界面上力求單純，因此建議再生水廠及管線建設費用由中央補助，操作營運由縣政府負責，主要工作包括：

(1)興建再生水廠，包括貯槽、再生水槽及消毒設備、槽車運送設施。

(2)管線設施鋪設，再生水廠至馬祖高中及縣立體育館管線工程。

(3)用水標的為馬祖高中及縣立體育館沖廁使用。

(4)另開放槽車取水（主要供珠山電廠）。

(5)推動建築物二元供水計畫。

2、 中期策略

朝向制度化、普遍化及效益化發展，使再生水使用更具效益，另評估建築物二元供水發展之進程與社區使用再生水之可行性，主要工作包括：

(1)持續推動並評估建築物二元供水系統成效。

(2)以再生水替代自來水供消防用水使用。

(3)加強地下水管制作業，刺激再生水使用需求，提升意願。

(4)推動公家機關、學校及宗教設施使用再生水。

(5)污水廠功能提升（脫氮、去油脂），以利再生水高級化。

(6)大於每日 100 立方公尺污水廠再生水中心興建（介壽村、福沃村、清水村、馬港村）。

(7)研議水價分級收費制度。

3、長期策略

推動水再生利用全面化、強制化、功能化。藉二元供水系統的普及性，推動住家再生水使用，擴大水資源循環利用，並提升介壽再生水廠的處理能力，導入 RO 系統提升水質，預期屆時將可提供農業灌溉以及注入水庫供公共用水，主要工作包括：

(1)介壽再生水廠功能提升。

(2)強制一定規模以上的用戶必須使用再生水。

(3)評估再生水供緊急飲用水之可行性。

(4)評估水再生利用之最佳化。

(5)徵收再生水使用費。

(6)執行水價分級收費制度。

綜合以上的規劃可知，現階段馬祖地區的水再生利用策略仍只適宜澆灌與沖廁為主，其餘涉及法規、經濟效益，以及民眾觀感等課題，可以藉由試驗模廠加強宣導，提升居民意願。

另根據連江縣政府「馬祖地區水再生利用規劃及試驗計畫先期研究」的規劃，試驗模廠以介壽污水廠放流水再生利用為優先，試驗模廠規劃內容如表 2-19。

表 2-19　馬祖地區水再生利用試驗模廠規劃內容

	第一期程	第二期程
工程目標	★ 完成再生水水資源中心建置，提供第一階段供水所需水源。	★ 模廠試驗完成。 ★ 完成馬祖高中和縣立體育館輸送管線工程，提供沖廁和澆灌用水。 ★ 再生水水資源中心運作。
工程項目	★ 試驗模廠建造。	★ 完成馬祖高中和縣立體育館輸水管線設置。
預期成果	★ 供應珠山電廠於生活雜用如沖廁和澆灌及消防等替代用水，以及其他各項可替代之非接觸性用水。 ★ 至少供應再生水 2,138CMD。 ★ 地下水保育。	★ 提供 235CMD 之再生水水量供給各項所需用水。

(三)雨水貯集

水利署曾於民國 94 年辦理「離島地區雨水貯留利用規劃」，分析馬祖地區雨水貯集利用出水潛能，並針對公有建築物及地形集水等 2 種不同利用型態，分別完成短、中、長期雨水貯集利用規劃，詳如表 2-20～2-21 所示。對於已選定的短期建築物雨水貯集推動對象，未來應可優先推動，辦理各級機關、學校雨水貯集利用示範計畫。

經濟部水利署於 101 年度補助連江縣政府 500 萬元經費，辦理「101 年連江縣節約用水教育宣導暨節約用水設施建置計畫」，其中南竿體育館節水設施示範計畫於民國 101 年 11 月 20 日開工，民國 102 年 5 月 14 日通過驗收，該節水設施總共包含了雨水回收系統、二元供水系統與屋頂降溫系統。

此套節約用水設施，結合雨水回收與二元供水等概念，原水水源為雨水及體育館旁的山泉水，使用標的為非接觸用水

（沖廁），飲用水或洗手等接觸性用水，則仍使用自來水。此系統保留原自來水的管路，待節水設施需維修時，可以切換成使用自來水，未來縣府也打算以公共建築物為優先推廣對象。

表 2-20　馬祖地區建築物雨水貯集利用規劃摘要表

進程	類別	位置	建築物	總成本(萬元)	設置容量(立方公尺)	年總出水能力(立方公尺)
短期	機關(構)	13 處	36 棟	313	176	3,324
	學校	3 處	19 棟	101	43	1,104
	其它大型建物	1 處	9 棟	192	148	1,972
中期	機關(構)	15 處	16 棟	306	114	2,075
	學校	5 處	18 棟	187	91	2,029
	其它大型建物	-	-	-	-	-
長期	機關(構)	26 處	33 棟	1,041	486	4,785
	學校	2 處	9 棟	49	14	365
	其它大型建物	1	10	57	22	368

資料來源：水利署「離島地區雨水貯留利用規劃(2/2)馬祖篇」，民國 94 年 12 月

表 2-21　馬祖地區地形集水雨水貯集利用規劃摘要表

進程	位置	總成本(萬元)	設置容量(立方公尺)	年總出水能力(立方公尺)
短期	北竿遊客服務中心	121	75	1,374
	北竿發電廠			
中長期	南竿發電廠	1087.6	80	1,723
	南竿航空站			
	北竿機場			

資料來源：水利署「離島地區雨水貯留利用規劃(2/2)馬祖篇」，民國 94 年 12 月

十一、其他相關計畫

由於地理環境的限制及特有政治情勢的影響，離島地區長久以來一直處於發展弱勢。為了增進離島居民生活福祉與地區發

展，政府於民國 89 年訂定「離島建設條例」，離島地區自始開始具有發展建設專法。民國 94 年離島建設指導委員會通過「離島建設業務檢討及改進方案」，確認離島建設的組織、計畫審查、基金運用方式等 3 項改進重點，訂定「促進離島永續發展方針」作為研修訂及審議離島各縣綜合發展計畫、綜合建設實施方案及各項建設計畫的最高指導原則。上述方針與水資源發展相關內容包括：

◎ 離島建設應以永續發展為最高目標，重視居民基本生活照顧、島嶼生態保育、島嶼特殊文化保存及永續優質之產業發展。

◎ 強化能源、水資源使用效率、推動回收處理及節約用水，提高再生能源運用比例，推動廢棄物減量、回收再利用。

(一)建構低碳樂活島－「連江縣第三期（100-103 年）離島綜合建設實施方案」

第三期離島綜合建設實施方案導入：低碳治理、「樂活」模式、體驗型產業等構想，提出打造馬祖成為「低碳樂活體驗型渡假島群」的發展定位，希望藉此落實打造馬祖成為以「實施低碳總量管制、呈現樂活經營樣態」為主軸的「體驗型」、「國際性」、「度假型」休閒列島。

馬祖地區在營造低碳樂活渡假島的定位下，將以實踐 3R 的生活哲學，來與國際社會接軌，三期實施方案將積極展開輔導民間進行：減量（Reduce）、重複利用（Reuse）、循環再造（Recycle）的新生活運動。相關實施計畫包括:

1、 減廢循環

(1)固體廢棄物減量

(2)資源垃圾再利用

(3)限用一次性食具

(4)水資源循環系統

2、低碳節能

(1)交通運輸低碳化

(2)建物使用節能化

3、綠色消費

(1)綠色商店從示範案例到全面認證

(2)逐島打造綠色商圈

(3)生活購物導入智慧型共同採購機制

第三期離島綜合建設實施方案在實際執行及推動上，仍有一些困難，包括：

1、節能、綠能、節水等行動裝置之計畫仍偏理想性，實質操作面常因設備的效能與水準不夠，導致效益不彰。

2、綠能設備可行性評估未考量後續維護管理之成本。

3、自來水普及率高達 100%，民眾對雨水回收利用方案的意願不高。

4、馬祖日照不足，太陽能發電的概念不可行。

5、提倡傳統建築工法與節能環保恐有矛盾之處，傳統建築可能比一般建築更耗能。

行政院環境保護署推動之「低碳社區推動專案工作計畫」中，於民國 101 年委託財團法人台灣建築中心規劃「連江縣南竿鄉馬祖村診斷規劃報告書」（民國 101 年 2 月），以下摘錄相關成果：

整體規劃主軸分為環境綠化、低碳建築/節能、低碳運輸、資源循環、再生能源、低碳生活等六大減碳面向，包括:

1、「環境綠化」方面，建議部分缺乏綠化之區域加強綠化，並多採用原生種或誘鳥誘蝶種植物。

2、「低碳建築/節能」方面，中正國小可改善外遮陽，減少東西曬問題。

3、「低碳運輸」方面，目前尚不建議發展電動車，因有騎自行車健身之風氣，建議規畫自行車專用道。

4、「資源循環」方面，馬祖神像周遭廣場之不透水的水泥鋪面，可改善為透水鋪面。

5、「再生能源」方面，光武堂斜屋頂可評估太陽光電系統，供活動中心照明及其他公設使用。

6、「低碳生活」方面，建議可串連馬港夜市、天后宮、馬祖具神像等觀光活動，發展低碳旅遊。

在資源循環項目下針對馬祖村之特性進行相關雨水貯留系統規劃，在馬祖村內廣場包含天后宮前廣場、馬祖神像周圍廣場及光武堂前廣場皆使用不透水之水泥鋪面，一面耐壓耐重，但一面不透水鋪面無法發揮原基地保水的功能，舉例來說馬祖神像周遭廣場之不透水的水泥鋪面，若可將其改善為透水鋪面，除可降低周遭地表溫度，也可達到透水要求，增進土壤涵養水份功能，也能增進整體美觀。另中正國中及光武堂評估設置雨水回收系統，供活動中心周遭植栽澆灌及建築物清潔使用。

(二)連江縣第四期（104-107 年）離島綜合建設實施方案

連江縣第四期離島綜合建設實施方案中有關水資源部分共有七大項，發展主軸為強化島嶼水資源與管理，提升淨水場、海水淡化廠運作效率，以及推動資源節約與再生的生活方式與觀念。主要計畫彙整詳表 2-22 所示。

(三)博奕相關計畫

馬祖於民國 101 年 7 月 7 日以 1,795 票贊成和 1,341 票反

對，多數票公投通過馬祖設置博弈特區。希望藉由業者帶來大量資金，進行大規模投資，並且藉由博弈特區之設置，在爭取更多中央單位的支援下，一方面得以有效改善馬祖地區對內和對外交通設施；另一方面藉此帶動馬祖地區觀光產業發展。

表 2-22　馬祖地區基礎建設計畫彙整表

計畫名稱	期程	經費需求(百萬元)				
		總經費	民國 104~107 年			
			4 年經費	非自償		
				中央	地方	離島基金
珍惜水資源。民生用水品質總體檢暨設備改善工程	104-106	92.5	92.5	92.5	0	0
連江縣各鄉自來水水管路更新計畫	104-107	108.79	108.79	108.79	0	0
連江縣東莒替代水源評估及建置計畫	104-107	162	162	162	0	0
連江縣雨水截流溝清理及更新改善計畫	104-107	92	92	92	0	0
連江縣各鄉海水淡化廠營運維護計畫	104-107	340	340	340	0	0
淨水場效能提升維護計畫	104-107	20	20	20	0	0
連江縣建築物雨水貯留利用設施宣導及補助計畫	104-107	6	6	0.9	0.6	4.5

資料來源：連江縣第四期(104-107 年)離島綜合建設實施方案

民國 102 年連江縣政府委託辦理「馬祖博弈公投通過後因應措施方案」，針對國際觀光度假區建議設置家數、國際觀光度假區之最適開發期程、開發公共效益評估、要求廠商承諾事項、連江縣政府承諾配合事項等進行研究規劃，成果摘錄如下：

1、 國際觀光度假區建議設置家數

從政治的角度評析，中央政府為兼顧各離島的均衡發展，當博弈專法通過後，除了馬祖可以率先發展觀光博弈特區外，可以預期金門和澎湖可能先後通過博弈公投，推動觀

光博弈特區的發展，有鑑於此，中央主管機關對於廠商執照張數的授與勢必同時考量三個離島，而不是單純只以馬祖為考量的範圍。故該計畫建議在第一階段先以設置一家為出發點，而依「博弈遊戲場業管理條例」草案第 5 條第 2 項規定，馬祖開始設置綜合娛樂城，第一期的執照授予後，必須等到十年後才准允發行第二批執照。

2、 國際觀光度假區之最適開發期程

該計畫以民國 102 年底完成「博弈遊戲場業管理條例」立法程序之假設前提，開發期程說明如下：

(1)於民國 102 年初完成辦理國際潛在投資開發商意見訪談。

(2)民國 103 年第一季完成評選國際型專案管理顧問團隊。

(3)民國 103 年第三季完成採購服務計畫書（RFP）招商甄選作業辦法與文件。

(4)RFP 招商公告後於民國 103 年第四季完成最優申請人甄選。

(5)民國 104 年第四季最優申請人完成用地變更環評與工程細部設計，交付土地並簽訂土地開發經營契約。

(6)民國 104~106 年完成第一期開發與營運。

(7)民國 106~108 年完成全區開發與營運。

3、 開發公共效益評估

該報告中指出，因受限於缺乏可行性分析之數據，僅就參考鄰近國家如新加坡的歷史數據及懷德開發公司的預估數據，投資金額、觀光人數及就業機會如表 2-23 所示。

4、 要求廠商承諾事項

該計畫參考馬祖連江縣政府及民眾對未來發展觀光博弈之期盼，以及辦理座談會蒐集之各方意見，進而將 13 項

條件訴求歸納為五大重點要項，並區分優先順序如次：

(1)交通建設

包括 4C 等級機場、海上通道（快艇、遊輪）等聯外交通建設，及南北竿跨海大橋、東西莒跨海大橋、莒光鄉和南北竿交通之連結等島際交通建設。

表 2-23　國際觀光度假區投資規模及經濟效益推估表

推估項目	投資金額(億新台幣)	博弈營收(億新台幣)	7%博弈特別稅[註2](億新台幣)	觀光收益[註3]	觀光人數[註4]（萬人次）	就業機會[註5]（人）
新加坡 2010~2011	3,000	1,900	255	6,700	1,320	35,000
推估方案[註1] (2 年效益)	600	380	26.6	670	132	7,000
	1,500	950	66.5	1,675	330	17,500
	2,400	1,520	106.4	2,680	528	28,000

註 1：本表推估方案係根據新加坡完成興建後兩年內達成的效益
註 2：博弈特別稅的推估依照博弈營收成予 7%的比例計算
註 3、註 4：均依照新加坡數據乘以 10%保守估計
註 5：就業機會依照新加坡數據推估而得

(2)觀光資源整合：包括對地方商業活動衝擊之規劃、文化資產保存及活化策略、海洋資源活化與利用等。

(3)基礎民生設施：包括水資源供應、電力供給、資源回收及廢棄物處理等。

(4)社會回饋：包括回饋金、居民優先工作權、醫療設施與服務、設立大學等。

(5)其他對任何對馬祖發展的有利條件

5、連江縣政府承諾配合事項

國際觀光度假區之設置，牽涉立法、交通、財政、警政治安等各層面，需要馬祖連江縣政府與中央各部會協調分

工，中央政府對博弈產業之政策態度也是一項關鍵。該研究根據歷次座談會蒐集之意見，彙整連江縣政府應配合及注意事項包括：(1)加速博弈專法立法、(2)提供業者行政協助、(3)民間分攤公共建設、(4)治安維護及職權行使、(5)加強意見溝通等。

(四)境外引水

本章節引用及參考之資料為經濟部水利署提供之相關報告，其報告名稱如下：

1、「金馬地區與大陸通水之影響評估及規劃報告」(精簡版)，前經濟部水資源局，民國 90 年 4 月。

2、「中國大陸重點城市水資源開發利用情勢評估」，經濟部水利署，民國 91 年 10 月。

3、「金門、馬祖地區向大陸地區取水之適法性研究」，經濟部水利署，民國 97 年 7 月。

依據「金馬地區與大陸通水之影響評估及規劃報告」研究成果，馬祖地區自大陸引水計畫共分海底管線及船運兩種類型，以下摘錄馬祖地區自大陸引水之相關工程情況摘要如下：

1、供水水源及水量

馬祖列島與連江縣隔海相望，距連江縣的黃岐 9.1km，距筱埕 16.5km，琯頭 34.5km，從福建大陸調水供應馬祖列島，可選擇的水源有鰲江水源及郭婆溪水庫水源。

(1)鰲江水源

鰲江為閔東沿海獨流入海的水系，為福建第六大江，流域面積 2,655km^2，主流全長 137km，年平均逕流量為 29.21 億立方公尺，在鰲江主流中游建有大型的山仔水利樞紐工程，在主流下游已建有潘渡引水工程，山仔水利樞紐

的功能以灌溉、發電為主兼有防洪及城鎮供水等綜合效益。壩址以上流域面積 1,646km^2，水庫總庫容 1.76 億立方公尺，調節庫容 1.064 億立方公尺，為一季調節水庫。潘渡引水工程壩址以上流域面積 1,980km^2，其與山仔水庫聯合運行。潘渡引水至連江縣城關區間流域面積為 454km^2。另外，福建地區擬在鰲江主流上游興建霍口水庫，該水庫壩址以上流域面積 1,302km^2，水庫總庫容 4.4 億立方公尺，有效庫容 3.5 億立方公尺，為多年調節水庫，可與山仔水庫聯合調度運行，因此若以該水庫向馬祖供水，可有充沛之水量。且根據民國 86 年「大陸福建地區向金門馬祖供水工程可行性研究報告」中指出，福建地區向馬祖地區供水之供水規模暫訂為每日 4,000 立方公尺。

(2)郭婆溪水庫水源

郭婆溪為連江黃岐半島內獨流入海的河流，流域面積 13.1km^2，年平均逕流量為 600 萬立方公尺，郭婆溪水庫壩址以上集水區面積為 6km^2，越域引水面積為 2km^2，水庫總庫容 427 萬立方公尺，有效庫容 336 萬立方公尺，為多年調節水庫。該水庫主要解決黃岐半島三鄉鎮的工農業生活用水，目前已建成了 8,000 立方公尺/日的水廠，隨著三鄉鎮日益增長的用水需求，其所剩水不多，難以提供馬祖列島的所需水量。

2、水質

根據連江自來水廠及琯頭自來水廠水質檢驗報告結果，目前供水方案中水質達到地面水 II 類水標準，可作為生活飲用水水源。

3、輸水方案及工程佈置

(1)陸上輸水方案

大陸地區對馬祖供水之陸上輸水方案先後提出了以鰲江為水源，從連江城關至筱埕及連江城關至琯頭的輸水方案，輸水方案之路線圖如圖 2-32 所示，根據碼頭情況及現有供水設施的條件，推薦琯頭陸上供水方案，因其具有輸水線路短、投資少，且有現成之琯頭對台碼頭可供使用的優點。即管道從琯頭水廠取水口沿原琯頭供水管線走向鋪設一條 600mm，長 7.1km 的預應力鋼筋管穿過高速公路，經鰲峰隧洞至水廠，再由水廠鋪設一條管徑 400mm，長 4.6km 鋼筋管至長門對台碼頭，全長 11.7km。近期為滿足馬祖用水的需求，可先鋪設一條從琯頭水廠至長門對台碼頭的長 4.6km，管徑 400mm 的專用管道供馬祖用水，遠期再從取水口鋪設一條長 7.1km，管徑 600mm 的管道至琯頭水廠中。

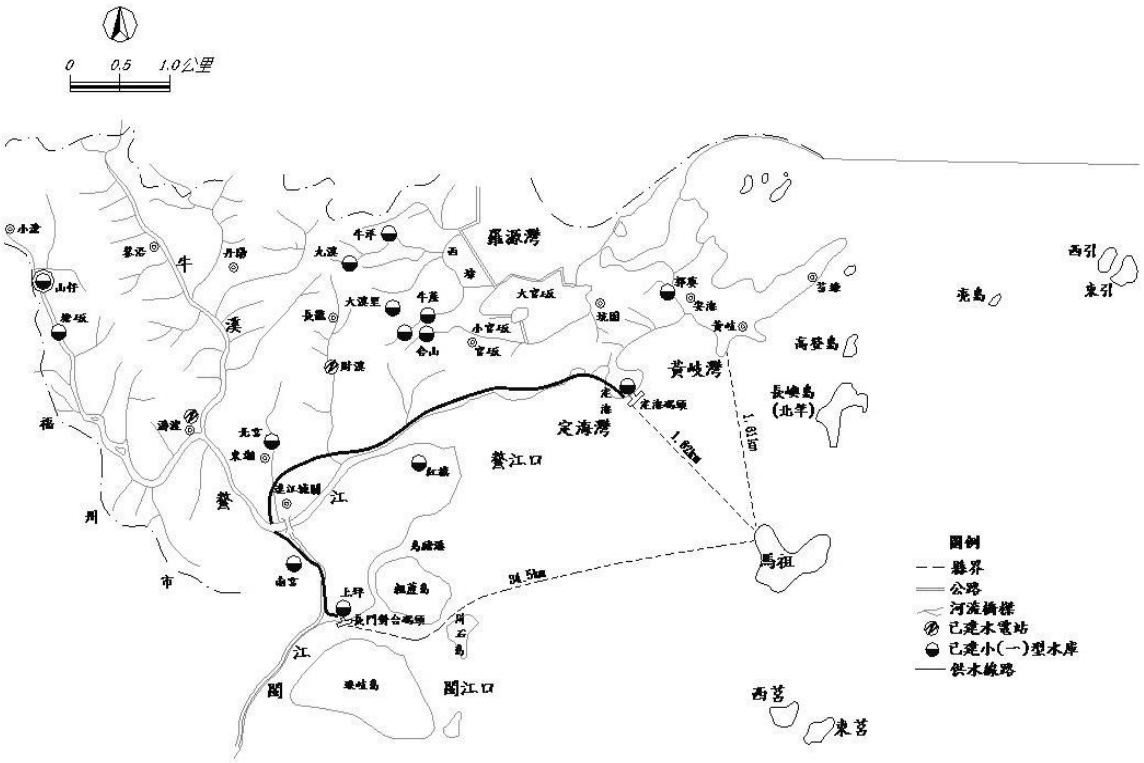


圖 2-32　福建地區對馬祖輸水方案示意圖

(2)海上輸水方案

由於馬祖列島各島嶼位置分散，且用水量不大，若用管道輸送，其投資費用太高不符合經濟效益，因此馬祖供水海水輸水部份以採用船運運水方案為宜，船運運水以南竿、北竿為主要供水點，其他島嶼用水可經由南竿、北竿後再由船運輸送。

經分別針對供水穩定性、水質條件及工程經濟等方面進行分析後，馬祖地區自大陸引水之方案，建議採用鰲江為水源，從連江城關運至筱埕及連江城關運至琯頭的陸上輸水方案，將水輸送至對台碼頭，再配合海上輸水方案，以南竿、北竿為主要供水點，其他島嶼用水可經由南竿、北竿後再由船運輸送至各列島。

由於馬祖列島各島嶼位置分散，且用水量不大，若用管道輸送，其投資費用太高不符合經濟效益，因此自大陸引水類型建議採用船運運水方案為宜，船運運水以南竿、北竿為主要供水點，其他島嶼用水可經由南竿、北竿後再由船運輸送。各供水方案成本詳表 2-24 所示。

表 2-24　供水方案成本比較表

供水方案	海水淡化 (950CMD)	自台灣船運水	自大陸船運水	海底管線輸水
成本 (單位：元/立方公尺)	65~100	400	70	70~150

資料來源：金馬地區與大陸通水之影響評估及規劃報告，民國 94 年 4 月，本計畫彙整

另民國 91 年馬祖地區缺水嚴重，經陸委會同意，此次馬祖地區向大陸買水屬於試驗性質，同年 5 月 4 日“金航二號”運水船由高雄港開往馬尾運水，可載水 2,300 立方公尺，另從馬祖開到馬尾需 3 小時。

第參章 馬祖水資源需求檢討

一、 水資源需求模式建置

二、 目標年水資源需求檢討

第參章　馬祖水資源需求檢討

本章首先彙整以往馬祖地區水資源供需推估成果，並說明供需推估模式建置方式。一方面針對水利署於民國 101 年 10 月研提臺灣離島水資源經理基本計畫（草案）（以下簡稱前期計畫）於馬祖地區之需求推估值與現況實際供水量兩者間的差異情況，進行需求檢討的工作，以建立合理且貼近實際需求之推估方式，進行各目標年需求推估。

一、水資源需求模式建置

(一)前期用水需求推估成果探討

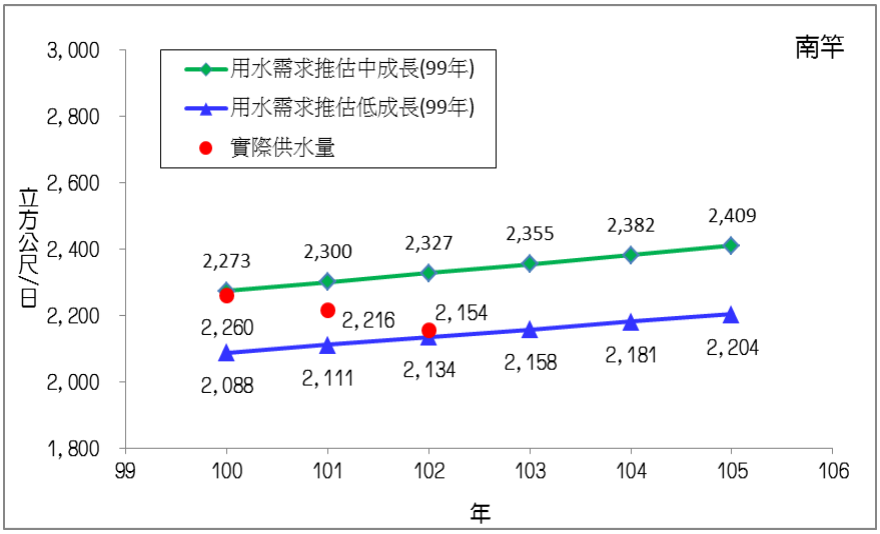
馬祖地區用水需求可概分為生活用水、觀光用水、工業用水及國防用水等用途，根據前期計畫，馬祖地區各目標年總用水量如表 3-1 所示。在中成長趨勢下，目標年民國 120 年總用水量最高為南竿的 2,677 CMD，最低為東莒 152 CMD。

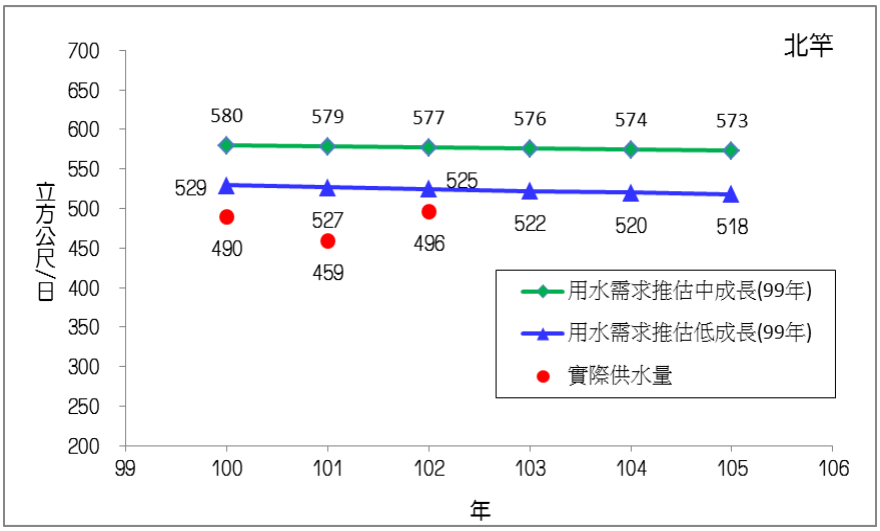
為比較前期計畫用水量推估成果，將各島目標年用水量推估成果與現況（民國 100~102 年）實際供水量繪製如圖 3-1 所示。圖中顯示南竿地區近三年用水量約在前期計畫節水、中成長推估值之間，惟推估趨勢為逐年上升，與實際供水量略有不同；北竿地區之推估值略高於實際供水量；東引地區亦呈現略為高估的情形，但由於近年來觀光發展，近三年實際供水量持續上升；東莒地區實際供水量較接近前期計畫節水成長用水需求推估值，但民國 102 年達 109 CMD，介於節水、中成長需求推估值之間；西莒地區實際供水量除於民國 101 年稍高外，亦介於節水、中成長需求推估值之間。

整體而言前期計畫的用水需求推估在民國 100~102 年，三年間大致符合實際供水量。顯示前期計畫採用之水資源需求推估模式，若經過部分參數的調整、更新後，應可準確推估未來之用水需求。

表 3-1　前期計畫馬祖地區各目標年總用水需求推估結果

地區	目標年	總用水需求量(立方公尺/日)	
		中成長	節水成長
南竿	100	2,273	2,088
	105	2,409	2,204
	110	2,552	2,329
	115	2,686	2,453
	120	2,667	2,444
北竿	100	580	529
	105	573	518
	110	565	509
	115	548	493
	120	547	491
東莒	100	115	102
	105	127	112
	110	141	123
	115	152	136
	120	152	134
西莒	100	232	211
	105	244	221
	110	256	232
	115	268	243
	120	267	242
東引	100	1,089	990
	105	1,099	1,000
	110	1,111	1,010
	115	1,125	1,022
	120	1,119	1,017
全區	100	4,289	3,920
	105	4,452	4,055
	110	4,625	4,203
	115	4,779	4,347
	120	4,752	4,328





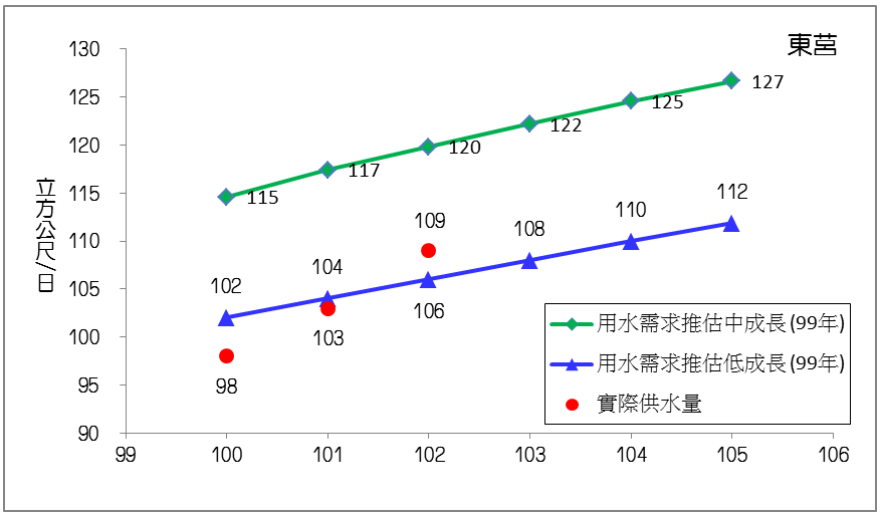


圖 3-1　前期計畫用水量推估及民國 100~102 年實際供水量比較圖(1/2)

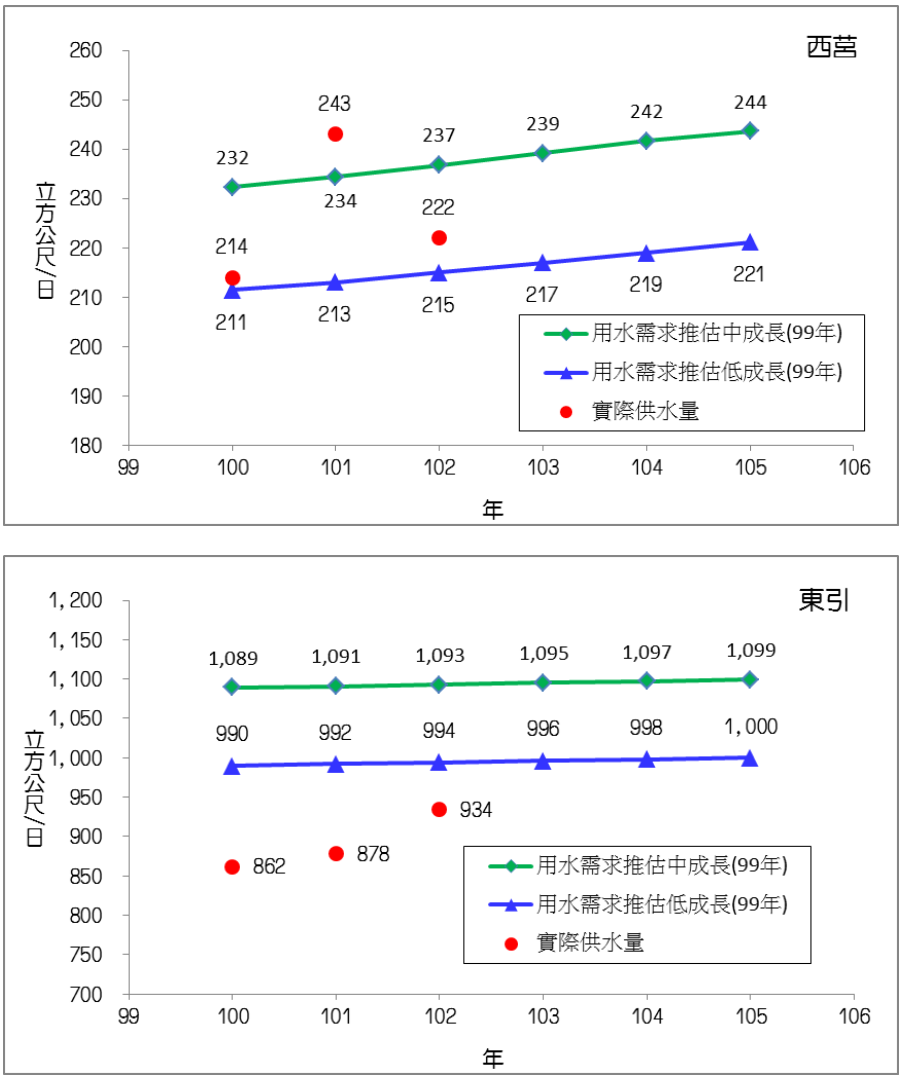


圖 3-1　前期計畫用水量推估及民國 100~102 年實際供水量比較圖(2/2)

(二)需求推估模式建置

本計畫所探討的水資源係以自來水供水系統為主，因此以下僅討論生活用水、觀光用水、國防用水等屬於自來水供水系統範疇的水源，其用水需求推估方式說明如下：

1、生活用水之自來水需求推估

生活用水之自來水需求量＝

常駐人口×供水普及率×每人每日用水量÷抄見率（3-1）式

2、國防用水之自來水需求推估

國防用水之自來水需求量＝

駐軍人數x每人每日用水量÷抄見率　　（3-2）式

3、觀光用水之自來水需求推估

觀光用水之自來水需求量＝

觀光人口x每人每日用水量x旅遊天數÷365÷抄見率（3-3）式

由於各目標年用水需求推估過程需考慮居住人口、觀光及國防等成長特性，可能隨兩岸政策、經濟發展、生活水準等大環境變遷以及水質、水價條件而隨之調整。以往各離島地區用水需求推估工作甚少探討每人每日實際用水量，易造成實際用水量與推估用水量之間產生較大差異。

有鑑於此，本計畫參考前期計畫之作法，以試誤法率定民國 98~102 年每人每日實際用水量，作為重新訂定每人每日用水量標準之參考，並盡可能掌握實際用水人數，以期各目標年用水需求推估結果盡可能符合未來用水變化趨勢，推估流程詳見圖 1-4。

二、目標年水資源需求檢討

(一)每人每日用水量探討

本計畫利用連江縣自來水廠民國 98~102 年馬祖地區實際供水量紀錄，採試誤法（Try and Error Method）分析馬祖地區現況每人每日用水量，以進一步瞭解馬祖地區實際用水與推估值之差異原因。

馬祖用水需求由自來水供水系統提供者，包含生活用水、觀光用水及國防用水等，本計畫採用四鄉五島各自獨立方式探討水資源供需分析，實際用水量計算相關參數如下：

1、 居民人數

居民人數採連江縣民政局資料，民國 98~102 年馬祖地區戶籍人數分別為 9,919、9,944、10,106、11,310 及 12,165 人。

由於馬祖各島嶼人口較少，用水需求推估應以實際用水人口（亦即常駐人口）推估較為合理。前期計畫依各鄉公所及自來水廠人員電訪結果，估算馬祖地區各島常駐人口比例分別為南竿 100%、北竿 90%、東引 50%、東莒 50%、西莒 60%。

為進一步釐清各島使用自來水之常駐人口比例，本計畫初步採用自來水用戶轉換人口的方式進行計算。首先針對連江縣自來水廠提供之自來水用戶數統計結果進行分析，詳表 3-2 所示。其中一般類別（含一般住家、公司行號、公會、協會等）用戶數最高為 2,110 戶，商業 228 戶次之。軍方及岸巡合計約 149 戶。

本計畫參考台灣自來水公司之作法，以一般用戶每戶平均 3 人或 4 人進行計算，將用戶數轉換為供水人數。依本計畫用水需求分類方式，總用水量扣除國防用水量及觀光用水量後，即為生活用水量。

本計畫依照自來水用戶分類結果，將軍方及岸巡歸類於國防用水，商業歸類於觀光用水，剩餘類別則歸類於生活用水。並分別依照每戶平均 3 人或 4 人進行生活用水常駐人口的轉換，其中東莒地區因自來水用戶中有 30%為零用水戶，故轉換時將據以調整，詳表 3-3 所示。

與前期計畫推估的常駐人口比例相比，本計畫以每戶 3 人推估之南、北竿及西莒實際用水人口所占比例較低，東引及東莒較高。以每戶 4 人推估之南、北竿實際用水人口所占比例較低，東引、東莒及西莒較高。

表 3-2　連江縣自來水用戶數統計

單位：戶數

類別	南竿	北竿	東引	東莒	西莒	全縣	備註
一般	1,356	358	189	104	103	2,110	含一般住家、公司行號、公會、協會等
農牧	15	0	3	2	2	22	含農田、農(改)場、養豬、屠宰場等
商業	133	26	55	12	2	228	含餐飲、旅宿、洗衣、理髮等
工業	6	0	2	0	0	8	含酒廠、營造、海淡廠等
公共	46	52	32	11	12	153	含廟宇、公廁、公墓、候船室、船舶加水站、轉運站、公車站、機場、直升機場、燈塔、旅客服務中心、介壽堂、中正堂、活動中心、公園、圖書館、游泳池、市場、醫院、衛生所、停車場等
學校	6	5	3	1	1	16	含高中、國中、國小、幼稚園等
機關	98	17	22	17	13	167	含縣政府、警察局、消防局、水廠、鄉公所、村公所、中華電信、台電、郵局、中油、銀行、紅十字會、農會、漁會等
軍方	71	15	38	5	6	135	含陸、海、空軍及聯勤、軍醫院等
岸巡	8	3	1	1	1	14	含海岸巡防署(海巡、岸巡)等
小計	1,739	476	345	153	140	2,853	

資料來源：連江縣自來水廠

表 3-3　常駐人口比例試算表

地區	南竿	北竿	東莒	西莒	東引
民國 102 年戶籍人數	7,288	2,268	690	748	1,171
前期計畫推估常駐人口比例	100%	90%	50%	60%	50%
總用水戶扣除軍方、岸巡及商業類別轉換用水人數					
自來水用戶數	1,527	432	135	131	251
轉換人數(×3)	4,581	1,296	284*	393	753
與戶籍人口比例	62.9%	57.1%	41.2%	52.5%	64.3%
轉換人數(×4)	6,108	1,728	378*	524	1,004
與戶籍人口比例 (本計畫設定常駐人口比例)	83.8%	76.2%	54.8%	70.1%	85.7%

*東莒地區有 30%自來水用戶為空戶，故轉換時再乘以 70%

綜整前期計畫設定值及本計畫現地訪談結果，在常駐人口的設定上，將以每戶 4 人轉換為實際用水人數訂之，分別為南竿 83.8%、北竿 76.2%、東引 85.7%、東莒 54.8%、西

莒 70.1%。故民國 98~102 年各島常駐人口數推估結果如表 3-4 所示。

表 3-4　民國 98~102 年馬祖地區各島常駐人口數推估

年度	南竿	北竿	東莒	西莒	東引
98	4,977	1,337	278	461	908
99	4,948	1,420	288	463	903
100	5,029	1,420	275	463	925
101	5,682	1,578	331	506	971
102	6,108	1,728	378	524	1,004

2、觀光人數

依據交通部觀光局馬祖國家風景區管理處統計資料，民國 98~102 年馬祖地區旅遊人數分別為 86,082、80,931、98,247、99,950 及 106,635 人。各島觀光人口比例分配亦根據交通部觀光局之統計資料設定，其中莒光鄉觀光人口參考「馬祖水資源綜合發展計畫」之建議，以東莒佔 60%、西莒佔 40%之比例推求兩島遊客人數。各島觀光人口比例及對應人數如表 3-5 所示。

表 3-5　民國 98~102 年馬祖地區各島觀光人口比例及人數

年度	南竿		北竿		東莒		西莒		東引	
	比例	人數	比例	人數	比例	人數	比例	人數	比例	人數
98	31.5%	27,116	24.6%	21,176	11.0%	9,469	7.4%	6,370	25.5%	21,951
99	37.4%	30,268	32.0%	25,898	9.2%	7,446	6.1%	4,937	15.3%	12,382
100	35.8%	35,172	37.1%	36,450	8.3%	8,155	5.5%	5,404	13.3%	13,067
101	39.1%	39,080	31.8%	31,784	7.8%	7,796	5.2%	5,197	16.1%	16,092
102	44.9%	47,879	35.9%	38,282	6.8%	7,251	4.5%	4,799	7.9%	8,424

3、國防人數

由於國防人數屬於機密，因此前期計畫參考民國 87 年「馬祖通訊周刊」統計資料，並考量軍隊配合政府實施精簡計畫，駐軍人數已逐漸減少，配合電話訪談縣府與水廠人員，推估南竿、北竿、東莒、西莒及東引各島駐軍人口約分別為 2,000 人、600 人、250 人、500 人及 3,800 人，並假設駐軍用水習慣與當地居民相同來計算國防用水量。

本計畫進行現地調查時，取得連江縣自來水廠整理的各島軍方用水量資料，如表 3-6 所示。故本計畫將先採用實際軍方供水量資料作為各島每人每日用水量反推時的依據，之後視推估成果評估國防用水需求的計算方式。

表 3-6　民國 98~102 年馬祖地區各島軍方實際供水量

年度	南竿	北竿	東莒	西莒	東引
98	330,789	112,481	15,895	59,657	213,714
99	295,862	120,240	17,131	63,553	236,224
100	299,677	97,728	17,009	64,690	198,705
101	282,947	71,304	17,013	64,378	207,760
102	248,060	83,128	17,475	60,625	225,410

資料來源：連江縣自來水廠

4、計算每日平均觀光用水量

假設觀光人口之用水習慣與台灣地區相同，且每位觀光客在馬祖地區停留 3 天，包含 2 天住宿。依據每人每日不同用途用水比例（廁所 28%、洗衣 22%、洗澡 25%、廚房 15%、其他 10%），區分觀光住宿與觀光非住宿用水量。住宿用水量扣除洗衣用水，以每人每日用水量之 78%估算；非住宿用水量扣除洗衣用水與盥洗用水，以台灣地區每人每日用水量之 53%估算。

依據經濟部水利署各項用水統計資料庫得知，民國98~102 年台灣地區平均每人每日用水量約為 268~271 公升，按比例推估馬祖地區觀光住宿每人每日用水量及觀光非住宿每人每日用水量如表 3-7 所示。平均住宿觀光用水量為210 公升，非住宿 143 公升。

表 3-7　馬祖地區觀光每人每日用水量

年度	住宿	非住宿
98	211	144
99	211	144
100	211	143
101	209	142
102	209	142
平均	210	143

5、供水普及率與抄見率

民國 98~102 年馬祖地區自來水普及率及抄見率如表 3-8 所示。民國 98~100 年普及率均接近 98%，最高達98.54%，但民國 101 及 102 年則逐漸降低。對照馬祖地區戶籍人數變化趨勢，推測是因民國 101 年 7 月份博弈公投前民眾欲參與投票而遷籍回馬祖，及通過後預期的相關福利措施之誘因，使得有意願將戶口遷入馬祖的人數增加，但僅設戶籍未申請自來水使用，因此使得普及率降低。

表 3-8　民國 98~102 年馬祖地區自來水普及率及抄見率

年度	配水總量 (立方公尺/年)	售水總量 (立方公尺/年)	普及率	抄見率
98	1,406,004	1,234,916	98.78%	87.83%
99	1,440,973	1,223,945	97.92%	84.94%
100	1,432,193	1,220,685	98.54%	85.23%
101	1,423,456	1,207,214	97.94%	84.81%
102	1,429,182	1,267,272	94.96%	88.67%

資料來源：連江縣自來水廠

6、 各鄉實際供水量

馬祖地區民國 98~102 年各島實際供水量如表 3-9 所示。

表 3-9　馬祖地區民國 98~102 年各島實際供水量

年度	南竿		北竿		東引		東莒		西莒	
	立方公尺/年	立方公尺/日	立方公尺/年	立方公尺/日	立方公尺/年	立方公尺/日	立方公尺/年	立方公尺/日	立方公尺/年	立方公尺/日
98	748,207	2,050	197,159	540	363,537	996	34,624	95	72,283	198
99	754,277	2,067	197,879	542	375,564	1,029	36,818	101	76,435	209
100	824,961	2,260	178,831	490	314,644	862	35,792	98	77,965	214
101	808,880	2,216	167,507	459	320,620	878	37,591	103	88,858	243
102	786,301	2,154	181,031	496	340,871	934	39,967	109	81,012	222

資料來源：連江縣自來水廠

7、 以試誤法率定每人每日實際生活用水量

本計畫首先根據民國 98~102 年常駐人口數、實際觀光人數、每人每日用水量標準、實際軍方用水量等進行反推，以民國 102 年成果為例（如表 3-10），經推估南竿、北竿、東莒、西莒及東引各島每人每日實際生活用水量分別約為每日 224、123、135、119 及 345 公升。民國 98~102 年推估成果詳表 3-11 所示。

表 3-11　每人每日用水量推估成果（考量軍方實際用水）

單位：公升/日

年度	南竿	北竿	東莒	西莒	東引
98 年	200	142	116	75	402
99 年	230	130	135	94	434
100 年	257	119	136	99	350
101 年	227	129	128	143	326
102 年	224	123	135	119	345

表 3-10　馬祖地區民國 102 年每人每日實際用水量估算表（考量軍方實際用水）

南竿地區每人每日用水量估算					
用水標的	生活用水	觀光用水	國防用水	小計	每日實際供水量(CMD)
平均人口數(人)	6,108	47,879			
每人每日平均用水量(公升)	224	209/142			
每日平均供水量(CMD)	1,468	83	603	2,154	2,154
北竿地區每人每日用水量估算					
用水標的	生活用水	觀光用水	國防用水	小計	每日實際供水量(CMD)
平均人口數(人)	1,728	38,282			
每人每日平均用水量(公升)	123	209/142			
每日平均供水量(CMD)	228	66	202	496	496
東莒地區每人每日用水量估算					
用水標的	生活用水	觀光用水	國防用水	小計	每日實際供水量(CMD)
平均人口數(人)	378	7,251			
每人每日平均用水量(公升)	135	209/142			
每日平均供水量(CMD)	54	13	42	109	109
西莒地區每人每日用水量估算					
用水標的	生活用水	觀光用水	國防用水	小計	每日實際供水量(CMD)
平均人口數(人)	524	4,799			
每人每日平均用水量(公升)	119	209/142			
每日平均供水量(CMD)	67	8	147	222	222
東引地區每人每日用水量估算					
用水標的	生活用水	觀光用水	國防用水	小計	每日實際供水量(CMD)
平均人口數(人)	1,004	8,424			
每人每日平均用水量(公升)	345	209/142			
每日平均供水量(CMD)	371	15	548	934	934

註：
1. 本估算表係調整各島之生活用水每人每日用水量數據至符合實際供水量紀錄
2. 民國 102 年馬祖地區各島實際供水量、抄見率（88.67%）、普及率（94.96%）資料來源為馬祖自來水廠
3. 計算方式：
   生活用水需求量＝用水人口x供水普及率x每人每日用水量÷抄見率
   觀光用水需求量＝觀光人口x每人每日用水量x旅遊天數÷365÷抄見率
   國防用水需求量＝駐軍人口x每人每日用水量÷抄見率
4. 假設觀光人口用水習慣與台灣地區相同，依據水利署節約用水網站說明，民國 101 年台灣地區平均每人每日用水量
5. 住宿與非住宿觀光用水分別以每人每日用水量 209 公升（78%，扣除洗衣用水）、142 公升（53%，扣除洗衣及盥洗用水）估算

由計算成果可知，南竿地區推估成果與前期計畫類似，但部分數據(如東引地區)明顯偏高，與實際狀況有所差異，推測可能原因是軍方實際用水量數據偏低，生活用水量所佔比例過大，加上東引常駐人口不多，導致每人每日用水量偏高。

由於直接採用軍方用水量所推估之每人每日用水量數據較不合理，本計畫改採前期計畫所用模式，根據民國 98~102 年實際用水量進行推估，以民國 102 年成果為例，如表 3-12 所示，經推估南竿、北竿、東莒、西莒及東引各島每人每日實際生活用水量分別約為每日 235、170、140、190 及 172 公升。民國 98~102 年推估成果詳表 3-13 所示。

表 3-13　每人每日用水量推估成果（按前期計畫方式）

單位：公升/日

年度	南竿	北竿	東莒	西莒	東引
98 年	230	205	133	164	175
99 年	244	212	144	180	186
100 年	265	185	143	184	155
101 年	237	159	136	201	156
102 年	235	170	140	190	172
平均	242	186	139	184	169

由各島計算成果來看，其每人每日用水量較為合理，故本計畫採 5 年平均的方式訂定每人每日用水量。南竿、北竿、東莒、西莒及東引各島每人每日實際生活用水量分別約為每日 242、186、139、184 及 169 公升，各目標年每人每日用水量維持不變，作為馬祖地區每人每日用水量建議值，以期未來用水推估值能較符合實際用水狀況。

表 3-12　馬祖地區民國 102 年每人每日實際用水量估算表
（以前期計畫方式推估）

南竿地區每人每日用水量估算					
用水標的	生活用水	觀光用水	國防用水	小計	每日實際供水量(CMD)
平均人口數(人)	6,108	47,879	2,000		
每人每日平均用水量(公升)	235	209/142	235		
每日平均供水量(CMD)	1,540	83	531	2,154	2,154
北竿地區每人每日用水量估算					
用水標的	生活用水	觀光用水	國防用水	小計	每日實際供水量(CMD)
平均人口數(人)	1,728	38,282	600		
每人每日平均用水量(公升)	170	209/142	170		
每日平均供水量(CMD)	315	66	115	496	496
東莒地區每人每日用水量估算					
用水標的	生活用水	觀光用水	國防用水	小計	每日實際供水量(CMD)
平均人口數(人)	378	7,251	250		
每人每日平均用水量(公升)	140	209/142	140		
每日平均供水量(CMD)	57	13	40	109	109
西莒地區每人每日用水量估算					
用水標的	生活用水	觀光用水	國防用水	小計	每日實際供水量(CMD)
平均人口數(人)	524	4,799	500		
每人每日平均用水量(公升)	190	209/142	190		
每日平均供水量(CMD)	107	8	107	222	222
東引地區每人每日用水量估算					
用水標的	生活用水	觀光用水	國防用水	小計	每日實際供水量(CMD)
平均人口數(人)	1,004	8,424	3,800		
每人每日平均用水量(公升)	172	209/142	172		
每日平均供水量(CMD)	184	15	735	934	934

註：
1. 本估算表係調整各島之生活用水每人每日用水量數據至符合實際供水量紀錄
2. 民國 102 年馬祖地區各島實際供水量、抄見率（88.67%）、普及率（94.96%）資料來源為馬祖自來水廠
3. 計算方式：
   生活用水需求量＝用水人口x供水普及率x每人每日用水量÷抄見率
   觀光用水需求量＝觀光人口x每人每日用水量x旅遊天數÷365÷抄見率
   國防用水需求量＝駐軍人口x每人每日用水量÷抄見率
4. 假設觀光人口用水習慣與台灣地區相同，依據水利署節約用水網站說明，民國 101 年台灣地區平均每人每日用水量
5. 住宿與非住宿觀光用水分別以每人每日用水量 209 公升（78%，扣除洗衣用水）、142 公升（53%，扣除洗衣及盥洗用水）估算

(二)用水人口數

1、 常駐人口數

馬祖地區歷年人口成長資料如表 3-14。民國 101 與 102 年因博弈公投出現較大變化，為符合實際情形，以民國 91~100 年各島戶籍人口平均成長率進行人口成長推估，同時參考國家發展委員會民國 103 年所提「中華民國人口推計（103 年至 105 年）」，於中成長趨勢下民國 110 年後戶籍人口為零成長，算出各目標年戶籍人口數（詳表 3-15），其後乘上各島常駐人口比例（詳表 3-3），得目標年馬祖各島常駐人口數如表 3-16 所示。

表 3-15　馬祖地區各目標年人口預估值一覽表

地區 / 年度	南竿	北竿	東莒	西莒	東引	合計
105	7,569	2,262	745	787	1,239	12,603
106	7,665	2,260	765	800	1,263	12,753
107	7,763	2,258	784	814	1,287	12,906
108	7,861	2,256	805	828	1,312	13,061
109	7,961	2,254	826	842	1,337	13,219
110	8,062	2,252	847	856	1,362	13,380
111	8,062	2,252	847	856	1,362	13,379
112	8,062	2,252	847	856	1,362	13,379
113	8,062	2,252	847	856	1,362	13,379
114	8,062	2,252	847	856	1,362	13,379
115	8,062	2,252	847	856	1,362	13,379
116	8,062	2,252	847	856	1,362	13,379
117	8,062	2,252	847	856	1,362	13,379
118	8,062	2,252	847	856	1,362	13,379
119	8,062	2,252	847	856	1,362	13,379
120	8,062	2,252	847	856	1,362	13,379
130	8,062	2,252	847	856	1,362	13,379
140	8,062	2,252	847	856	1,362	13,379

資料來源：連江縣政府民政局，本計畫整理

表 3-14　馬祖地區民國 90~102 年人口成長資料一覽表

項目 / 地區	項次年度	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102
南竿	歷年人數	5224	4896	5101	5505	6025	5846	5945	5798	5939	5904	6000	6780	7288
	增減人口數	—	-328	205	404	520	-179	99	-147	141	-35	96	780	508
	增減率	—	-6.70%	4.02%	7.34%	8.63%	-3.06%	1.67%	-2.54%	2.37%	-0.59%	1.60%	11.50%	6.97%
	平均成長率	—	1.27%											
北竿	歷年人數	1866	1885	1774	1831	1932	1804	1824	1762	1755	1801	1864	2071	2268
	增減人口數	—	19	-111	57	101	-128	20	-62	-7	46	63	207	197
	增減率	—	1.01%	-6.26%	3.11%	5.23%	-7.10%	1.10%	-3.52%	-0.40%	2.55%	3.38%	10.00%	8.69%
	平均成長率	—	-0.09%											
東莒	歷年人數	351	495	459	478	589	489	506	511	508	525	502	604	690
	增減人口數	—	144	-36	19	111	-100	17	5	-3	17	-23	102	86
	增減率	—	29.09%	-7.84%	3.97%	18.85%	-20.45%	3.36%	0.98%	-0.59%	3.24%	-4.58%	16.89%	12.46%
	平均成長率	—	2.60%											
西莒	歷年人數	522	592	577	631	831	687	674	672	658	661	661	723	748
	增減人口數	—	70	-15	54	200	-144	-13	-2	-14	3	0	62	25
	增減率	—	11.82%	-2.60%	8.56%	24.07%	-20.96%	-1.93%	-0.30%	-2.13%	0.45%	0.00%	8.58%	3.34%
	平均成長率	—	1.70%											
東引	歷年人數	888	895	895	914	968	960	997	1012	1059	1053	1079	1132	1171
	增減人口數	—	7	0	19	54	-8	37	15	47	-6	26	53	39
	增減率	—	0.78%	0.00%	2.08%	5.58%	-0.83%	3.71%	1.48%	4.44%	-0.57%	2.41%	4.68%	3.33%
	平均成長率	—	1.91%											

資料來源：連江縣政府民政局

備註：平均成長率以91年至100年推求

表 3-16　馬祖地區各目標年各島常駐人口數

年度	南竿	北竿	東莒	西莒	東引	合計
105	6,343	1,724	408	552	1,062	10,089
110	6,756	1,716	464	600	1,168	10,704
115	6,756	1,716	464	600	1,167	10,703
120	6,756	1,716	464	600	1,167	10,703
130	6,756	1,716	464	600	1,167	10,703
140	6,756	1,716	464	600	1,167	10,703

2、駐軍人數

依前期計畫設定駐軍人數，並假設至目標年（民國 140 年）駐軍人數不再成長。

3、觀光人數

由第貳章之分析，由於戰地氣氛濃厚，加上特殊的地形景觀，馬祖地區觀光人口逐年上升，加上博弈公投通過，吸引更多的觀光人潮。本計畫根據民國 98~102 年觀光人口成長比例（5.12%），推估各目標年觀光人口。但因受限於交通運輸，觀光人口應有一定限制，故本計畫以現有交通設施容量，推估觀光人口最大量。

在航空部分，因立榮航空現階段 56 人座次飛機已停航，由 72 人座次取代，以松山→南竿、松山→北竿、台中→南竿三種航線皆滿載推估並參考交通部觀光局統計資料推估遊客量方式計算（載客量x0.537），飛機年度最大遊客量為 150,929 人；臺馬輪方面因遊客較不會考慮以坐船方式前往，故僅以歷年統計資料單一月份最大遊客數推估臺馬輪年度最大遊客量為 42,980 人次。兩馬小三通因旅遊人數逐年減少且數量不多，故不另計算。依上述方式推估總計，遊客人口推估最大量為 193,909 人次。

根據觀光人口成長比例推估，民國 115 年後觀光人數達到最大量，故之後維持零成長，後續將據以推估觀光用水需求。依照上述原則推估各目標年觀光人口數如表 3-17 所示。

表 3-17　馬祖地區各目標年觀光人口推估值

單位：人

年度	合計	增減數
105	123,864	17,232
110	158,991	35,127
115	193,909	34,918
120	193,909	0
130	193,909	0
140	193,909	0

(三)供水普及率與抄見率

目標年民國 140 年各標的用水需求推估工作，尚需考慮下列 2 項供水參數，方能進行推估。

1、供水普及率

自來水供水普及率之定義為實際供水人口佔行政區人口之百分比。依據連江縣自來水廠提供之資料顯示（詳表 3-8），馬祖地區民國 102 年供水普及率已達 94.96%。本計畫以民國 102 年普及率為基準，並以目標年民國 110 年普及率達 98.00%為目標，逐年提高自來水普及率，因馬祖地區普遍存在籍在人不在的問題，預計於民國 110 年後較難提升，預期各目標年供水普及率詳如表 3-18 所示。

2、抄見率

配水量係指自來水自淨水場總水管輸出，經輸水管通過各配水系統分水表之總和。抄見率係指自來水系統於配水輸送後扣除各種輸送損失後之用戶水表抄見量與配水量之百

分比。依據連江縣自來水廠提供之資料顯示（詳表 3-8），馬祖地區民國 102 年抄見率為 88.67%，本計畫以民國 102 年為基準，並以目標年民國 110 年抄見率達 90%為目標，逐年提升自來水抄見率。由於仍有部分水量（如消防用水、工程用水等）未計費，故民國 110 年後均維持 90%，預期各目標年抄見率詳如表 3-18 所示。

表 3-18　馬祖地區各目標年供水普及率及抄見率設定值

年度	普及率	抄見率
102	94.96%	88.67%
105	96.48%	88.82%
110	98.00%	90.00%
115	98.00%	90.00%
120	98.00%	90.00%
130	98.00%	90.00%
140	98.00%	90.00%

(四)各目標年需求推估結果

1、 生活用水需求推估

依前述各目標年各供水標準與各地區人口之估算及（3-1）式，推估馬祖地區各目標年之生活用水需求量如表 3-19 所示。南竿、北竿、東莒、西莒及東引各島至目標年（民國 140 年）生活用水需求量分別約為每日 1,780、348、70、120 及 215 立方公尺。

2、 國防用水需求推估

依前述各目標年駐軍人數皆不再成長之假設下，依（3-2）式推估馬祖地區各目標年國防用水需求量如表 3-20 所示。南竿、北竿、東莒、西莒及東引各島至目標年（民國 140 年）國防用水需求量，分別約為每日 538、124、39、102

及 714 立方公尺。

表 3-19 馬祖地區各目標年生活用水需求推估

區	目標年	用水人口數	每人每日用水量(公升)	普及率	抄見率	生活用水需求量(立方公尺/日)
南竿	105	6,343	242	96.48%	88.82%	1,667
	110	6,756	242	98.00%	90.00%	1,780
	115	6,756	242	98.00%	90.00%	1,780
	120	6,756	242	98.00%	90.00%	1,780
	130	6,756	242	98.00%	90.00%	1,780
	140	6,756	242	98.00%	90.00%	1,780
北竿	105	1,724	186	96.48%	88.82%	348
	110	1,716	186	98.00%	90.00%	348
	115	1,716	186	98.00%	90.00%	348
	120	1,716	186	98.00%	90.00%	348
	130	1,716	186	98.00%	90.00%	348
	140	1,716	186	98.00%	90.00%	348
東莒	105	408	139	96.48%	88.82%	62
	110	464	139	98.00%	90.00%	70
	115	464	139	98.00%	90.00%	70
	120	464	139	98.00%	90.00%	70
	130	464	139	98.00%	90.00%	70
	140	464	139	98.00%	90.00%	70
西莒	105	552	184	96.48%	88.82%	110
	110	600	184	98.00%	90.00%	120
	115	600	184	98.00%	90.00%	120
	120	600	184	98.00%	90.00%	120
	130	600	184	98.00%	90.00%	120
	140	600	184	98.00%	90.00%	120
東引	105	1,062	169	96.48%	88.82%	195
	110	1,168	169	98.00%	90.00%	215
	115	1,167	169	98.00%	90.00%	215
	120	1,167	169	98.00%	90.00%	215
	130	1,167	169	98.00%	90.00%	215
	140	1,167	169	98.00%	90.00%	215
全區	105	10,089		96.48%	88.82%	2,382
	110	10,704		98.00%	90.00%	2,533
	115	10,703		98.00%	90.00%	2,533
	120	10,703		98.00%	90.00%	2,533
	130	10,703		98.00%	90.00%	2,533
	140	10,703		98.00%	90.00%	2,533

表 3-20 馬祖地區各目標年國防用水需求推估

區	目標年	駐軍人數	每人每日用水量(公升)	抄見率	國防用水需求量(立方公尺/日)
南竿	105	2,000	242	88.82%	545
	110	2,000	242	90.00%	538
	115	2,000	242	90.00%	538
	120	2,000	242	90.00%	538
	130	2,000	242	90.00%	538
	140	2,000	242	90.00%	538
北竿	105	600	186	88.82%	126
	110	600	186	90.00%	124
	115	600	186	90.00%	124
	120	600	186	90.00%	124
	130	600	186	90.00%	124
	140	600	186	90.00%	124
東莒	105	250	139	88.82%	39
	110	250	139	90.00%	39
	115	250	139	90.00%	39
	120	250	139	90.00%	39
	130	250	139	90.00%	39
	140	250	139	90.00%	39
西莒	105	500	184	88.82%	104
	110	500	184	90.00%	102
	115	500	184	90.00%	102
	120	500	184	90.00%	102
	130	500	184	90.00%	102
	140	500	184	90.00%	102
東引	105	3,800	169	88.82%	723
	110	3,800	169	90.00%	714
	115	3,800	169	90.00%	714
	120	3,800	169	90.00%	714
	130	3,800	169	90.00%	714
	140	3,800	169	90.00%	714
全區	105	7,150		88.82%	1,536
	110	7,150		90.00%	1,516
	115	7,150		90.00%	1,516
	120	7,150		90.00%	1,516
	130	7,150		90.00%	1,516
	140	7,150		90.00%	1,516

3、觀光用水需求推估

觀光用水之每人每日用水量與前述水資源需求推估採用相同設定。依表 3-17 各目標年觀光人口預估值，並參考交通部觀光局統計之各島遊客比例，依民國 98 至 102 年遊客比例平均值(南竿 37.74%、北竿 32.28%、東莒 8.62%、西莒 5.75%及東引 15.61%)進行各島觀光人數估算，求得各目標年馬祖地區各島的觀光人數如表 3-21。

表 3-21　馬祖地區各目標年各島觀光人口推估

單位：人

地區	遊客比例	民國105年	民國110年	民國115年	民國120年	民國130年	民國140年
南竿	37.74%	46,747	60,005	73,183	73,183	73,183	73,183
北竿	32.28%	39,984	51,323	62,595	62,595	62,595	62,595
東莒	8.62%	10,675	13,702	16,711	16,711	16,711	16,711
西莒	5.75%	7,120	9,139	11,146	11,146	11,146	11,146
東引	15.61%	19,338	24,822	30,274	30,274	30,274	30,274
總計	100%	123,864	158,991	193,909	193,909	193,909	193,909

依（3-3）式估算，推估各目標年觀光用水需求量如表 3-22 所示。南竿、北竿、東莒、西莒及東引各島至目標年（民國 140 年）觀光用水需求量分別約為每日 125、107、29、19 及 52 立方公尺。

4、總用水需求推估成果

圖 3-2 及表 3-23 為本計畫馬祖地區總用水需求結果。南竿、北竿、東莒、西莒及東引各島至目標年民國 140 年總用水需求量，其中民國 110 年時分別為每日 2,421、559、132、238 及 971 立方公尺（合計 4,321 立方公尺）。民國 140 年時分別為每日 2,443、579、138、242 及 980 立方公尺（合計 4,382 立方公尺）。

表 3-22　馬祖地區各目標年觀光用水需求推估

區	目標年	觀光人口數(人次/年)	住宿每人每日用水量(公升)	非住宿每人每日用水量(公升)	抄見率	觀光用水需求量(立方公尺/日)
南竿	105	46,747	210	143	88.82%	81
	110	60,005	210	143	90.00%	103
	115	73,183	210	143	90.00%	125
	120	73,183	210	143	90.00%	125
	130	73,183	210	143	90.00%	125
	140	73,183	210	143	90.00%	125
北竿	105	39,984	210	143	88.82%	69
	110	51,323	210	143	90.00%	88
	115	62,595	210	143	90.00%	107
	120	62,595	210	143	90.00%	107
	130	62,595	210	143	90.00%	107
	140	62,595	210	143	90.00%	107
東莒	105	10,675	210	143	88.82%	19
	110	13,702	210	143	90.00%	23
	115	16,711	210	143	90.00%	29
	120	16,711	210	143	90.00%	29
	130	16,711	210	143	90.00%	29
	140	16,711	210	143	90.00%	29
西莒	105	7,120	210	143	88.82%	12
	110	9,139	210	143	90.00%	16
	115	11,146	210	143	90.00%	19
	120	11,146	210	143	90.00%	19
	130	11,146	210	143	90.00%	19
	140	11,146	210	143	90.00%	19
東引	105	19,338	210	143	88.82%	34
	110	24,822	210	143	90.00%	43
	115	30,274	210	143	90.00%	52
	120	30,274	210	143	90.00%	52
	130	30,274	210	143	90.00%	52
	140	30,274	210	143	90.00%	52
全區	105	123,864	210	143	88.82%	215
	110	158,991	210	143	90.00%	272
	115	193,909	210	143	90.00%	332
	120	193,909	210	143	90.00%	332
	130	193,909	210	143	90.00%	332
	140	193,909	210	143	90.00%	332

表 3-23　馬祖地區各目標年總用水需求推估結果

地區	目標年	生活用水需求量（立方公尺/日）	觀光用水需求量（立方公尺/日）	國防用水需求量（立方公尺/日）	總用水需求量（立方公尺/日）
南竿	105	1667	81	545	2,293
	110	1780	103	538	2,421
	115	1780	125	538	2,443
	120	1780	125	538	2,443
	130	1780	125	538	2,443
	140	1780	125	538	2,443
北竿	105	348	69	126	543
	110	348	88	124	559
	115	348	107	124	579
	120	348	107	124	579
	130	348	107	124	579
	140	348	107	124	579
東莒	105	62	19	39	119
	110	70	23	39	132
	115	70	29	39	138
	120	70	29	39	138
	130	70	29	39	138
	140	70	29	39	138
西莒	105	110	12	104	226
	110	120	16	102	238
	115	120	19	102	242
	120	120	19	102	242
	130	120	19	102	242
	140	120	19	102	242
東引	105	195	34	723	952
	110	215	43	714	971
	115	215	52	714	980
	120	215	52	714	980
	130	215	52	714	980
	140	215	52	714	980
全區	105	2,382	215	1,536	4,134
	110	2,533	272	1,516	4,321
	115	2,533	332	1,516	4,382
	120	2,533	332	1,516	4,382
	130	2,533	332	1,516	4,382
	140	2,533	332	1,516	4,382

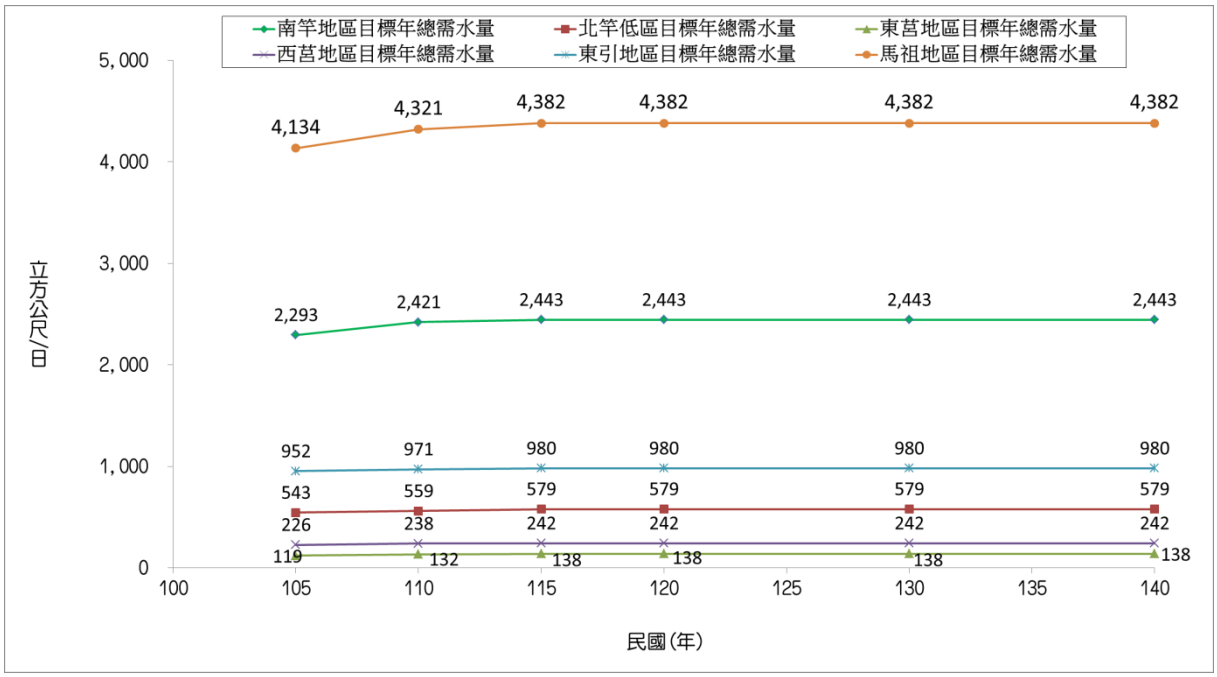


圖 3-2　馬祖地區各目標年總用水需求圖

第肆章 既有水資源設施調查評估與檢討

一、 水資源利用現況

二、 馬祖地區歷年缺水情形

三、 水資源設施現況功能調查評估

四、 既有水庫評估與檢討

五、 供水系統檢討

六、 既有水資源設施營運改善檢討

七、 現階段關鍵課題

第肆章　既有水資源設施調查評估與檢討

一、水資源利用現況

馬祖地區各島嶼由於面積狹小，地勢陡峭，逕流延滯之時間極為短暫，無法聚集大量地表逕流，故大部份降雨均直接排入海中，水資源之利用極為困難。

考量資料完整度及代表性，本計畫將以最新 102 年度為分析年份，分別對南竿、北竿、東莒、西莒及東引進行運用比例分析。馬祖地區整體水資源運用結構圖分類包括：

(一) 年總降雨體積

以民國 102 年降雨量 1,033 毫米計算，南竿、北竿、東莒、西莒及東引之年總降雨體積分別為 1,230、795、282、264 及 458 萬立方公尺。

(二) 年總逕流量

根據馬祖土地利用資料，配合衛星影像及地圖研判馬祖地區土地利用概況，依照不同土地使用狀況簡化區分為 8 類（表 4-1）。依據馬祖地區土地利用狀況與水文條件，參考 Chow et al.（1988）分析地表利用特徵與逕流係數關係表（詳表 4-2），推估各分類逕流比例詳如表 4-1。

表 4-1　土地利用簡化分類表

編號	土地利用	逕流比例
T1	高密度住宅區（住宅面積>70%）、建物、道路	80%
T2	中密度住宅區（住宅面積介於 70%及 30%間）	70%
T3	低密度住宅區混合農牧地（住宅面積<30%）。	60%
T4	低密度住宅區混合林地（住宅面積<30%）	50%
T5	農牧及草地	30%
T6	林地與草地混合區	27%
T7	林地、森林	25%
T8	長期湛水之水庫與湖泊	100%

資料來源：經濟部水利署水利規劃試驗所，離島地區中長程供水檢討規劃，民國 99 年。

表 4-2　地表利用特徵與逕流係數之關係

迴歸週期（年）							
表面特徵	2	5	10	25	50	100	500
已開發							
瀝青	0.73	0.77	0.81	0.86	0.9	0.95	1
混凝土/屋頂 綠地（草地、公園等）	0.75	0.8	0.83	0.88	0.92	0.97	1
坡度	植物覆蓋面積少於50%						
0-2%	0.32	0.34	0.37	0.4	0.44	0.47	0.58
2-7%	0.37	0.4	0.43	0.46	0.49	0.53	0.61
大於7%	0.4	0.43	0.45	0.49	0.52	0.55	0.62
坡度	植物覆蓋面積介於50%～75%						
0-2%	0.25	0.28	0.3	0.34	0.37	0.41	0.53
2-7%	0.33	0.36	0.38	0.42	0.45	0.49	0.58
大於7%	0.37	0.4	0.42	0.46	0.49	0.53	0.6
坡度	植物覆蓋面積大於75%						
0-2%	0.21	0.23	0.25	0.29	0.32	0.36	0.49
2-7%	0.29	0.32	0.35	0.39	0.42	0.46	0.56
大於7%	0.34	0.37	0.4	0.44	0.47	0.51	0.58
未開發							
坡度	農耕地						
0-2%	0.31	0.34	0.36	0.4	0.43	0.47	0.57
2-7%	0.35	0.38	0.41	0.44	0.48	0.51	0.6
大於7%	0.39	0.42	0.44	0.48	0.51	0.54	0.61
坡度	山坡/放牧區						
0-2%	0.25	0.28	0.3	0.34	0.37	0.41	0.53
2-7%	0.33	0.36	0.38	0.42	0.45	0.49	0.58
大於7%	0.37	0.4	0.42	0.46	0.49	0.53	0.6
坡度	森林/林地						
0-2%	0.22	0.25	0.28	0.31	0.35	0.39	0.48
2-7%	0.31	0.34	0.36	0.4	0.43	0.47	0.56
大於7%	0.35	0.39	0.41	0.45	0.48	0.52	0.58

資料來源：Chow et al.，Applied Hydrology，1988。

根據離島地區中長程供水檢討規劃（2000），各島嶼土地利用類型所佔比例如表 4-3 所示，配合表 4-2 可得南竿、北竿、東莒、西莒及東引之逕流係數分別為 0.35、0.28、0.36、0.33 及 0.31，其相對之年總逕流量則分別為 431、269、103、84 及 141 萬立方公尺。

表 4-3　馬祖各島嶼土地利用所佔比例

類型	南竿	北竿	東莒	西莒	東引
高密度住宅區	4.44%	3.71%	2.61%	2.24%	1.75%
中密度住宅區	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.24%
低密度住宅區混合農牧地	0.01%	0.00%	2.64%	15.35%	9.57%
低密度住宅區混合林地	5.33%	3.07%	3.14%	3.61%	2.84%
農牧與草地	0.04%	0.00%	0.41%	0.52%	1.92%
林地與草地混合區	0.00%	20.82%	82.99%	77.05%	83.37%
林地	82.10%	72.38%	0.00%	0.00%	0.00%
長期滲水之水庫與湖泊	8.07%	0.01%	8.21%	1.24%	0.32%

資料來源：經濟部水利署水利規劃試驗所，離島地區中長程供水檢討規劃，民國 99 年

(三)年總入滲量

本計畫採用水利署水利規劃試驗所民國 95 年「馬祖地區地下水資源調查規劃」中所採用的一維垂向入滲量推估法（詳附錄四），計算民國 102 年南竿、北竿、東莒、西莒及東引之年入滲量分別為 49（4%）、24（3%）、8（3%）、5（2%）、18（4%）萬立方公尺。由於馬祖地區各島皆屬於丘陵地形，島上並無平原區，較為平緩的地區僅有沿海小海灣，亦稱為澳（沃）口，地下水含水層主要即分散於各澳口地區，含水層彼此並不相連，故整體而言入滲量所佔比例較低。

(四)年總蒸發散量

年總降雨體積扣除年總逕流量與年總入滲量，即為年總蒸發散量，於南竿、北竿、東莒、西莒及東引之年總蒸發散量為 750（61%）、548（69%）、172（61%）、172（65%）及 298（65%）萬立方公尺。

(五)年總地下水抽水量

根據水利署水規所於民國 95 年「馬祖地區地下水資源調查規劃」之地下水井普查與推估結果，南竿、北竿、東莒、西莒及東引之年總地下水抽水量如表 4-4 所示。根據此調查結

果，南竿、北竿、東莒、西莒及東引之年總地下水抽水量分別為 4.7、1.5、4.7、0.4 及 0.2 萬立方公尺，約佔年總入滲量的 9.6%、6.25%、58.75%、8%及 1.1%。

表 4-4 馬祖地區各島年總地下水抽水量彙整表

單位：CMD

區域	家用水	農業用水	學校用水	公共給水	總計
南竿	59.73	34.03	35.45	0.00	129.21
北竿	5.48	34.44	0.00	0.00	39.92
東莒	2.75	4.28	0.00	122.65	129.68
西莒	5.77	3.84	0.00	0.00	9.61
東引	2.94	3.56	0.00	0.00	6.5

資料來源：經濟部水利署水利規劃試驗所，「馬祖地區地下水資源調查規劃」，民國 95 年

(六)年地下含水層入流量

年總入滲量扣除年總地下水抽水量後，可得南竿、北竿、東莒、西莒及東引之年地下含水層入流量分別為 44.3、22.5、3.3、4.6 及 17.8 萬立方公尺，約分別佔年總入滲量的 90.40%、93.75%、41.25%、92.00%及 98.90%。

(七)湖庫攔蓄量

在民國 99 年「離島地區中長程供水檢討規劃」中，曾以水庫演算的方式計算湖庫攔蓄量，然而各湖庫均欠缺溢流量資料，依目前馬祖地區湖庫水用量減少，部分湖庫時有滿庫的情形，可能會高估其攔蓄量。

為提升精確度，本計畫以民國 102 年度各湖庫之總出水量，配合民國 102 年 1 月 1 日及民國 103 年 1 月 1 日各湖庫之水位及 H-V-A 曲線（詳附錄五），計算當年度之湖庫攔蓄量。計算結果顯示，南竿、北竿、西莒及東引之水庫攔蓄量分別為

34.1、6.3、2.1 及 18.9 萬立方公尺，分別約僅佔年總逕流量的 7.9%、2.8%、2.4%及 13.3%。

(八)逕流入海量

年總逕流量扣除湖庫攔蓄量即為年總逕流入海量。南竿、北竿、東莒、西莒及東引逕流入海量分別為 396.9、216.7、102、84.9 及 123.1 萬立方公尺，分別約佔年總逕流量的 92.1%、97.2%、100%、97.6%及 86.7%。

圖 4-1~4-5 為馬祖各島之整體水資源運用結構圖。目前南竿、北竿、東莒、西莒、東引地區湖庫攔蓄量僅約佔總逕流量的 7.9%、2.8%、0%、2.4%及 13.3%，若僅單就提高湖庫攔蓄水量觀點而言，看似偏低的運用比例應該藉由增加湖庫庫容、利用率等方式加以改善。然而馬祖地區已無其他適宜水庫壩址，以往已投入大量經費進行湖庫改善、雨水截流工程擴大水庫集水區面積等工程，未來應綜合考量水量、水質、供水成本、能源、環境保育等課題，採用永續島嶼規劃理念重新審視水資源經理策略。

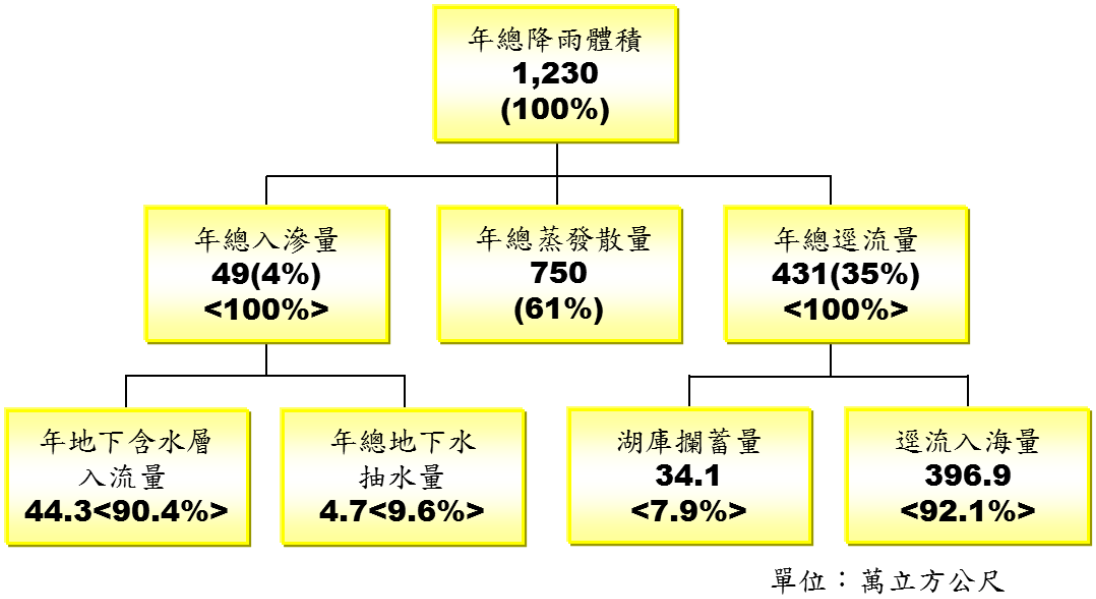


圖 4-1　南竿地區水資源運用結構圖

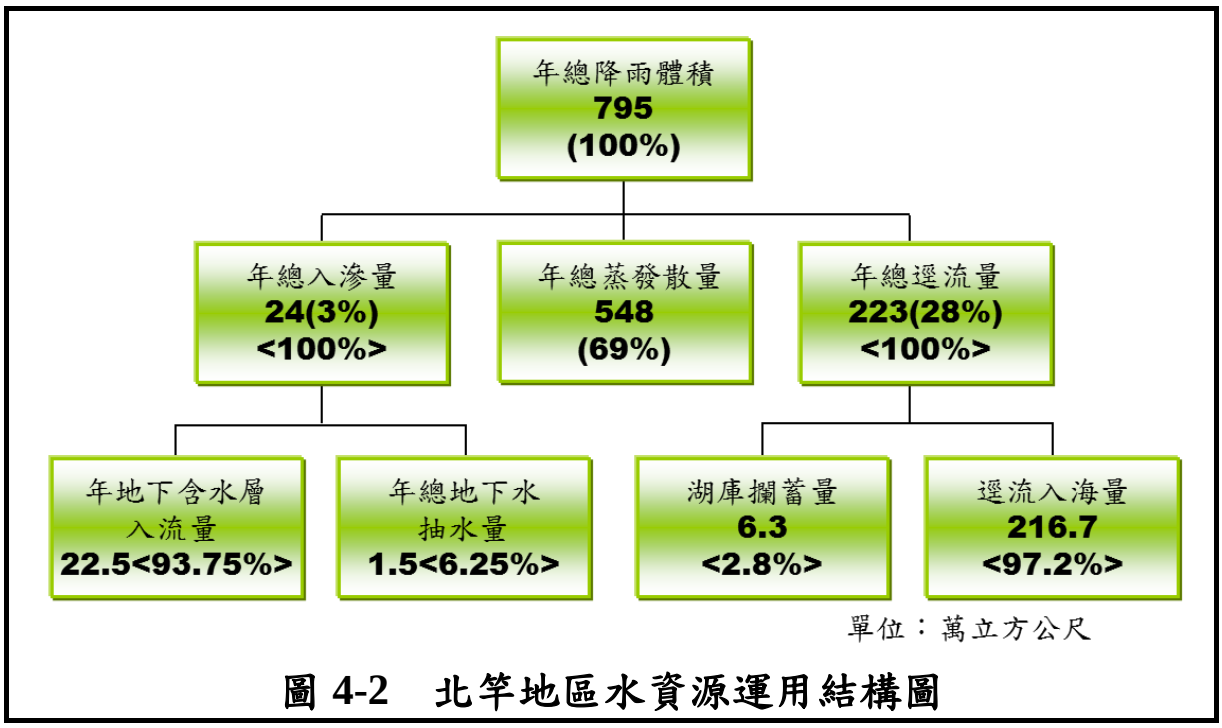


圖 4-2　北竿地區水資源運用結構圖

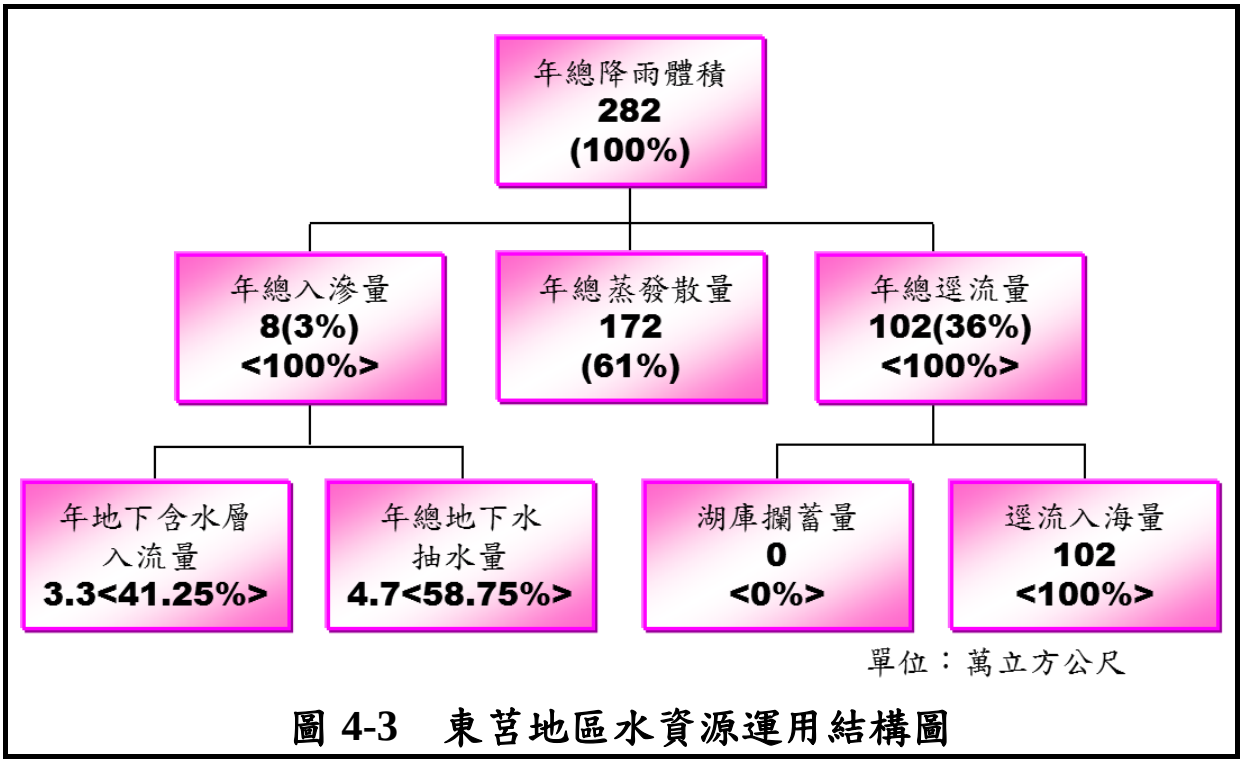


圖 4-3　東莒地區水資源運用結構圖

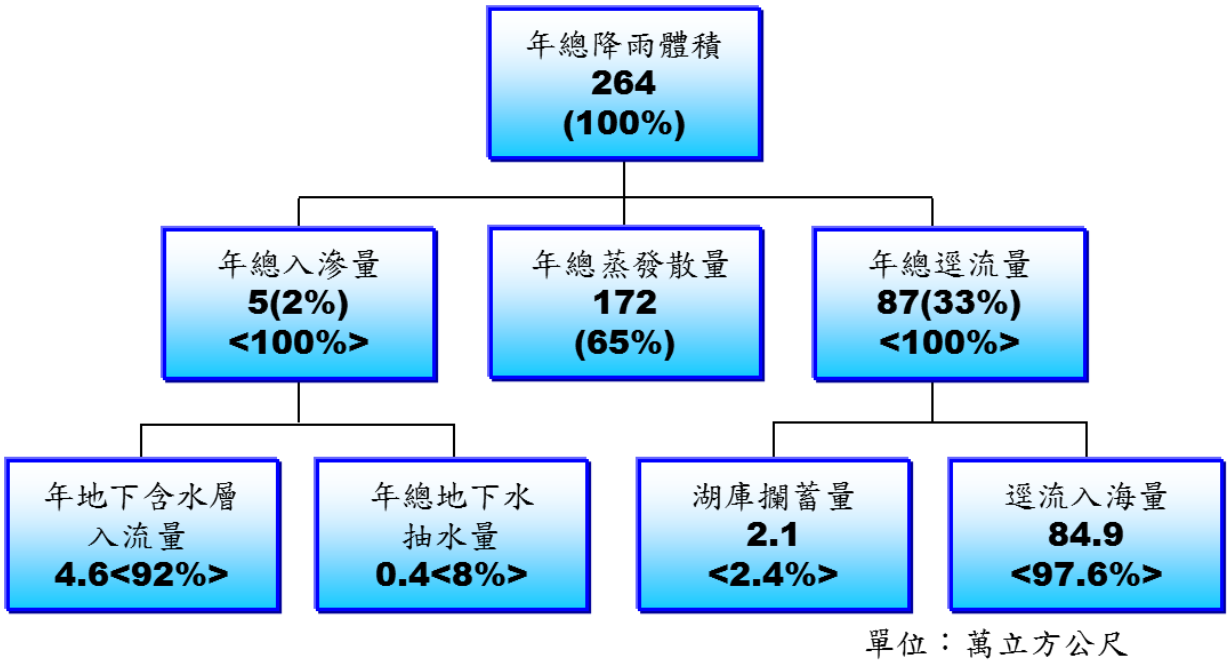


圖 4-4　西莒地區水資源運用結構圖

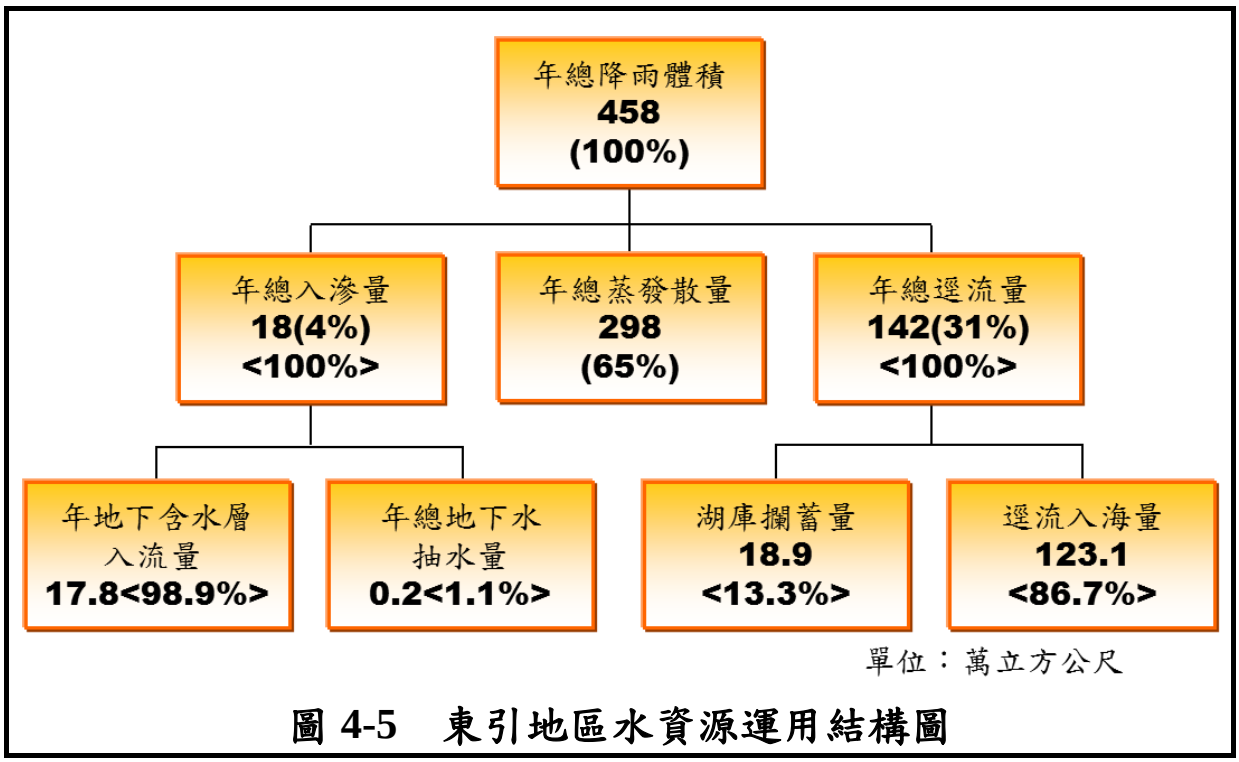


圖 4-5　東引地區水資源運用結構圖

二、馬祖地區歷年缺水情形

馬祖地區近 10 年（民國 91~102 年）實有缺水情形，水利署為抒解缺水壓力，緊急自台運水供應馬祖地區，各期程運水情形說明如下。

民國 92 年至 94 年馬祖地區缺水係依據『南竿地區旱災緊急應變計畫』辦理，計畫期程自民國 92 年 2 月 25 日起至民國 94 年 7 月 15 日止，於南竿地區水庫水量低於 8 萬立方公尺時啟動運水機制，運水模式採兩天一航次，每次 2,000 立方公尺，由台灣基隆港東四碼頭裝水，運至馬祖南竿福沃港卸水，預估每日運水量可達 800~1,000 立方公尺，總計運水量為 475,000 立方公尺，各階段運水數量詳見表 4-5。

表 4-5　馬祖地區運水執行數量表

階段	日期	總運水量（含軍方及民間）（立方公尺）	民間運水量（立方公尺）	軍方運水量（立方公尺）
第一階段	92/2/25~92/6/9	60,000	56,000	4,000
第二階段	92/11/18~93/2/18	105,000	90,000	15,000
第三階段	93/2/20~93/6/15 93/6/16~93/8/10	120,000	120,000	0
第四階段	93/12/16~94/7/15	190,000	180,000	10,000

民國 98 年南竿地區因降雨量不足，自民國 97 年 8 月 5 日起採第 1 階段限水措施，同年 12 月 16 日實施第 2 階段限水，然南竿地區降雨持續不足，至民國 98 年 3 月 19 日水庫有效蓄水量約 5 萬立方公尺，依據「連江縣公共用水缺水等級及限水措施」實施第 3 階段限水，並開始由北竿緊急運水至南竿，至民國 98 年 4 月 9 日止，計運水量 4 萬立方公尺；同年 5 月 20 日起至 6 月 25 日止，水情持續吃緊，自台灣運水約計 3.3 萬立方公尺（原預計運水 9 萬立方公尺），後因水情持續好轉，至 8 月 20 日南竿地區

恢復正常供水。

三、水資源設施現況功能調查評估

(一)水資源設施現況

1、 蓄水湖庫

馬祖地區湖庫總計 17 座，基本資料如表 4-6 所示，合計總蓄水容量約為 115 萬立方公尺,惟部分發生淤積或水質污染，致使自來水源無法利用，加上海水淡化廠合約之限制條件，故民國 95 至 102 年湖庫水可利用量平均僅達約 80 萬立方公尺。各湖庫歷年實際供水量詳表 4-7 所示。以下說明各湖庫現況。

(1)南竿地區

南竿地區現有水庫共計 8 座，分別為勝利水庫、儲水沃水庫上壩、儲水沃水庫下壩、津沙水庫、津沙一號壩水庫、珠螺水庫、秋桂山水庫、后沃水庫，說明如下。

I、勝利水庫

位於南竿島中部清水村西南方約 150 公尺臨海峽谷。為混凝土重力壩，壩頂標高 22 公尺，壩長 135 公尺，壩寬 8 公尺，集水流域面積 0.755 平方公里，總蓄水量 189,000 立方公尺，利用 20HP 抽水機取水至勝利淨水場處理使用。

II、儲水沃水庫上壩

位於南竿島西南部山區馬祖村東南方約 800 公尺峽谷中。為混凝土重力壩，壩頂標高 113.5 公尺，壩長 64.9 公尺，壩寬 1 公尺，集水流域面積 0.25 平方公里，總蓄水量 31,100 立方公尺，利用 20HP 抽水機取水至儲水沃淨水場處理使用。

表 4-6　馬祖地區現有湖庫基本資料彙整表

水庫名稱	勝利水庫	儲水沃水庫	儲水沃上壩	津沙水庫	津沙一號壩	秋桂山水庫	珠螺水庫	后沃水庫	中興水庫	午沙水庫	橋仔水庫	坂里水庫	樂道沃水庫	菜埔沃水庫	福正水庫	東湧水庫	紫沃水庫
位置	南竿鄉清水村	南竿鄉馬祖村	南竿鄉珠螺村	南竿鄉津沙村	南竿鄉津沙村	南竿鄉四維村	南竿鄉珠螺村	南竿鄉馬祖村	北竿	北竿	北竿	北竿鄉坂里村	西莒	西莒	東莒	東引	東引
目前功能	公共給水	公共給水	公共給水	公共給水	公共給水	公共給水	公共給水	公共給水	公共給水	公共給水	公共給水	公共給水	公共給水	公共給水	公共給水	公共給水	公共給水
蓄水量(立方公尺)	189,000	42,000	31,100	46,000	15,500	35,000	4,900	465,000	33,500	17,900	3,100	136,000	29,200	3,800	15,000	85,000	2,704
集水區面積(公頃)	75.5	39	25	24.3	15	8.4	0.16	52	9	12	0.09	32.3	12	8	14.69	49.5	17.9
滿水位面積(公頃)	2.60	0.74	0.63	0.94	0.31	0.58	-	4.70	0.43	0.22	-	1.96	1.93	0.09	-	0.96	0.46
壩頂標高(m)	22.0	49.6	113.5	54.0	54.8	26.0	6.9	18.0	51.12	24.33	-	20.4	27.3	21.4	-	19.5	30.85
滿水位標高(m)	21.6	49.1	113.0	54.0	53.8	25.8	-	16.0	50.62	23.83	-	19.5	26.8	20.9	-	18.8	30.35
壩型	混擬土重力壩	混擬土重力壩	混擬土重力壩	混擬土重力壩	混擬土重力壩	混擬土重力壩	混擬土重力壩	混擬土重力壩	混擬土重力壩	混擬土重力壩	混擬土重力壩	混擬土重力壩	混擬土重力壩	混擬土重力壩	混擬土重力壩	混擬土重力壩	混擬土重力壩
壩頂長度(M)	135.0	100.0	64.9	103.0	65.0	82.0	43.0	187.0	93.6	76.2	-	169.0	-	30.7	45/35	116.0	60.7
完工年度	69	73	62	73	77	76	-	96	62	78	62	88	102	62	73	73	102
管理單位	連江縣政府	連江縣政府	連江縣自來水廠	連江縣政府	連江縣政府	連江縣政府	連江縣自來水廠	連江縣政府	連江縣自來水廠	連江縣自來水廠	連江縣自來水廠	連江縣政府	連江縣自來水廠	連江縣自來水廠	連江縣自來水廠	連江縣政府	連江縣自來水廠
淨水場	勝利淨水場	儲水沃淨水場	儲水沃淨水場	儲水沃淨水場	儲水沃淨水場	儲水沃淨水場	勝利淨水場	儲水沃淨水場	北竿淨水場	北竿淨水場	北竿淨水場	北竿淨水場	西莒淨水場	西莒淨水場	-	東引淨水場	東引淨水場
目前使用狀況	自來水源	自來水源	自來水源	自來水源	自來水源	自來水源	未使用	未使用	未使用	未使用	未使用	自來水源	自來水源	未使用	未使用	自來水源	抽水至東湧

表 4-7　各湖庫歷年供水量 (1/2)

單位：CMD

地區	南竿東區營運所												
湖庫	勝利水庫、珠螺集水池												
年度	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	平均
95	822	881	908	957	787	1,312	1,308	1,208	1,272	1,223	1,067	851	1,050
96	823	817	1,009	972	1,060	688	753	1,143	558	765	884	958	869
97	1,029	1,075	321	516	957	513	371	822	1,124	965	463	760	743
98	862	385	1,093	1,068	1,093	1,182	1,206	1,220	1,382	1,025	780	885	1,015
99	499	717	869	1,113	1,127	1,248	1,109	1,276	925	1,063	390	163	875
100	210	119	186	101	122	154	272	250	411	233	191	159	201
101	268	113	81	199	85	479	598	670	834	346	593	67	361
102	58	350	493	272	90	157	114	631	647	823	799	644	423
平均	571	557	620	650	665	716	716	903	894	805	646	561	692
年平均	692												
地區	南竿西區營運所												
湖庫	津沙水庫、津沙一號壩水庫、儲水沃水庫、儲水沃上壩、秋桂山水庫、后沃水庫												
年度	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	平均
95	1,044	428	344	492	778	743	1,223	1,028	980	909	638	649	771
96	566	482	485	381	411	1,000	976	470	1,138	743	674	412	645
97	356	441	1,080	780	440	821	1,040	912	652	747	1,131	763	763
98	826	1,210	434	397	398	402	554	960	843	842	1,291	909	756
99	1,070	688	646	509	484	498	657	675	1,003	712	1,331	996	772
100	1,067	975	894	1,070	1,054	1,039	1,039	1,184	907	881	958	974	1,004
101	737	801	787	940	1,226	952	1,069	855	517	773	509	785	829
102	816	315	217	497	797	1,141	898	729	724	474	97	0	559
平均	810	668	611	633	699	825	932	852	846	760	829	686	762
年平均	762												
地區	北竿營運所												
湖庫	中興水庫、午沙水庫、坂里水庫												
年度	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	平均
95	179	183	159	41	18	26	46	32	107	32	35	96	80
96	175	170	144	108	68	70	78	64	132	39	215	117	115
97	246	271	175	292	288	266	156	177	93	111	126	158	197
98	200	200	204	174	104	212	135	139	107	89	144	218	161
99	279	297	292	220	137	65	124	202	238	274	191	266	216
100	344	392	346	208	253	142	132	157	125	88	309	243	228
101	189	164	157	234	238	432	497	330	264	241	233	283	272
102	233	214	255	236	219	267	267	314	315	259	212	198	249
平均	231	236	216	189	166	185	180	177	173	142	183	197	190
年平均	190												

表 4-7　各湖庫歷年供水量 (2/2)

單位：CMD

地區	西莒營運所												
湖庫	菜埔沃水庫、樂道沃水庫												
年度	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	平均
95	0	0	0	10	6	11	16	14	16	14	15	24	11
96	13	6	18	0	10	20	23	24	33	24	33	25	19
97	11	42	25	14	14	35	14	19	28	20	19	29	23
98	0	1	19	35	3	12	0	12	7	0	0	8	8
99	0	0	13	5	4	0	0	11	0	69	90	24	18
100	0	0	0	0	0	23	2	21	23	40	20	0	11
101	0	0	0	0	0	0	14	0	0	0	0	0	1
102	67	54	50	33	35	61	60	74	75	60	46	64	56
平均	11	13	16	12	9	20	17	22	23	28	28	22	18
年平均	18												
地區	東引營運所												
湖庫	東湧水庫、紫沃水庫												
年度	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	平均
95	466	512	519	484	508	454	498	492	494	434	451	518	486
96	594	590	657	556	551	551	571	580	515	579	649	630	585
97	671	786	589	472	400	419	521	458	477	453	428	512	516
98	600	606	649	566	574	577	617	673	712	564	565	699	617
99	714	680	734	743	716	689	608	621	568	559	653	673	663
100	391	286	71	331	390	420	381	244	52	64	434	561	302
101	553	584	563	534	552	617	622	642	642	562	558	529	580
102	470	433	545	565	504	631	678	584	594	485	484	559	544
平均	561	562	544	534	525	543	562	536	508	462	529	590	538
年平均	538												

III、儲水沃水庫下壩

位於南竿島西南部山區馬祖村東南方約 850 公尺峽谷。為混凝土重力壩，壩頂標高 49.6 公尺，壩長 110 公尺，壩寬 5 公尺，集水流域面積 0.39 平方公里，總蓄水量 42,000 立方公尺，利用 40HP 抽水機取水至勝利淨水場處理使用。

IV、津沙水庫

位於南竿島西南側津沙村東北方約 400 公尺之峽谷中。為混凝土重力壩，壩頂標高 19 公尺，壩長 103

公尺，壩寬 5.1 公尺，集水流域面積 0.243 平方公里，總蓄水量 46,000 立方公尺，利用 20HP 抽水機抽水至儲水沃水庫供儲水沃淨水場淨化使用。

V、津沙一號壩水庫

位於南竿島西南側津沙村東方約 400 公尺之峽谷中。為混凝土重力壩，壩頂標高 54.8 公尺，壩長 65 公尺，壩寬 4.5 公尺，集水流域面積 0.150 平方公里，總蓄水量 15,500 立方公尺，利用 20HP 抽水機抽水至儲水沃水庫使用。

VI、珠螺水庫

位於南竿島珠螺村西南方約 300 公尺。為混凝土重力壩，壩頂標高 6.9 公尺，壩頂標長 43 公尺，壩寬 1.8 公尺，集水流域面積 0.0016 平方公里，總蓄水量 4,900 立方公尺，利用 3HP 抽水機取水至勝利淨水場處理使用。

VII、秋桂山水庫

位於南竿島西北尖端臨海口，四維村東方約 800 公尺。為混凝土重力壩，壩頂標高 26 公尺，壩長 82 公尺，壩寬 5 公尺，集水流域面積 0.084 平方公里，總蓄水量 35,000 立方公尺，利用 50HP 抽水機抽水至儲水沃水庫使用。

VIII、后沃水庫

位於南竿島西半區馬祖村北方約 200 公尺圍海水沃口成水庫。為混凝土重力壩，壩頂標高 18 公尺，壩長 185 公尺，壩寬 7.2 公尺，集水流域面積 0.52 平方公里，總蓄水量 465,000 立方公尺，利用 75HP 抽水機

取水至儲水沃淨水場處理使用。

(2)北竿地區

北竿地區現有水庫共計 4 座，分別為坂里水庫、橋仔水庫、中興水庫、午沙水庫，說明如下。

I、坂里水庫

位於北竿島板里村。為混凝土重力壩，壩頂標高 20.4 公尺，壩長 169 公尺，壩寬 4 公尺，集水流域面積 0.323 平方公里，總蓄水量 136,000 立方公尺，利用 7.5HP 抽水機取水至板里淨水場處理使用。

II、橋仔水庫

位於北竿島橋仔村。為混凝土重力壩，集水流域面積 0.0009 平方公里，總蓄水量 3,100 立方公尺，利用虹吸方式取水至橋仔抽水站處理使用。

III、中興水庫

位於北竿島午沙村壁山下方，為混凝土重力壩，壩頂標高 51.12 公尺，壩長 93.6 公尺，集水流域面積 0.09 平方公里，總蓄水量 33,500 立方公尺，利用抽水機取水至午沙水庫使用。

IV、午沙水庫

位於北竿島午沙村，位於午沙港左側山腰上，為混凝土重力壩，壩頂標高 24.33 公尺，壩長 76.2 公尺，集水流域面積 0.12 平方公里，總蓄水量 17,900 立方公尺，利用 25HP 抽水機取水至坂里水庫使用。

(3)東莒地區

東莒地區現有水庫共計 1 座，為福正水庫，具體說明如下。

I、福正水庫

位於東莒島之北側復興路旁，為混凝土重力壩，為一上、下壩聯合運用之水庫，水庫上、下壩長度分別約為 45 及 35 公尺，集水流域面積 0.1469 平方公里，上水庫蓄水量 6,000 立方公尺，下水庫蓄水量 9,000 立方公尺，總蓄水量加總約 15,000 立方公尺。

(4)西莒地區

西莒地區現有水庫共計 2 座，分別為樂道沃水庫及菜埔沃水庫，說明如下。

I、樂道沃水庫

位於西莒島西北方，為混凝土重力壩，於民國 102 年完成水庫（壩體）改善工程，壩頂標高 27.3 公尺，集水流域面積 0.12 平方公里，總蓄水量 29,200 立方公尺，利用 20HP 抽水機取水至西莒淨水場處理使用。

II、菜埔沃水庫

位於西莒島東北方，隸屬於田沃村，為混凝土重力壩，壩頂標高 21.4 公尺，壩長 30.7 公尺，集水流域面積 0.08 平方公里，總蓄水量 3,800 立方公尺，利用 35HP 抽水機取水至樂道沃水庫使用。

(5)東引地區

東引地區現有水庫共計 2 座，分別為紫沃水庫及東湧水庫，說明如下。

I、紫沃水庫

位於東引電廠下方，為混凝土重力壩，於民國 102 年完成水庫（壩體）改善工程，壩頂標高 30.85 公尺，壩長 60.7 公尺，集水流域面積 0.179 平方公里，總蓄

水量 2,704 立方公尺，利用 20HP 抽水機取水至東湧水庫使用。

II、東湧水庫

位於東引營運所旁，為混凝土重力壩，壩頂標高 19.5 公尺，壩頂長度 116 公尺，集水流域面積 0.495 平方公里，總蓄水量 85,000 立方公尺，利用 30HP 抽水機取水至東引淨水場處理使用。

2、 地下水井

馬祖南竿、北竿、東引、西莒目前均以海淡廠或水庫供水為主，早期開發私有水井現多供作農地澆灌以及家庭洗滌水使用。目前僅有東莒地區水源來自地下水，一般居民生活用水均仰賴自來水井。

(1)自來水井

東莒地區主要民生用水來自福正 1~3 號井、大坪 A 井、福正 B 井及猛沃寬口井等。各井均採寬口井形式設置，各井深度除猛沃寬口井約 45 公尺較深外，其他 4 口井約在 5~10 公尺之間。

猛沃寬口井之出水量最高，約等於福正 1~3 號井的總和。另福正 B 井因鐵、錳濃度偶有過高，因此僅作為備用水源，於枯旱時期方取水。福正 1~3 號井取水後匯流送至福正集水池，併同福正 B 井抽取水送至原水池，猛沃寬口井及大坪 A 井匯流至原水池，原水池集水後加壓送至東莒淨水場處理。

根據連江縣自來水廠之水情資料，歷年地下水取用量詳表 4-8 所示，102 年全年地下水取用量為 109CMD，民國 95~102 年平均取用量為 95.75CMD。

另依民國 98 年「馬祖東莒福正地下水庫初步規劃」之調查，東莒地區主要的地下含水層位於 500 公尺障礙訓練場及靶場附近地面標高 10 至 20 公尺左右，北接福正灣，南鄰神秘小海灣之一地勢平緩通谷中，由於有全島分佈最廣且最厚的現代沉積層，故為地下水的主要來源。地下水流向以東西端山稜線往中央谷地流，再以分水嶺為界，分向南、北之神秘小海灣及福正灣流動。由地電阻探測分析成果，因地下含水層呈現連通的情形，故南、北區域之地下水流向可能會受到人為抽水影響而改變方向。

表 4-8　東莒歷年地下水取用量

單位：CMD

年度	取用量
95 年	78
96 年	88
97 年	94
98 年	95
99 年	101
100 年	98
101 年	103
102 年	109
平均	95.75

目前此區地下水之分水嶺處，設有垃圾資源回收貯存場，由於東莒地區地下水主要取水來源係於自由含水層（unconfined aquifer）中，上方無阻水層阻隔，且南北區域之地下水彼此連通，若因降雨使得資源回收貯存場中的污染物進入含水層，可能影響民眾用水安全，故建議未來應進一步評估將垃圾資源回收貯存場遷移至其他地點之可行性。

(2)民井

根據民國 95 年「馬祖地區地下水資源調查規劃」成果，抽水井普查工作共調查到 112 口民用水井，其中南竿島 68 口、北竿島 24 口、東莒島 3 口、西莒島 13 口、東引

島 4 口，其民井之分佈數量如表 4-9 所示。

各島之水井均為自由含水層之淺井，水井形式均為寬口井，井水半數用來灌溉、半數用來作家用洗滌來源，少數可直接飲用。大部分水井皆為中性偏弱酸性，但在東莒及西莒有幾處水井水質偏鹼性，部分水井之導電度超過飲用水飲用水水質標準。

各島之中以南竿抽水量 129 CMD 為最多，其次是北竿 40 CMD，西莒及東莒分別為 10 及 7 CMD，東引地區 6 CMD 最少。

表 4-9　馬祖地區各村莊現有水井數量彙整表

區域名稱	村莊名稱	水井數量	總計
南竿	福沃	7	68
	仁愛	6	
	馬祖	4	
	珠螺	2	
	四維	6	
	清水	6	
	復興	5	
	介壽	26	
	津沙	6	
北竿	橋仔	2	24
	后沃	2	
	塘岐	3	
	坂里	13	
	白沙	1	
	芹壁	3	
東引	南澳	3	4
	燕秀	1	
東莒	大坪	3	3
	大埔	0	
	福正	0	
西莒	田沃	6	13
	西坵	4	
	青帆	3	
總計	**－**	**112**	**112**

資料來源：水利署水規所，馬祖地區地下水資源調查規劃，民國 95 年

3、 海水淡化廠

馬祖地區海淡廠總計共 6 座，如表 4-10 所示，包含南竿地區 3 座及北竿、西莒、東引各 1 座，部分機組年限已至，不堪使用，除南竿三期為 20 年合約外，其他各廠目前縣府委託同一廠商以 4 年合約代操作中。各海水淡化廠歷年產水量詳表 4-11 所示。

表 4-10　馬祖地區各海淡廠營運情形

廠別	設計供水量(立方公尺/日)	實際產水量(立方公尺/日)	營運狀況
南竿一期	500	0	無法正常運轉(與南竿二期合併產水)
南竿二期		250~350	部分抽后沃水庫原水與海水混合使用；正常營運中
南竿三期	950	950	正常運轉中
北竿	500	185~380	正常運轉中
東引	500+250	360~560	正常運轉中
西莒	500	160~250	正常運轉中

資料來源：本計畫彙整

(1)南竿地區

馬祖南竿海淡廠分一、二期，設計產水規模均為每日 500 立方公尺。南竿一期工程自民國 87 年 1 月開始試車，於民國 89 年底完成整體試車，目前已停止運轉。

南竿海水淡化廠第二期工程於民國 88 年 7 月 30 日完成機組安裝及報竣，但因諸多原因，該廠於民國 93 年 2 月 16 日始完成 365 天試車後供水。連江縣政府於民國 101 年 03 月 26 日重新與廠商簽訂代操作合約。

此外，南竿新增 950 立方公尺海水淡化廠（南竿三期）已於民國 99 年 11 月 24 日開始正式運轉，目前正常運轉。

表 4-11　馬祖各海淡廠日平均產水量彙整表

單位：CMD

廠名 / 年度	南竿一期	南竿二期	南竿三期	北竿	西莒	東引
	設計量 500CMD	設計量 500CMD	設計量 950CMD	設計量 500CMD	設計量 500CMD	*設計量 500+250CMD
	契約供水量 400CMD		契約供水量 950CMD	契約供水量 400CMD	契約供水量 200CMD	契約供水量 400CMD
91	167	-	-	-	-	-
92	353	-	-	156	-	343
93	-	162	-	408	-	473
94	-	303	-	387	151	448
95	-	156	-	395	222	386
*96		404	-	310	0	359
97	-	328		325	193	391
98	-	279	-	380	192	379
99	-	325	*558(11、12月之日平均)	327	180	366
100	-	155	901	263	193	560
101	-	144	875	185	194	402
102	-	293	875	245	165	387

*民國96年西莒海淡廠全年無產水、南竿二期海淡廠僅一月份產水2天
北竿及西莒海淡廠僅一月份產水7天
*民國99年南竿三期海淡廠啟用，產水月份為11、12月
*東引海淡廠於101年新增250CMD
*契約供水量：南竿一、二期、北竿、西莒、東引海淡廠從101年3月起，為期4年；南竿三期海淡廠從100年起，為期20年
日平均產水量=(當年總產水量/當年總天數)

(2)北竿地區

北竿地區現有 1 座設計產水規模每日 500 立方公尺海淡廠。為滿足北竿地區民國 100 年需求水量，連江縣政府於坂里水庫附近設計整廠規模為每日 900 立方公尺並採 RO 逆滲透膜法的海淡廠 1 座，第 1 階段先興建每日 500 立方公尺設備，將來視實際用水需求擴建。

北竿海水淡化廠工程於民國 90 年 11 月 26 日發包,民國 92 年 6 月 6 日完成驗收供水。目前由廠商代操作運轉中。

(3)西莒地區

西莒地區現有 1 座設計產水規模每日 500 立方公尺海淡廠。西莒海水淡化廠工程自民國 89 年 8 月 21 日進行第 1 階段整體試車，但至同年 10 月 24 日試車不合格天數已經超出契約規定，縣府提出解約要求，經 1 年 9 個月由行政院公共工程委員會處理爭議調解確認，後於民國 92 年 7 月 15 日重新招標，由穩泰飲水工程有限公司得標承攬，並重新整修及試俥作業，並接續負責操作維護。民國 101 年 03 月 26 日與廠商簽訂代操作合約。

(4)東引地區

東引地區現有 1 座東引海水淡化廠，工程於民國 90 年 7 月 20 日發包，於民國 92 年 5 月 6 日完成驗收，設計產水規模每日 500 立方公尺，並於修正計畫中提報增辦每日 250 立方公尺。目前由廠商代操作運轉中。

(二)調查成果

藉由瞭解各水資源設施現況，本計畫採用現地調查方式，進行各水資源設施調查作業，調查的水資源設施包含湖庫、地下水井（以東莒地下水井為主）、海水淡化廠，各島水利設施相關位置詳圖 4-6~4-10 所示。以下分別說明調查成果。

1、調查內容與方法

本計畫先以電話訪談或電子郵件、傳真或親訪等方式，向連江縣自來水廠以及海水淡化廠之相關人員，調查馬祖地區各項水資源設施（湖庫、地下水井及海水淡化廠）原有設計的功能，如設計供水量、實際供水量與水質狀況，並探討供水功能不彰的問題（如水量與水質）。經彙整馬祖地區水資源設施現況資料，並加以分析彙整後（詳前節），再進行現場會勘與調查工作。



圖 4-6　南竿地區水利設施位置圖

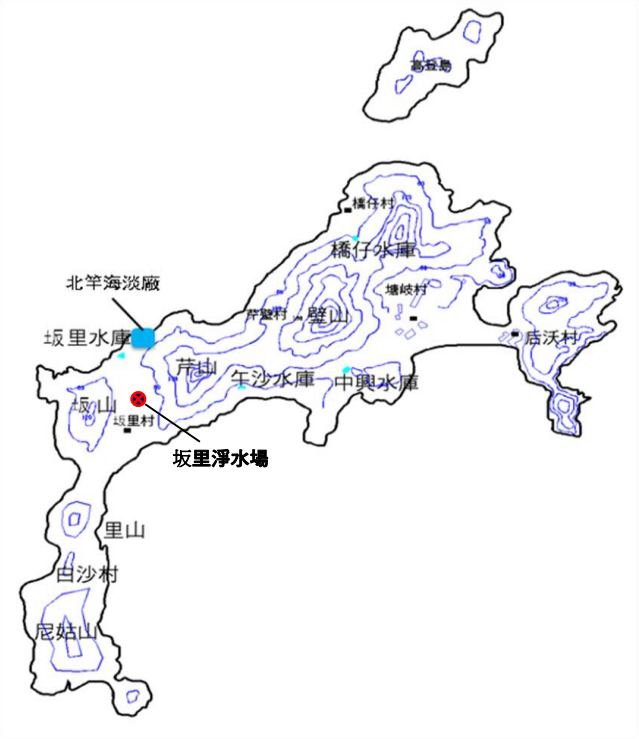


圖 4-7　北竿地區水利設施位置圖

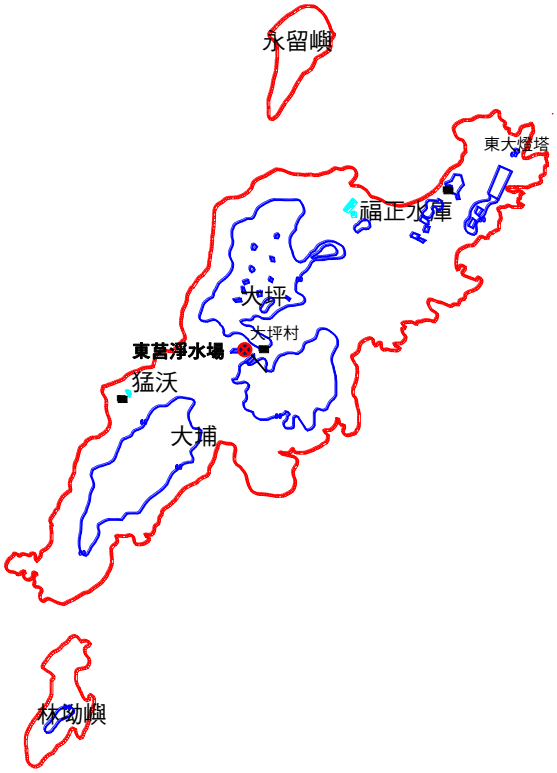


圖 4-8　東莒地區水利設施位置圖



圖 4-9　西莒地區水利設施位置圖



圖 4-10　東引地區水利設施位置圖

2、調查評估成果

本計畫分別於 7 月 28~29 日、8 月 13~14 日及 8 月 25~27 日分三梯次，針對四鄉五島的水資源設施進行調查，相關調

查紀錄詳附錄六，並重點說明如下：

(1)湖庫

表 4-12 為本計畫工作內容現場勘查時程表，以下僅說明面臨問題者。

I、 勝利水庫

南竿鄉勝利水庫於民國 101 年進行湖庫浚渫（底泥挖除）後，水質明顯改善，但今年度現場勘查及湖庫水質檢測資料得知，湖庫水質又有污染情況產生，如圖 4-11 所示。

表 4-12　馬祖地區湖庫現場勘查結果彙整表

調查編號	鄉鎮別	水庫	調查日期	WGS84_N	WGS84_S
1	南竿鄉	勝利水庫	103.07.28	26.09076	119.56053
2	南竿鄉	儲水沃上壩	103.07.28	26.09143	119.55111
3	南竿鄉	儲水沃水庫	103.07.28	26.09120	119.54859
4	南竿鄉	津沙水庫	103.07.28	26.08396	119.54573
5	南竿鄉	津沙一號水庫	103.07.28	26.08539	119.54534
6	南竿鄉	珠螺水庫	103.07.28	26.09290	119.55436
7	南竿鄉	秋桂山水庫	103.07.28	26.10028	119.55299
8	南竿鄉	后沃水庫	103.07.28	26.09410	119.55250
9	北竿鄉	坂里水庫	103.08.25	26.13191	119.58277
10	北竿鄉	橋仔水庫	103.08.25	26.14035	119.59364
11	北竿鄉	中興水庫	103.08.25	26.13138	119.59340
12	北竿鄉	午沙水庫	103.08.25	26.13089	119.59025
13	莒光鄉	福正水庫(東莒)	103.08.13	25.57585	119.58399
14	莒光鄉	樂道沃水庫(西莒)	103.08.13	25.58474	119.55521
15	莒光鄉	菜埔沃水庫(西莒)	103.08.13	25.58511	119.56384
16	東引鄉	紫沃水庫	103.08.26	26.22174	120.29545
17	東引鄉	東湧水庫	103.08.26	26.22090	120.29366



圖 4-11　勝利水庫現況圖

II、 津沙一號水庫

南竿鄉津沙一號水庫之聯絡道路已修繕，為混凝土鋪面，狀況良好，水庫中藻類較多，如圖 4-12 所示。



圖 4-12　津沙水庫現況圖

III、后沃水庫

南竿鄉后沃水庫溢流堰內垃圾充斥，且疑有海水倒灌之問題，水庫水目前有鹽化現象，水庫水幾乎無法使用，縣府於民國 103 年度辦理后沃水庫調查計畫，將釐清水庫鹽化問題，如圖 4-13 所示。



圖 4-13　后沃水庫現況圖

IV、坂里水庫

北竿鄉坂里水庫湖面有明顯污染物，另據水廠人員陳述坂里水庫下方有漏水之情形，故於下方設置蓄水池，再回抽至上方坂里水庫使用，如圖 4-14 所示。

V、中興水庫

北竿鄉中興水庫水質有優養化現象，為顧及民眾健康及海淡廠合約購水量限制，據水廠人員陳述，目前鮮少使用，如圖 4-15 所示。



圖 4-14　坂里水庫現況圖



圖 4-15　中興水庫現況圖

VI、橋仔水庫

北竿鄉橋仔水庫庫容較小，據水廠人員陳述，橋仔水庫庫水鮮少使用，壩底有漏水現象，另因馬祖地區無水源保護區劃分，橋仔水庫壩下有塊土地遭當地居民做為耕作之用，如圖 4-16 所示。

VII、福正水庫

莒光鄉東莒島上福正水庫因無淨水處理設施，亦無裝設水位計，目前下池面臨漏水問題，上池需浚深，目前處於閒置狀態，並未使用，民國 103 年 7 月自來水廠已開始辦理本湖庫更新改善工程，包含庫區清淤，水庫取水設施改善等工項，湖庫現況詳圖 4-17 所示。



圖 4-16　橋仔水庫現況圖



圖 4-17　福正水庫現況圖

VIII、菜埔沃水庫

莒光鄉西莒島上菜埔沃水庫，因水質優養化情形嚴重，另因樂道沃水庫於民國 102 年更新改善完成後，湖庫水及配合海水淡化廠產水，目前供水量尚可滿足西莒地區用水需求，菜埔沃水庫目前幾乎未使用，民國 103 年 7 月自來水廠已開始辦理本湖庫更新改善工程，包含溢洪道改善，壩體結構安全強化等改善工項，湖庫現況詳圖 4-18 所示。



圖 4-18　菜埔沃水庫現況圖

(2)湖庫集水區污染源

馬祖地區由於水資源較為缺乏，島內無明顯河川，僅

有一些短促之山溝，水庫除蓄存山溝可收集到的水量之外，為充分利用剩餘之天然水資源，處處設有截水系統、水池及抽水站用以蓄存地表水，並將各地水庫及水池共同運用。根據本計畫分析近年各湖庫水質資料（詳第貳章所述），湖庫水質均呈優養狀態。

馬祖地區村莊多位於澳口，靠近海邊，民生污水造成之污染影響不大。另外，農地大多不位於集水區內，故集水區之污染來源主要為駐紮在集水區上游地區之軍營所排放之生活污水，目前軍方營區多以設置淨化槽或匯集後排放，但湖庫水質優養情形並無改善，皆會造成淨水場處理成本。

本計畫參酌「馬祖地區水庫集水區整體治理規劃」針對各湖庫調查成果摘述如下：

I、 污染源調查說明

i、 南竿鄉勝利水庫

目前水庫集水區內主要有五個點污染源，包括三處軍營約 460 人之生活污水，估計污水量約 51.52CMD、二處岸巡大隊約 200 人之生活污水，估計污水量約 22.4CMD ，上述點污染源污水均排入污水下水道引至鄰近海岸放流。



相片 4-1　污水管線斷裂

連江縣政府已積極興建下水道，勝利水庫周邊之點污染源進入水庫之可能性已大幅降低，但經現地調查發現，部份污水仍採取放流，甚至有污水管線混入雨水管線之跡象，接管未確實，如相片 4-1 所示。

ii、南竿鄉儲水沃水庫下壩

儲水沃水庫由上下壩串聯運用，上壩多餘的水由重力流至下壩儲存，除上壩集水區外，下壩集水區內植生狀況良好，沒有人為活動，無水質污染源。

iii、南竿鄉儲水沃水庫上壩

目前僅有一個點污染源，距上壩壩體上游約 850 公尺處之軍營，約 120 人之生活污水，估計污水量約 13.44CMD，污水亦排入污水下水道引至鄰近海岸放流。

iv、南竿鄉津沙水庫

現地調查結果如相片 4-2 所示，水庫水體優養嚴重，藻類密布。淨水槽內也為藻類覆蓋（相片 4-3）。上游集水區內無人為活動，僅有一已廢棄之軍營，由於目前軍營未使用，研判此處造成之污染量不大。軍營下方之山溝已施設有截水系統，由加蓋之混凝土截水溝將水排入庫區。另外，仁愛村截水系統引水至此儲存，為可能之另一污染源，須加以注意此處原水水質。



相片 4-2　津沙水庫水體表面藻類密佈



相片 4-3　淨水槽內之藻類

v、南竿鄉津沙一號壩

津沙一號壩位於津沙水庫北邊，儲水沃水庫南邊，集水區由東北向西南地勢逐漸降低，與津沙水庫同樣皆為狹長型的集水區。

現地調查發現此水庫藻類較多，研判其污水來源主要為上游一軍營，大約 120 人，軍營之生活污水由水溝集中至污水管線，如相片 4-4 所示。污水管線平日排至海洋放流，但暴雨時由於污水管線可收集到上游截水溝之雨水，兼作為雨水管線，由人工控制將污水管改為雨水管引至水庫內蓄存，相片 4-5 為雨污水管線之分流口。



相片 4-4　生活污水油污水管線集中排放



相片 4-5　軍營內雨污水管線分流口

vi、南竿鄉秋桂山水庫

現地調查發現上游集水區之稜線上有一氣象站，但此區駐守人員僅約 2~3 人，污染量不大。由於秋桂山水庫與津沙水庫、儲水沃水庫共同運用，津沙水庫之水可送至此儲存，研判秋桂山水庫水質受津沙水庫之影響。另外，於民國 88 年完工之四維截水系統亦為此水庫之原水之一，水庫水質也受四維集水池原水水質影響。

vii、北竿鄉中興水庫

中興水庫集水區面積為 8.5 公頃，其中軍方之北高醫院佔地 1.5 公頃（相片 4-6），主要水源由營區內之截水溝收集匯流，以暗管方式排至中興水庫庫區內，如相片 4-7 所示，少部分水源由道路旁之排水孔流入庫區。

中興水庫集水區約 8.5 公頃，其中北高醫院營區佔地 1.5 公頃，其醫療廢水、生活污水皆排入庫區，如相片 4-8 為水庫之主要污染來源。北高醫院現有駐軍約 50~60 人，住院病患平均一天 2~3 人。



相片 4-6　庫區上游之北高醫院



相片 4-7　營區內截水溝排放至庫區

	
相片 4-8　北高醫院廢污水排放口	**相片 4-9 午沙水庫上游之上村聚落**

viii、北竿鄉午沙水庫

集水區內之主要污染來源為上游上村聚落住有 7、8 戶人家，距離水庫庫區約 250m，如相片 4-9 所示。目前已設置污水下水道系統，對水庫造成之污染來源有限。

ix、北竿鄉坂里水庫

目前已設置污水下水道系統，對水庫造成之污染來源有限。

x、西莒鄉樂道沃水庫

現地調查水庫未發現點污染源，集水區有部分軍方之崗哨分布，但大多廢棄不用，研判不會對水質造成污染。

xi、西莒鄉菜埔沃水庫

經現地調查未發現點污染源。

xii、東引鄉東湧水庫

經由現地調查發現，東湧水庫壩體右方為北

沃村，居民大約 80 人，如相片 4-10～4-11 所示。上游集水區內有 5 處軍營，共約 300~350 人如相片 4-12 所示。污水集中至污水管線，平日排至海洋放流（相片 4-13），但暴雨時由於污水管線可收集上游截水溝之雨水，由人工控制將污水管改為雨水管，將水源引至水庫內蓄存。但由於降雨延時不定，難以確定雨污水管控制時間，以達到污染物排進水庫之量最少、蓄存之水量最多之目標。



相片 4-10　東湧水庫森林保育現況



相片 4-11　水庫上游北沃村聚落



相片 4-12　集水區內之軍營



相片 4-13　庫區旁之污水管線

xiii、東引鄉紫沃水庫

現地調查水庫集水區內植生良好，上游設有少數軍方建物，目前只有軍醫院仍在使用（相片4-14），人數約在150人左右。



相片 4-14　水庫上游之軍醫院

II、水質污染來源分析與建議

根據各項調查資料顯示馬祖地區各水庫水體優養化頗為嚴重，經現場勘查結果（表 4-13）水質污染來源主要為上游之點污染源排放造成，導致水庫之優養化，除直接對飲用水源造成衝擊，致使淨水場處理效益降低。在非點源的部份，除了午沙水庫集水區有農業活動外，其餘水庫非點源的影響並不大。

另外由於水庫因地形限制，大多類似蓄水塘大小，主要用以蓄積雨水。因各水庫進水量不足，年利用率大都低於1，水庫水體停留時間過久，底泥累積污染物釋放出之營養鹽為另一股主要之污染源。

(3)地下水井

四鄉五島中僅有東莒地區採用地下水做為自來水供水來源，故本計畫於民國103年8月13日至東莒現場調查。東莒地區主要民生用水來自福正1~3號井、大坪A井、福正B井及猛沃寬口井等，各井均採寬口井形式設置，現地相片如圖4-19所示。

表 4-13　各水庫集水區水質污水量推估

水庫名稱	所在位置	污染源名稱	距壩體距離	污染源型態	估計污染人口	每人每日用水量(公升)	每人每日污水量(公升)	污水量(CMD)
勝利水庫	南竿鄉清水村	軍營一	500公尺	點源，生活污水	200	178	142.4	28.48
		岸巡一	600公尺	點源，生活污水	100	178	142.4	14.24
		岸巡二	600公尺	點源，生活污水	100	178	142.4	14.24
		軍營二	950公尺	點源，生活污水	140	178	142.4	19.936
		軍營三	950公尺	點源，生活污水	120	178	142.4	17.088
津沙水庫	南竿鄉津沙村	軍營一	600公尺	點源，生活污水	100	178	142.4	14.24
		軍營二	100公尺	點源，生活污水	70	178	142.4	9.968
儲水沃上壩	南竿鄉珠螺村	軍營一	850公尺	點源，生活污水	120	178	142.4	9.968
秋桂山水庫	南竿鄉四維村	—	—	無點污染源	—	—	—	—
儲水沃下壩	南竿鄉馬祖村	—	—	無點污染源	—	—	—	—
津沙水庫壹號壩	南竿鄉津沙村	軍營一	—	點源，生活污水	120	178	142.4	9.968
坂里水庫	北竿鄉坂里村	—	—	無點污染源	—	—	—	—
中興水庫	北竿鄉	北高醫院	80公尺	點源，醫療廢水、生活污水	55	155	142.4	9.968
午沙水庫	北竿鄉	上村	280公尺	點源，生活污水	25	155	142.4	9.968
樂道沃水庫	西莒鄉	—	—	無點污染源	—	—	—	—
菜埔沃水庫	西莒鄉	—	—	無點污染源	—	—	—	—
紫沃水庫	東引鄉	軍醫院	80公尺	點源，醫療廢水、生活污水	150	178	142.4	9.968
東湧水庫	東引鄉	軍營一	236公尺	點源，生活污水	55	178	142.4	7.832
		軍營二	230公尺	點源，生活污水	55	178	142.4	7.832
		軍營三	300公尺	點源，生活污水	55	178	142.4	7.832
		軍營四	370公尺	點源，生活污水	55	178	142.4	7.832
		軍營五	200公尺	點源，生活污水	110	178	142.4	15.664
		北沃村	80公尺	點源，生活污水	80	178	142.4	11.392



福正集水池福正 1 號井



福正 2 號井猛沃集水井

圖 4-19　東莒地下水井現地相片

福正 1~3 號井取水後匯流送至福正集水池，併同福正 B 井抽取水送至原水池，猛沃寬口井及大坪 A 井匯流至原水池，原水池集水後加壓送至東莒淨水場處理。

福正 1~3 號井之取水管線分別為 2、3、3 英寸，使用 5HP 沉水式泵浦抽水至福正集水池，福正集水池以 2 台 15HP 抽水機加壓送至原水池，管線為 3 英吋。另勝利坑道下方的福正 B 井則以 7.5HP 沉水式泵浦抽水併入福正集水池至原水池管線。另大坪 A 井及猛沃集水井則分別以 7.5HP 沉水式泵浦抽水至原水池內。

目前各井抽水量以液位控制的方式，根據福正集水池及原水池水位，配合淨水場出水量進行調整。6 口井中，福正 B 井因鐵、錳濃度偶有偏高，因此操作上以備用水源

為主，於枯旱時期才取水。

(4)海水淡化廠

離島地區海水淡化之推動與發展是從民國 83 年起在澎湖興建海淡廠開始，逐步穩定供應離島地區民生用水，主要為因應離島地區降雨量少（仍不到本島 2,510 毫米的一半），且豐枯分佈極不均勻，再加上面積狹小坡度陡，可利用之地面水源甚為貧乏，湖庫容積不大，故開發之地表水源實為有限，以致枯水期經常發生缺水。

政府為徹底解決離島地區枯水期嚴重的缺水問題，除持續開發興建或改善現有水源設施外,自民國 83 年起逐年編列補助經費興建海水淡化廠，以穩定供應離島地區民生用水。

馬祖地區現有海淡廠均採逆滲透製程，且產水規模都不大，除南竿三期海水淡化廠為 950CMD 外，多數海淡廠都在日產 500 立方公尺以下，因此單位建造成本偏高。馬祖地區的海淡廠大都由政府全額補助興建，而產出的淡化水目前均直接導入當地自來水淨水場配水池中，再利用自來水供水系統供應用戶使用。

馬祖地區海水淡化廠過去的興建多採最低價方式決標，然在興建與營運兩者介面不能妥善整合及處理下，南竿（一、二期）、西莒海水淡化廠因設備老舊及營運操作問題肇致產水量不如預期。民國 101 年開始連江縣自來水廠已將南竿（一、二期）、西莒、北竿及東引等海水淡化廠委託廠商代操作運轉中（民國 105 年 3 月到期），各廠契約產水量詳表 4-14 所示。

表 4-14　馬祖地區海水淡化廠契約產水量表

海水淡化廠名稱	契約購水量（立方公尺）	彈性購水量（立方公尺）
南竿（一、二期）海水淡化廠	400	250~500
南竿三期海水淡化廠	950	950
北竿海水淡化廠	400	250~500
東引海水淡化廠	400	250~500
西莒海水淡化廠	200	150~250

備註：1、海水原水 TDS 超過 41,000 mg/L、海水水溫高於 30℃或低於 8℃、海水原水異常污染時，廠商得暫停操作運轉作業，並立即通知機關，以保護海水淡化設備。
2、廠商進行機關代操作運轉作業，每日應依本表自行量測海水淡化處理後水量，並記錄於相關工作日誌中。

以下說明馬祖地區海水淡化廠調查成果。

I、 南竿海水淡化廠

南竿一、二期海水淡化廠位於南竿鄉馬祖村（后沃），產水量設計規模為 1,000CMD，分兩期開發，每期各為 500CMD，淡化水直接送至儲水沃淨水場之配水池後，供應軍民用水。

南竿一、二期海水淡化廠之基本資料及處理流程與配置詳附錄七。本廠設施因長期缺乏操作維護，多項設備皆已故障或損毀，目前委託操作廠商採自行裝設套裝模組進行產水，原水水源部分抽后沃水庫原水與海水混合使用，如圖 4-20 所示。



圖 4-20　南竿一、二期海淡廠取水管現況圖

南竿三期海水淡化廠已於民國 99 年 11 月 24 日開始正式運轉，產水量 950CMD，以有償 BTO 方式營運 20 年，營運至今產水量皆正常，詳圖 4-21 所示。



圖 4-21　南竿三期海淡廠現況圖

II、 北竿海水淡化廠

北竿海淡廠產水量設計規模為 900CMD，第一階段先興建 500CMD 之設備，將來視實際用水需求擴建。淡化水直接送至北竿淨水場配水池，供應軍民用水。

北竿海淡廠採逆滲透（RO）製程技術，主要設備包括海水取水設備、前處理系統、逆滲透系統、送水設備、鹵水排放系統、化學加藥系統、儀器儀表及控制室。

北竿海淡廠既有設備已完全不堪使用，代操作廠商目前以套裝機組進行產水，現階段套裝機組出現漏水現象，代操作廠商僅以毛巾堵漏，詳圖 4-22 所示。



圖 4-22　北竿海淡廠現況圖

III、西莒海水淡化廠

西莒海淡廠產水量設計規模為 500 CMD，淡化水直接送至西坵配水池，供應軍民用水。

西莒海淡廠採用逆滲透法系統，處理流程詳附錄八，原海水經由化學混凝、沉澱及砂濾器過濾後，透過高壓泵送至滲透薄膜處理。海淡水水質處理目標值應達總溶解固體物含量 TDS<250 mg/L，氯鹽<150mg/L。

西莒海淡廠現況使用既有設備，既有設備年限已至，且西莒取水口設置位置受周圍潮汐影響（漲退潮潮差達 6 米），原水取得較不穩定，產水量也較不易，詳圖 4-23 所示。

IV、東引海水淡化廠

東引海淡廠位於西引島北海岸，產水量設計規模為 900 CMD，第一階段先興建 500 CMD 之設備，將來視實際用水需求擴建。淡化水直接送至淨水場配水池，供應軍民用水。



圖 4-23　西莒海淡廠現況圖

東引海淡廠採逆滲透（RO）製程技術，主要設備包括海水取水設備、前處理系統、逆滲透系統、送水設備、鹵水排放系統、化學加藥系統、儀器儀表及控制室。

東引海淡廠於民國 100 年底增設 250CMD 完成，取水口原先並未添加防護措施，使得颱風造成損壞，今已增設，營運至今產水量皆正常，詳圖 4-24 所示。



圖 4-24　東引海淡廠現況圖

馬祖地區海水淡化廠從民國 86 年開始興建（南竿一期）後，提供馬祖地區各島民生用水上，有不可抹滅的功勞，但各廠在興建及整體試車階段發生許多問題，至目前為止除南竿一廠已完全停產外，其他各廠仍持續產水中，馬祖各海水淡化廠試車及驗收歷程詳表 4-15。

表 4-15　馬祖各海淡廠驗收及營運狀況表(1/2)

海淡廠	原設計供水量(CMD)	試車情形及驗收	現況
南竿一期	500	民國 87 年 1 月開始第二階段試車後，於民國 89 年底完成整體試車，歷時 3 年 民國 101 年 3 月委託操作 4 年	停止運轉(與南竿二期合併產水)
南竿二期	500	民國 93 年 2 月 16 日完成 365 天試車，民國 93 年 6 月底完成驗收程序，並依合約規定於民國 93 年 8 月 5 日與廠商簽訂操作合約 民國 101 年 3 月委託操作 4 年	正常運轉(與南竿一期合併產水)
南竿 950CMD	950	民國 99 年 11 月 24 日開始運轉 20 年	正常運轉

表 4-15　馬祖各海淡廠驗收及營運狀況表(2/2)

海淡廠	原設計供水量(CMD)	試車情形及驗收	現況
北竿	500	民國 90 年 11 月 26 日發包 民國 91 年 9 月 5 日完成主體工程 民國 91 年 11 月 20 日進行試車 民國 92 年 3 月 30 日完成試車，6 月 6 日完成驗收 民國 101 年 3 月委託操作 4 年	正常運轉
東引	500	民國 90 年 7 月 20 日發包 民國 91 年 7 月 30 日完成主體工程 民國 91 年 10 月 7 日進行試車 民國 92 年 3 月 5 日完成試車 民國 92 年 5 月 6 日完成驗收 民國 101 年 3 月委託操作 4 年	正常運轉
西莒	500	民國 89 年 8 月 21 日第一階段試車 民國 92 年 6 月重新公開招標 民國 93 年 3 月 5 日開始試車 民國 94 年 4 月完成試車，開始正常供水 民國 101 年 3 月委託操作 4 年	正常運轉

四、既有水庫評估與檢討

(一)既有水庫水源運用檢討

為能瞭解既有水庫水源運用情形，將經由歷年（民國 95~102 年）各島水庫運用水量及供水能力之間比較檢討，其結果將可提供後續各島水資源開發利用參考依據。

1、 水庫運用水量

馬祖地區四鄉五島之中除東莒地區水庫設施未供應標的用水外，其他各島（南竿、北甘、西莒及東引）水庫歷年供應水量整理如表 4-16。其中南竿地區各湖庫年運用水量自民國 95 年最高值 66.6 萬立方公尺降至目前最低值 35.9 萬立方公尺，尤其自民國 100 年以來下降幅度甚大；對照於前節南竿地區海淡廠產水量可知，主要原因為南竿三期海淡廠加入營運後，每日產水量約 900 立方公尺的影響。而其他

各島配合水庫改善工程運用水量呈現持平或上昇趨勢。各島水庫歷年水庫運用水量變化情形示如圖 4-25。

表 4-16　馬祖地區水庫歷年運用水量表

單位：立方公尺/年

年別	南竿地區	北竿地區	西莒地區	東引地區
95 年	665,994	28,819	0	177,341
96 年	549,281	41,735	0	213,669
97 年	549,794	71,548	0	187,643
98 年	646,415	58,400	0	225,205
99 年	601,596	78,565	6,520	241,935
100 年	439,861	82,875	7,650	110,246
101 年	435,984	99,647	18,034	173,365
102 年	358,753	91,223	20,694	199,351

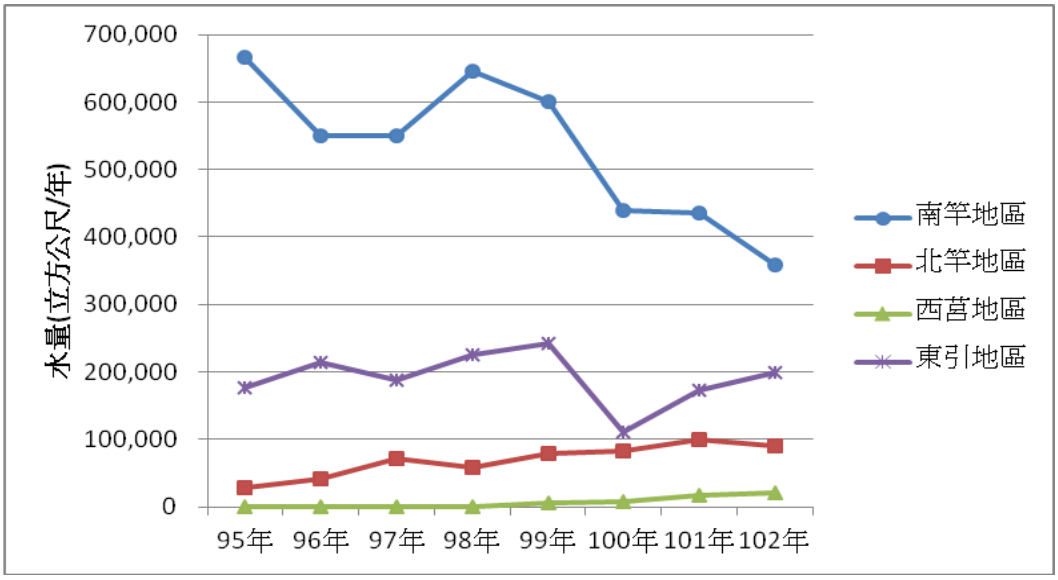


圖 4-25　馬祖地區水庫歷年運用水量變化情形

2、水庫供水能力檢討

(1)供水能力推估方法

參考過去「離島地區供水改善計畫」湖庫供水能力推估流程，可採用時序模擬運算（Sequential Simulation Routing）方式，以水平衡法進行水庫供水能力分析。水平衡法公式如下：

$$S_{n+1} = S_n + I_n - O_n - E_n$$ .....(4-1)式

S： 水庫之庫容存量

I： 水庫之入流量

O：水庫計畫供水能力

E： 蒸發量

N： 演算時段

由上式可知，水庫入流量及水庫容積為影響水庫供水能力主要因子，針對該等因子分別檢討，可瞭解前述各島水庫運用水量受到影響情形，並作為水庫供水能力估算參考。

(2)水庫入流量

水庫入流量取決於當地雨量、水庫集水面積及逕流係數，由於離島地區水庫集水區不大且土地利用變化小，故仍採用過去「離島地區供水改善計畫」相同推估方式—合理化公式法推估入流量；至於雨量、集水面積部分可由歷年雨量觀測記錄、各島水庫基本資料加以說明。

I、 雨量

由第貳章基本資料收集得雨量記錄可知，相對於前述運用水量資料 8 年期間，年平均雨量約 1,216.7 毫米，略高於民國 43 年至 102 年平均年雨量 1,052.62 毫米，其中以民國 100 年年雨量 792.8 毫米較少，民國 101 年年雨量 1,914.4 毫米最高（為民國 43 年至 102 年歷年最高雨量值）。

對照於各島水庫運用水量資料，以東引地區運用水量與雨量大小關係較為明顯，其中民國 100 年運用水量亦為最低者；其他各島水庫運用水量則顯然尚受

到其他因子影響，並非該期間最低運用值。

II、 集水面積

受到島嶼地形條件限制，水庫集水面積不大，故先後辦理多項截水工程，以擴大水庫集水功能；而編列入馬祖地區水資源整體開發計畫中各項截水工程，亦已在民國 94 年執行完成；其後辦理或併納入水庫營運者，包括南竿后沃水庫、西莒樂道沃水庫新建改善工程。

截水工程將集流水量引入集水池，再利用抽水機抽送至水庫共同運用，雖受限於集水池容積，無法與增加集水面積成等比效益，但對水庫運用水量仍有實質幫助。以西莒水庫供應水量顯現有較直接關係。

(3)水庫容積

南竿后沃水庫於民國 96 年完成,水庫蓄水容積達 46.5 萬立方公尺，因此后沃水庫完成後，南竿地區水庫總容積由 36.4 萬立方公尺增加至 82.9 萬立方公尺,增加幅度超過 1.28 倍。

另東引紫沃水庫及西莒樂道沃水庫改善工程分別於民國 102 年初完成，其中紫沃水庫庫容維持不變，而樂道沃水庫改善前後容積分別為 0.26 及 2.92 萬立方公尺,致西莒地區庫總容積由 0.64 萬立方公尺增加至 3.56 萬立方公尺。

近年來以南竿、西莒地區水庫總容積變化增加幅度較大，但實際供應水量僅西莒地區有相應較大變化外，南竿地區則因海淡廠供應較多水量，湖庫供應水量呈現減少趨勢。

(4)水庫計畫需求水量

目前馬祖地區除東莒無水庫及海淡供水外，其他各島皆已設置海淡廠，且簽訂購水契約，購水量約介於 200 立方公尺/日～1,350 立方公尺/日之間。於民國 105 年以前，在現有海淡水優先使用條件下，各島水庫計畫需求水量自是減少，因此扣除海淡購水契約量後，實際水庫需求水量將低於各目標年原推估需求水量，水庫計畫需求水量列示於表 4-17。其中南竿地區較高，最大值約 1,248 立方公尺/日，西莒地區較低，最大值亦僅約 55 立方公尺/日。

表 4-17　馬祖地區各目標年水庫計畫需求水量表

單位：立方公尺/日

年度	南竿地區	北竿地區	西莒地區	東引地區
102 年	849	130	18	535
105 年	939	142	26	551
110 年	1,088	164	40	581
115 年	1,238	183	54	609
120 年	1,248	184	55	606

(5)單獨水庫供水能力演算分析

更新馬祖地區降雨量資料，採「離島地區供水改善計畫」水庫供水能力估算相同作法，重新辦理演算分析，求得各島水庫供水能力。

I、 演算條件

- 以日為演算時距，降雨量資料採用民國 83~102 年（共歷時 20 年）。逕流係數介於 0~0.5 之間，依據日雨量值大小而變化，示如表 4-18。
- 水庫演算起始水位為滿庫狀況。
- 下游無須保留水量，如環保基流量。

- 入流量先蓄存於水庫，滿庫時則溢流，且允許空庫情況。
- 下游計畫供水量均採定值。

表 4-18 馬祖地區降雨量與逕流係數關係表

日降雨量(mm)	逕流係數
85 以上	0.50
70~85	0.35
55~70	0.30
40~55	0.20
30~40	0.15
20~30	0.10
5~20	0.05
0~5	0.00

II、 延伸雨量資料驗證分析

在更新延伸雨量資料分析之前，先以同時期雨量資料（民國 83~98 年）對馬祖地區主要水庫供水能力演算分析，分析結果經與「離島地區供水改善計畫」水庫供水能力比較，確認一致，並無任何差異。

而更新雨量資料分析得各島水庫供水能力資料示如表 4-19；由於民國 100 年雨量偏低影響，各水庫供水能力在缺水指數 SI=0.3 情況下，推估值幾皆低於前期計畫結果。南竿、北竿、西莒及東引地區水庫供水能力分別為 1,296CMD、305CMD、87CMD 及 276CMD；惟南竿地區扣除后沃水庫供水能力之外則為 953CMD。

表 4-19 馬祖地區現有水庫供水能力表

鄉鎮	湖庫名稱	蓄水容量 (立方公尺)	供水能力 (分析民國 83~98 年 SI=0.3) (CMD)	供水能力 (分析民國 83~102 年 SI=0.3) (CMD)	平均年供水量 (立方公尺)	水庫運用率
南竿鄉	勝利水庫	189,000	528	426	153,278	0.81
	珠螺集水池	4,900	27	26	9,388	1.90
	津沙水庫	46,000	156	127	45,828	1.00
	津沙一號水庫	15,500	74	58	20,984	1.35
	儲水沃水庫	42,000	187	158	56,885	1.35
	儲水沃上壩	31,100	133	108	38,940	1.25
	秋桂山水庫	35,000	58	50	17,981	0.47
	后沃水庫	465,000	341	343	123,082	0.26
合計			1,504	1,296		
北竿鄉	中興水庫	33,500	58	53	18,956	0.57
	午沙水庫	17,900	59	59	21,289	1.19
	坂里水庫	136,000	240	193	69,509	0.51
合計			357	305		
莒光鄉	菜埔沃水庫	3,800	-	19	6,726	1.77
	樂道沃水庫	29,200	-	69	24,699	0.85
合計			0	88		
東引鄉	東湧水庫	85,000	293	258	93,086	1.10
	紫沃水庫	2,704	-	18	6,550	2.39
合計			293	276		

註：”-“為「離島地區供水改善計畫」報告中無此資料。

(6)綜合檢討分析

I、 湖庫供需比較

比較各島水庫供水能力分析結果、現況供水量及各目標年水庫計畫需求水量，除東引地區現況供水量高於供水能力之外，其他地區水庫供水能力相較於現況供水量尚有餘裕，皆能滿足未來民國 120 年需求水量；惟南竿地區扣除后沃水庫供水能力後，則僅能滿足現況用水需求。

II、雨量資料

上述分析採用雨量資料為民國 83～102 年 20 年期間，但在民國 93 年中央氣象局設站之前，多年雨量資料欠缺，或全年資料並不完整，因此分析結果亦將受到影響。

以民國 93 年之後完整日雨量紀錄資料重新辦理各水庫供水能力分析，南竿、北竿、西莒及東引地區各島總供水能力分別為 1,282CMD、295CMD、86CMD 及 278CMD；其值與前述分析結果差異雖然不大，但代表性將較高，並擬作為後續共同運用分析基礎。

III、湖庫共同運用分析

除南竿地區設置勝利及儲水沃 2 座淨水場之外，北竿、西莒及東引皆僅有 1 座淨水場，區域內水庫攔蓄水量皆集中處理後，供應用水需求，全島水庫共同運用調度水量，故可將其視為單一概念化水庫運用。

至於南竿地區雖分為東西區 2 座淨水場，且以勝利、后沃水庫為中心運作，但勝利及后沃水庫間亦有管線連通，故全島水庫蓄存水量亦能統一調度作最佳運用。

湖庫共同運用原則係以各島湖庫水量串聯運用處理，以符實際操作狀況。首先利用各湖庫 H-A-V 資料建立單一概念化水庫，並依現況湖庫高程建置水源調度。當庫容較大之水庫尚有空餘庫容時，庫容較小水庫尚有多餘溢流水量，則將多餘水量調至庫容大來運用。由概念化水庫來供應各供水區用水需求，並依各湖庫 H-A-V 曲線分配出水量，先由庫容較小的湖庫來

供應水量，再由庫容較大的湖庫來供應。

在考慮湖庫共同運用情況下，整體供水能力大於各水庫單獨運作之總和，南竿（及不含后沃水庫）、北竿（及不含中興水庫）、西莒及東引地區各島總供水能力在缺水指數 SI=0.3 情況下，分別為 1,472CMD（1,054CMD）、303CMD（250 CMD）、101CMD 及 291CMD。湖庫共同運用供水能力示如表 4-20。

IV、湖庫—海淡共同運用分析

湖庫與海淡共同運用演算原則為充分利用湖庫水，海淡水為基本量：南竿部分全島需求水量先以南竿三期海淡水契約量(950CMD)供應，剩餘需求水量由湖庫水供應；其餘北竿、西莒及東引則因降低海淡水依賴原則，以湖庫水供水能力優先供應，剩餘需求水量由海淡水供應。

探討各島水資源可運用水量，在缺水指數 SI=0.3 情況下，南竿（不含后沃）、北竿（不含中興）、西莒及東引地區湖庫總供水能力分別為 1,510CMD（1,103CMD）、314CMD（264CMD）、111CMD 及 375CMD，海淡供水量分別為 950CMD、320CMD（270CMD）、144CMD 及 634CMD；供水能力示如表 4-21。

由表 4-20 及表 4-21 中分析結果可知，馬祖地區湖庫水庫運用率受限於水文條件及地形影響，顯現偏低之現象；因此如僅侷限於湖庫容積增加方案對供水能力提升助益有限。

表 4-20　馬祖地區水庫共同運用供水能力表(SI=0.3)

鄉鎮	湖庫名稱	蓄水容量(萬立方公尺)	供水能力(SI=0.3)(CMD)	平均年供水量(立方公尺)	水庫運用率
南竿鄉	南竿各水庫(不含后沃)	36.36	1,054	378,338	1.04
	南竿各水庫	82.86	1,472	526,180	0.64
北竿鄉	北竿各水庫(不含中興)	15.39	250	89,538	0.58
	北竿各水庫	18.74	303	108,249	0.58
莒光鄉	西莒各水庫	3.30	101	36,109	1.09
東引鄉	東引各水庫	8.48	291	104,451	1.19

表 4-21　馬祖地區水庫海淡共同運用供水能力表(SI=0.3)

鄉鎮	湖庫名稱	蓄水容量(萬立方公尺)	供水能力(SI=0.3)(CMD)	平均年供水量(立方公尺)	水庫運用率	海淡水量(CMD)
南竿鄉	南竿各水庫(不含后沃)	36.36	1,103	389,438	1.07	950
	南竿各水庫	82.86	1,510	532,397	0.64	950
北竿鄉	北竿各水庫(不含中興)	15.39	264	91,935	0.60	320
	北竿各水庫	18.74	314	110,357	0.59	270
莒光鄉	西莒各水庫	3.30	111	38,893	1.18	144
東引鄉	東引各水庫	8.48	375	129,532	1.48	634

(二)水庫安全性評估與檢討

1、相關法規

國內蓄水庫安全管理之法源主要依據水利法。主管機關經濟部乃依據水利法第 49 條之規定，先後訂定頒布各項法規及行政規則，作為蓄水庫安全管理之依據。

目前蓄水庫安全管理工作主要之依據為「水利建造物檢查及安全評估辦法」及後續依據該辦法第 19 條第 1 項之規定所訂定「水利建造物檢查及安全評估技術規範（蓄水與引水篇）」。

目的為針對蓄水、引水建造物安全評估工作之方法及技術提出明確之規定，使蓄水、引水建造物之安全評估工作具有統一標準以茲依循，進而使工作成果達到應有之品質，以確保蓄水、引水建造物之安全。技術規範內容包括安全資料蒐集、建檔、複核與評估以及現場檢查與評估、補充調查與試驗、校核分析、潰壩（決）演算及災損評估、綜合評估及結論與建議等。

2、 蓄水庫分級方式

水利署為落實蓄水建造物安全管理制度，有效執行檢查及安全評估工作，將蓄水建造物之特性及重要性加以分級。目前國內蓄水庫分級方式係參考「蓄水庫分級安全管理制度規劃」之規劃成果，依壩高、庫容及潰壩後果進行分類，共分為三級。

馬祖地區水庫公告的災害潛勢皆為「極輕或無」，水庫等級屬第三級，詳表 4-22。

3、 以往執行成果

馬祖南竿、北竿、西莒、東引地區等鄉作為自來水水源的湖庫分別有 8、4、2、3 座，共計有 17 座湖庫。勝利水庫於民國 93 年辦理水庫安全評估，連江縣自來水廠另於 99 年度辦理「馬祖水庫安全評估計畫委託技術服務案」，針對勝利水庫、儲水沃水庫、津沙水庫、津沙一號壩、秋桂山水庫、坂里水庫、紫沃水庫等 7 座湖庫進行安全評估。

表 4-22　馬祖地區蓄水建造物災害潛勢分級表

水庫名稱	管理單位	災害潛勢	水庫等級
東湧水庫	連江縣政府	極輕或無	三
坂里水庫	連江縣政府	極輕或無	三
秋桂山水庫	連江縣政府	極輕或無	三
儲水沃水庫	連江縣政府	極輕或無	三
津沙一號水庫	連江縣政府	極輕或無	三
津沙水庫	連江縣政府	極輕或無	三
勝利水庫	連江縣政府	極輕或無	三
后沃水庫	連江縣政府	極輕微	三

民國 101 年辦理完成后沃水庫初次使用安全評估工作，水利署也委託辦理「101-103 年蓄水與引水建造物檢查及安全評估專業技術服務計畫」，其中在 101 年度已完成馬祖地區后沃水庫初次使用安全評估報告及馬祖水庫安全評估計畫的審查工作。

茲將現場檢查與評估初步成果重點摘述如下：

(1)坂里水庫

I、 大壩下游面可由右岸聯絡道路到達，其混凝土表面並無明顯龜裂、錯動、沉陷、位移或其他異常現象；惟壩體曾加高 5 公尺而早期施工疑有基礎處理不佳情形，長期存在有漏水問題，現況於大壩下游側設有 2 座共約 800 立方公尺的蓄水池，蓄存滲漏水量補充水源。

II、 大壩平面 3 呈冂字型，壩頂兼作通達道路，經現場檢視混凝土表面無明顯錯動、沉陷等異常現象，惟有局部細微裂縫，但不影響大壩整體安全。

III、壩頂上下游側均設置混凝土安全護欄，局部已有損壞情形且鋼筋出露，應適時修復以利安全防護。

IV、水庫蓄水範圍除鄰近大壩左側有 1 處小型崩塌地外，其餘庫區周邊植生覆蓋良好。

(2)秋桂山水庫

I、 壩頂兼作通達道路使用，因現況鋪磚無法檢視混凝土表面狀況，而磚面並無發現明顯隆起、沉陷、錯動、龜裂或其他異常現象。

II、 大壩下游面以背填土方為主，無法檢視混凝土表面狀況，而鄰壩頂處植生茂密，建議定期清除。

III、壩趾處可由左岸景觀階梯到達，鄰海側岩盤出露，並未發現明顯錯動、沉陷、崩坍等異常現象。

IV、經現場檢視，溢洪道通過壩體處之暗渠側面施工模板尚未拆除，隔版未銜接至箱涵頂部，且出口處混凝土剝落有鋼筋裸露現象，應予以改善以維護洩洪安全。

V、水庫蓄水範圍周邊植生覆蓋良好，惟靠近大壩上游右岸蓄水範圍發現 1 處小型崩塌地、左岸 2 處邊坡岩盤裸露，由於崩落土方數量甚少，評估對水庫整體安全影響有限。

(3)儲水沃水庫

I、 壩頂兼作通達道路使用，因現況鋪磚無法檢視混凝土表面狀況，而磚面並無發現明顯隆起、沉陷、錯動、龜裂或其他異常現象。

II、 大壩下游面可由左岸聯絡道路及景觀階梯到達，其混凝土表面有白華現象，但無其他異常現象。

III、經現場檢視溢洪道混凝土表面並無明顯位移、龜裂、

沉陷、錯動、沖蝕、穴蝕或其他異常現象。溢洪道下游面壩址消能池內有植物生長，建議清除以立洩洪安全。

IV、水庫蓄水範圍周邊植生覆蓋良好，並未發現有明顯崩塌地或其他異常現象。

V、大壩下游側為勝天公園，壩基右岸岩盤裸露，左岸則有景觀階梯步道通達壩頂及壩趾，並未發現明顯裂隙、錯動、沉陷、滲漏、壓碎或其他異常現象。

(4)津沙一號水庫

I、壩頂兼作通達道路使用，因現況鋪磚無法檢視混凝土表面狀況，而磚面並無發現明顯錯動、沉陷或其他異常現象。

II、大壩下游面混凝土表面有青苔附生，壩座兩側及壩趾處植生茂密，並無通達道路可至大壩下游面處。

III、溢洪道洩槽段混凝土表面亦有青苔附生，經現場檢視並無明顯位移、沉陷、錯動或其他異常現象。

IV、水庫蓄水範圍周邊植生覆蓋良好，並未發現有明顯崩塌地或其他異常現象。

V、左右壩座現況均為通達道路，該道路邊坡植生覆蓋良好，並發現有坍方現象。

(5)津沙水庫

I、壩頂兼作通達道路使用，因現況鋪磚無法檢視混凝土表面狀況，經現場檢視近抽水機平台處有磚面隆起現象，與水庫管理人員洽詢瞭解，該處原有混凝土裂縫，惟其長度、深度及影響範圍受鋪磚覆蓋無法丈量。

II、下游壩趾處可由右岸農路到達，經檢視壩趾接觸面狀

況良好，並未發現明顯異常現象。

III、水庫蓄水範圍周邊植生覆蓋良好，並未發現有明顯崩塌地或其他異常現象。

IV、左右壩座現況均為通達道路，該道路邊坡植生覆蓋良好，並發現有坍方現象。

(6)勝利水庫

I、 壩頂兼作通達道路使用，因現況鋪磚無法檢視混凝土表面狀況，而磚面並無發現明顯隆起、沉陷、錯動、龜裂或其他異常現象。

II、溢洪道入口近抽水平台處下方，有施工模版局部未拆除恐影響洩洪水流，建議予以改善。

III、水庫蓄水範圍周邊植生覆蓋良好，大壩上游右岸蓄水範圍發現 1 處軍方用地。

IV、左右壩座均為通達道路所覆蓋並無岩盤出露，其中右壩座現況為景觀涼亭，並未發現有明顯崩塌地或其他異常現象。

V、水庫周邊緊鄰村落，因生活污水排入影響水質，建議另案辦理污水截流工程以降低入庫污染量，且實施水庫底泥清理工程以改善水質。

(7)東湧水庫

I、 經現場檢視，壩頂混凝土表面水泥砂漿修飾處局部龜裂，但無發現明顯其他異常現象。

II、 大壩下游面可由左岸聯絡道路到達，混凝土表面並無明顯龜裂、錯動、沉陷、位移或其他異常現象。經現場檢視壩體曾加高 1 公尺，施工接縫處略不平整。

III、大壩下游面壩趾與調節池連接，而該池水位高過壩

趾，無法檢視壩趾接觸面之狀況。

IV、水庫蓄水範圍周邊植生覆蓋良好，並未發現有明顯崩塌地或其他異常現象。

V、因水庫引水路上游流經村落，如遇暴雨因降雨逕流夾帶周邊污水流入水庫，氨氮濃度有偏高情形而影響供水水質，建議另案辦理污水截流工程以降低入庫污染量。

(8)后沃水庫

I、 大壩上游面設有水位標尺，以人工方式每日紀錄水庫水位。壩區未設置監視設備。

II、各項改善建議包括設置壩區入口路障、監視設備、水庫水位自動觀測設備、拆除溢洪道暗渠入口不銹鋼網門、辦理水庫淤積測量等各項，並另案辦理南竿地區整體抽水系統水錘分析及增設馬祖地區地震儀。

III、后沃水庫導電度檢測值有持續偏高現象，除可能為地區特性外，馬港鞍部培厚基腳含鹽量較高土壤為其主因。

4、綜合說明與建議

除上述水庫外，樂道沃水庫及紫沃水庫改善工程皆已於民國 102 年 4 月完成改善。民國 103 年 8 月則辦理莒光各水庫蓄水建造物更新改善計畫，預計辦理樂道沃、菜埔沃及福正等水庫改善工作，包括邊坡修整格樑保護、重力式擋土牆、溢洪道改善、壩體結構安全強化、水庫周邊安全防護、庫區清淤、水庫取水設施改善等工作。

后沃水庫經二次滿庫後，導電度仍無法降低，且有增高趨勢，相關原因建議另案辦理並詳細調查與檢討，以利后沃水庫水源能充分利用。

五、供水系統檢討

馬祖地區由於受到既有湖庫特性的限制及降雨量影響，目前湖庫水源的調配方式僅依賴水廠操作人員經驗法則來操作，因應即時狀況因應不同對策，基本上各湖庫間以串連方式操作，本計畫蒐集彙整各區水資源設施聯合運用詳圖 4-26～4-30 所示。各區水源調配或操作原則如下所述：

(一)動力

水源供給充足時將水庫原水貯蓄至其他水庫，有需要時再重新加壓送至淨水場，因馬祖地區屬丘陵地形，路面起伏甚大，輸水皆需加壓傳送，以動力費為前提考量，優先使用較靠近淨水場之湖庫水。

(二)雨季

依據中央氣象局預報中心報告，當雨季來臨前，因擔心暴雨使得湖庫滿庫溢流造成浪費，預先騰出水庫蓄水空間，將水先抽至最接近使用之淨水場水池或蓄水池，以平均蓄水之概念，盼各湖庫皆能蓄得雨量。

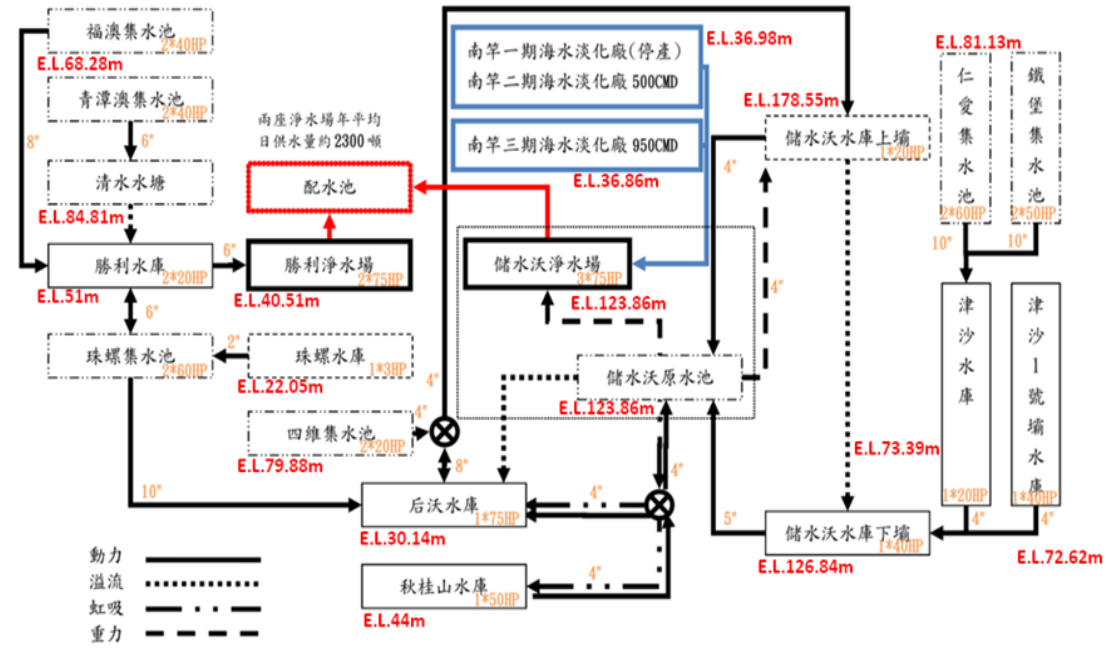


圖 4-26　南竿地區水資源設施聯合運用示意圖

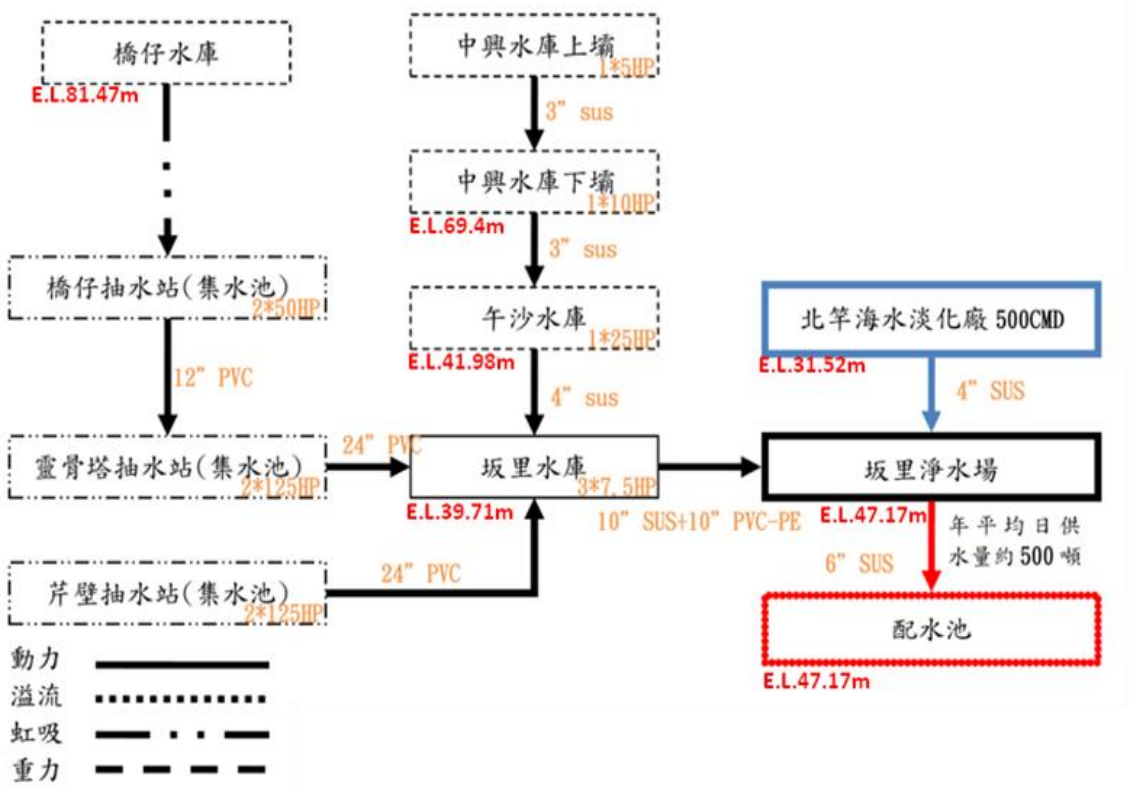


圖 4-27　北竿地區水資源設施聯合運用示意圖

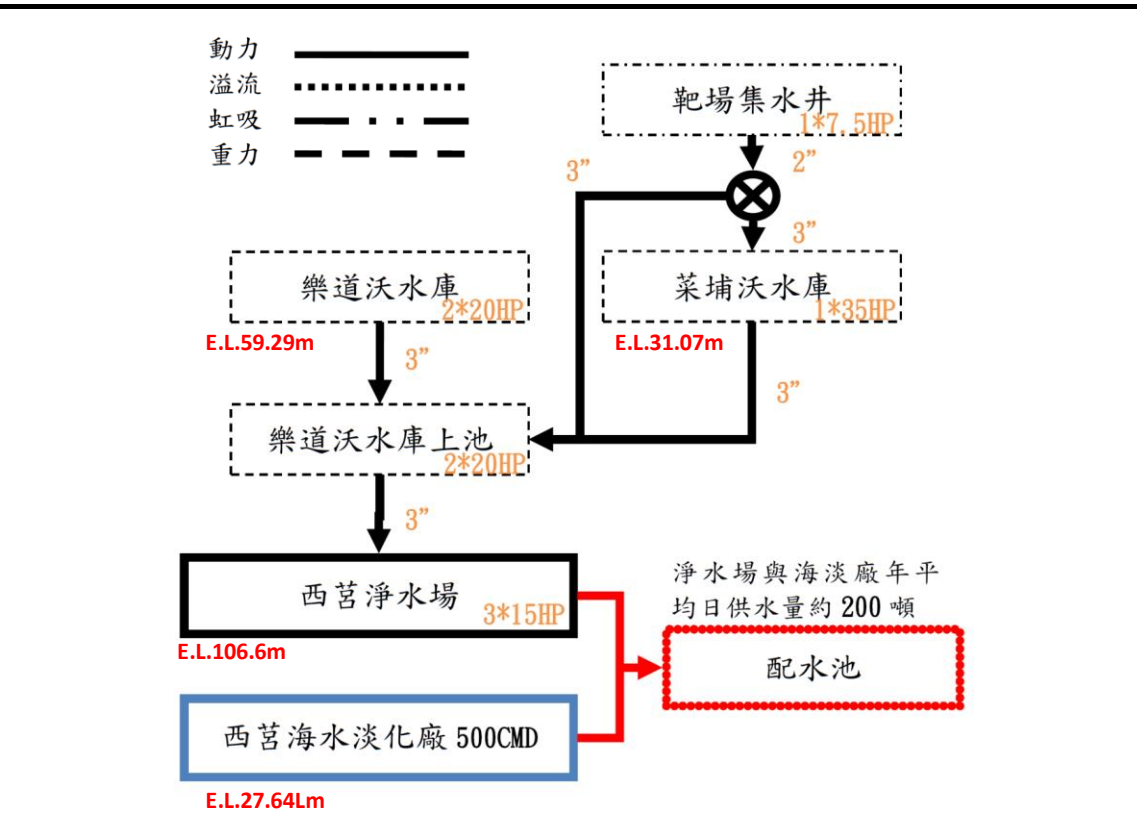


圖 4-28　西莒地區水資源設施聯合運用示意圖

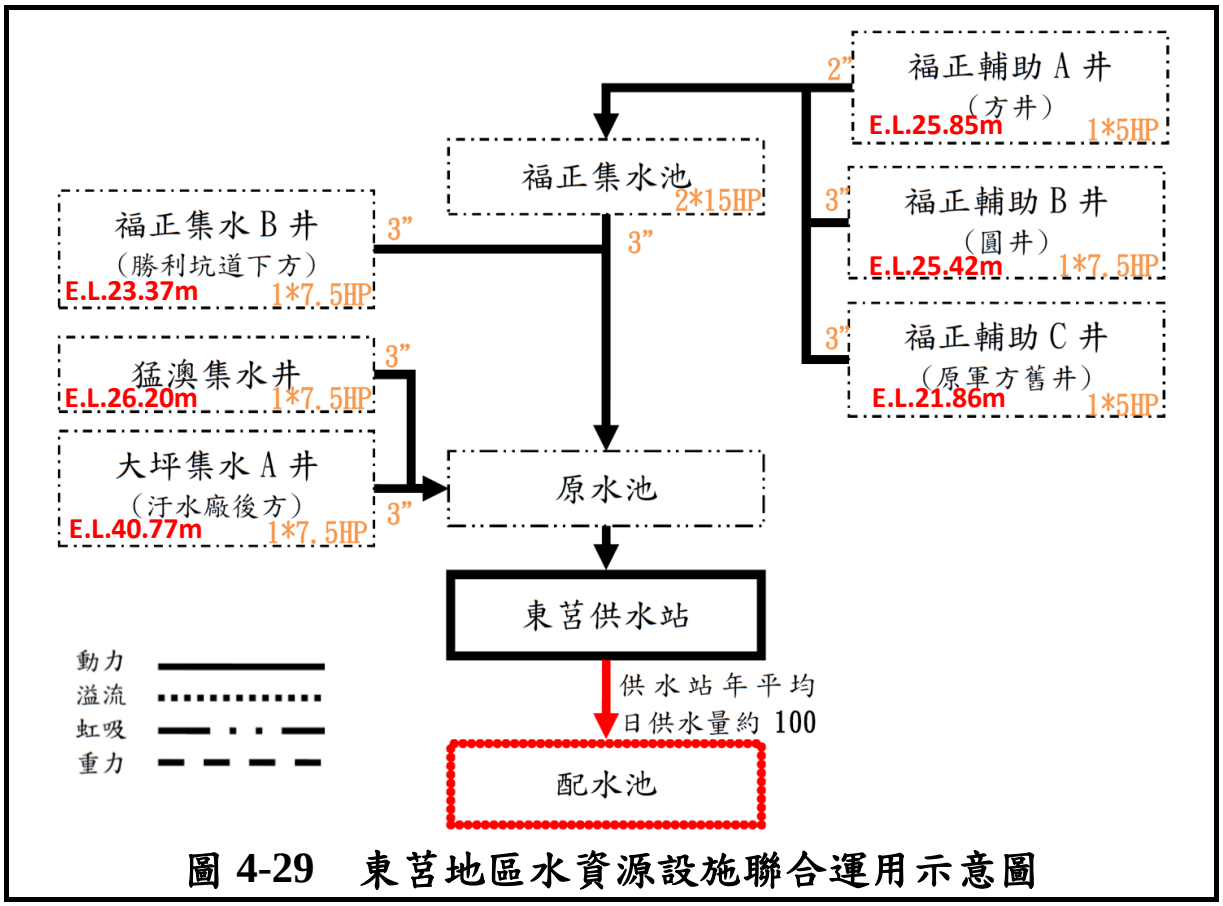


圖 4-29　東莒地區水資源設施聯合運用示意圖

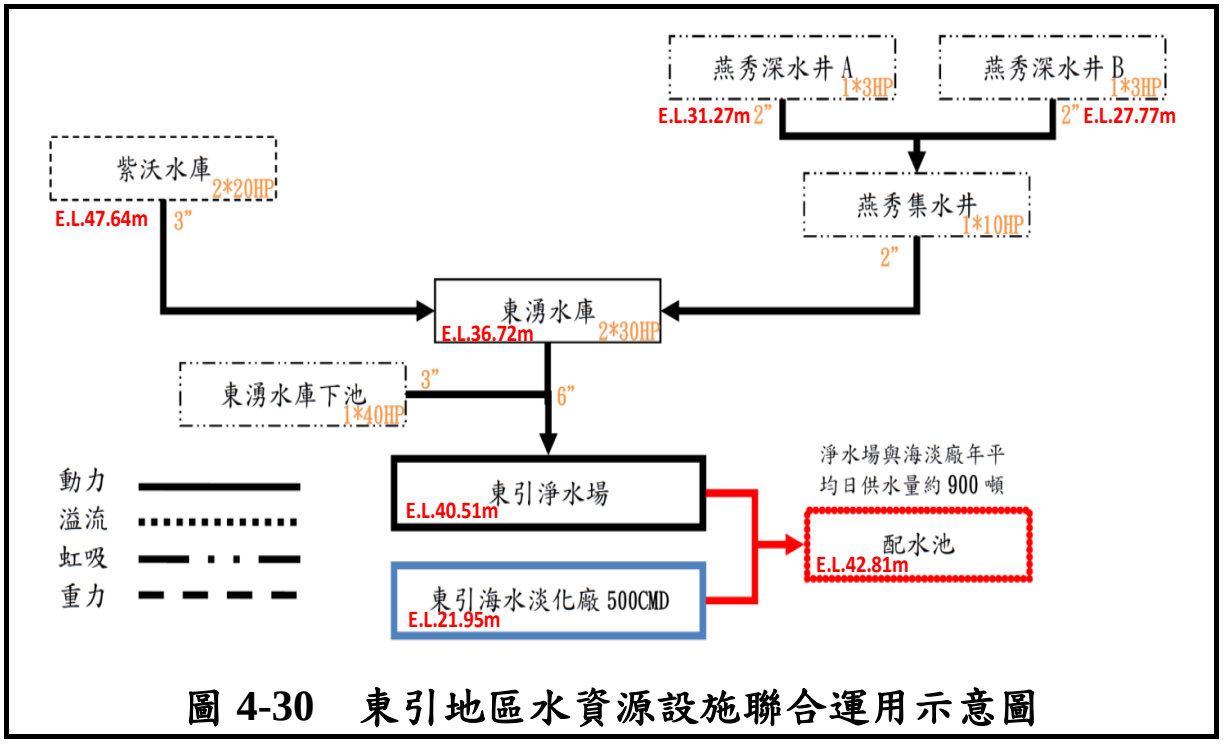


圖 4-30　東引地區水資源設施聯合運用示意圖

(三)用電契約容量

因當時考慮各水庫抽水用電的時機及容量，以訂定的契約容量，各湖庫的抽水機所需電力皆和台灣電力公司簽訂契約電量，即使實際使用的容量低於申請之契約容量，仍需按照申請的契約容量來繳納基本電費，故各湖庫間水源的調度連江縣自來水廠也會考量電費。即目前水庫周邊集水池為自動抽水至最近之水庫，當湖庫水蓄水足夠時，或因集水池係蒐集水庫集水區外之雨水，有時水質不佳時（主要為枯樹葉所造成優化），再加上連江縣自來水廠人力不足，將停止自動抽水。

以南竿為例，分為東西區兩淨水場（儲水沃淨水場及勝利淨水場），儲水沃淨水場先使用儲水沃水庫上壩之原水，待水位降低後，再將其他湖庫（先津沙水庫後秋桂山水庫）之原水往儲水沃水庫上壩用動力方式輸送，海水淡化廠之淡化水則輸送之配水池與清水混合後送至用戶端。同理，勝利淨水場的操作方式亦同。

當氣象預報南竿地區會下雨時，水廠人員將視各湖庫蓄水容量（每日以人工量測水位）來調蓄各湖庫蓄水容量，盡量將原有湖庫水蓄存（如抽到后沃水庫或儲水沃水庫或各蓄水池），以騰出湖庫空間蓄水。其他各島的調度方式也和南竿一樣，但比較單純。

為提升各島水源共同運用之效益，應考量各淨水場進水量、海淡廠供水量、設施高程、抽水機操作紀錄、動力費、加藥費、需求水量等因子，規劃最適供水操作模式，穩定的供水目的。

因目前各湖庫並無操作原則（規線），水場人員在水源運用及調配上，都以經驗法則來操作，建議後續應訂定操作標準

作業程序，期能達到湖庫水最大供水量及海水淡化場最適產水量的目標，以及能穩定供應各標地用水，及避免需要耗費額外的能源。

六、既有水資源設施營運改善檢討

(一)湖庫

依前述湖庫現況調查成果，馬祖各水庫管理機關為連江縣政府，多為無專人值班水庫，由連江縣自來水廠營運所人員兼任負責水庫操作維護及管理運用。但因水廠既有人力不足且經費拮据，故各水庫的部分重要數據未能完整建置或更新，包括水庫即時水位、進流水量、水庫庫容、抽水機運作原則、水庫共同運用模式等，較難有效運用水庫水量。

在湖庫水質的部分，馬祖地區多數湖庫呈現優養化的狀態，不僅會破壞景觀，貽害水質，縮短水庫壽命，也會影響淨水場的處理能力及效果，直接或間接增加水處理成本。在考量民眾飲用安全且多數島嶼已有海淡廠供水的情況下，目前湖庫的操作營運方式，多根據用水需求量，配合海淡廠的出水量來調節湖庫出水量。依目前用水需求量及海淡水供應量來看，部分湖庫仍有多餘水量未充分利用。

若以低碳發展的理念來研擬馬祖地區未來的水資源經營策略，仍應先充分提升既有湖庫水的利用率，因此本計畫針對既有湖庫之營運改善檢討如下：

1、 健全湖庫相關資料

為釐清未來水資源之供需情勢，期能以降低成本的方式滿足各目標年之水資源需求，應健全湖庫相關的資料。為有效提升未來湖庫供水能力演算之精準度，建議改善方式如以下說明：

(1)增設監測系統

I、 水位計：目前庫區僅有水位尺而無自計式水位計，建議增設自計式水位計，除可節省人力支出、提高安全防護即時監控，並提高營運管理便利性。

II、雨量計：目前連江縣唯有南竿一座雨量站，四鄉五島幅員廣闊，僅依照南竿雨量站的雨量紀錄推算其餘各島的雨量，準確度略嫌不足，建議於四鄉五島皆增設自計式雨量計。

III、流量計：現階段水庫入流量由雨量、集水面積及逕流系數來推求，但由於三者存在高度不確定性，且入流量為供水能力演算重要參數，建議於各水庫增設流量計。

(2)重新辦理水庫庫容測量

大多水庫皆發生淤積狀況，導致水源無法充分利用，但自民國 93 年辦理馬祖地區水庫淤積測量後,即無再量測水庫庫容，建議重新辦理水庫庫容測量，建置更新水庫之水位-面積-容量（H-A-V）曲線資料。

(3)建立資料庫

雖目前連江縣自來水廠已建立相關水情資料表單，但透過資料庫管理的方式及各項作業功能之使用權限控管，可釐清使用者業務權責。另若將水庫操作運轉紀錄、維護改善紀錄、蓄水範圍概況及氣象、水文演算資料等相關資料加以分類，並新增時序性資料圖表線上查詢及資料線上計算工具等加值服務功能，如溫度、降雨量之時序資料查詢及年供水量、進流量之統計結果等，將能有效提升營運管理之效率。

2、辦理水質污染源調查

部分水庫如后沃水質不佳、中興曾到達超優養的情況等，造成水庫水無法利用，故除每季檢測一次庫區水質，將導電度應列入重點檢驗項目外，建議辦理污染源調查工作，深入了解目前湖庫水質不佳的原因，除湖庫特性外，是否有其他污染源流入所致。

3、落實檢查維護工作

依據「水利建造物檢查及安全評估辦法」第 9 條規定，為確保水庫安全與正常運作，應對各水庫及構造物應作定期及不定期檢查工作。

(二)地下水井

依民國 95~102 年供水資料來看，東莒地區因觀光客人數日益增加，日用水量呈現逐年上升的趨勢（78→109 CMD）。由於地下水為東莒地區唯一的供水來源，若地下水超抽可能造成海水入侵鹽化地下水，但根據現地調查成果，在目前的操作下地下水水位雖有起伏，但各井均未發生枯井的狀況，且水質檢測結果亦未顯示有水質鹽化之趨勢。

另依水利署水規所民國 97 年「馬祖東莒大坪地下水庫初步規劃」及民國 98 年「馬祖東莒福正地下水庫初步規劃」成果，保守估計大坪地區及福正地區之安全出水量分別約 56 及 110 CMD，合計 166 CMD，對照目前實際用水量來看仍在安全範圍內。惟東莒地區無常年流動溪流，地下水補注來源完全仰賴降雨後的地表入滲，在全球氣候變遷的影響下，屬高缺水風險地區，加上未來觀光用水需求的可能成長，建議後續以多元化水源開發的方式，尋找其他可用水源來降低缺水風險。

(三)海水淡化廠

馬祖地區早期興建營運的海水淡化廠所面臨的問題：

1、初期參與廠商的經驗與財務均不足

馬祖地區係國內最先推動海水淡化廠設置的幾個地區之一。早期由於國內欠缺辦理海淡廠工程的經驗，因此對於國內投標廠商的相關經驗與財務門檻要求不高，再加上價格標的決標機制，以及廠商對於馬祖地區工程環境的不瞭解，造成部份經驗與財務均不足的廠商競相壓低價格搶標，而得標後常無法如期履約，或是屢生糾紛，例如南竿一、二期海淡廠、西莒海淡廠工程。

主要原因為海淡廠興建規模小，無法吸引國內外有實力的廠商來參與興建，上述情形在縣政府將決標機制改為最有利標，吸引較優廠商參與後，已有十分明顯的改善，例如北竿、東引海淡廠工程。

2、初期試車條件太長

依南竿海淡一期工程興建合約規定，承包商必須於完工後 30 日內進行整體試車，試車期間每日須產水 500 立方公尺，且水質經檢驗合格，其中第一階段須合格 30 天，第二階段須合格 335 天，兩階段試車期間不合格天數不得超過 10 天及 90 天，整體試車合格後始得驗收。上述第二階段須合格 335 天，同時不合格天數不得超過 90 天的規定是十分嚴苛，再加上海水溫度變化、颱風損壞海淡廠設施的影響，試車階段往往拖延甚久，並導致主要設備因使用年限而有更換的壓力，也造成廠商解除合約，不願再代操作運轉。

在北竿、東引海淡廠工程推動時，縣政府已將試車時程縮短（含調整試車 30 日、正式試車 120 日）。

3、前期委託代操作之合約型式與內容

(1)履約期限－設定四年一期，民間廠商可能方熟悉全廠操作維修作業不久，即需面對合約到期的現實，易造成廠商有過客心態。

(2)履約標的－除了供應合約要求的淡化水之外，並詳列各種操作維護，管理修繕等項目，每月計價時亦應檢附相關工作日誌,保養紀錄等。造成廠商自行營運管理的程度較低，相對來說，連江縣自來水廠須負的管理責任較重。例如廠商履約人員有不適任情形者，自來水廠得要求更換，廠商不得拒絕。以及若是認為有履約瑕庇，或有違反契約之情事者，得通知民間廠商限期改善。然這樣的契約條文，並未訂定其明確的事證內容，雙方可能產生認知上的歧見。

(3)風險分配－機關認為有必要時，可於 15 日前要求減產停產，形成民間廠商之獲利沒有獲得相對應的保障。

(4)價金調整－契約訂定價金調整的原則僅有法令變更，對於相關備料，藥品，電費或是人事成本等之變動並未涵蓋。

(5)違約罰則與中止代操作運轉之條件項目相似，某些條件亦可能讓合約礙難執行。

(6)移轉前應處於正常狀態下之契約條文，過於定性描述，且未定訂定檢查驗證之機制與標準。

連江縣自來水廠為有效整合其他海水淡化廠操作營運問題，於民國 101 年 2 月辦理「馬祖地區海水淡化廠委託代操作營運」案，民國 101 年 3 月底決標，委託廠商操作營運海水淡化廠（包含南竿（一、二期）、北竿、東引及西莒）4 年。

依合約要求廠商需針對南竿一、二期海淡廠現有設備整

合使用，若現有設備已逾財產使用年限且不堪使用，由廠商提出計畫書，申請報廢事宜。並就各海淡廠之設備，如已逾財產使用年限且不堪使用，得辦理設備更新（財物採購），廠商於辦理設備更新前，應先將擬更新之設備製作設備更新重置計畫書，以書面送交連江縣自來水廠審查通過後，始得辦理。

各海水淡化廠的操作營運費用分別為除西莒海淡廠操作營運費為每立方公尺 84.18 元外，其他 3 廠皆為 54.47 元。本委託案另訂定「委託代操作營運績效評估辦法」，每年評鑑 1 次，分內部及外部評鑑兩部份，評鑑總分未達 70 分者，將視為履約之重大缺失，履約期間如連續 2 次未達 70 分者（或累積達 2 次），機關得終止契約，廠商不得異議。

另廠商應於契約屆滿或終止前 2 個月，辦理設備移交清冊，並報請機關核定。移交後設備如有損害，除廠商修復外，可由機關代為購置及維修，但所需費用由廠商契約價金內支付；若設備需由第三人檢驗者，其檢驗費由廠商負擔。至目前為止，4 座海水淡化廠操作營運仍屬正常。

目前離島地區所興建的海水淡化廠之興辦方式可分為下列 2 種方式：

(1)依採購法辦理

包括早期澎湖成功海水淡化廠、馬公海水淡化廠一廠、金門海水淡化廠一期，馬祖南竿海水淡化廠、北竿海水淡化廠、東引海水淡化廠、西莒海水淡化廠，以及半鹹水淡化設備等都是以採購法方式興建後再委託原廠商操作維護 4 年。另馬公 3,000 立方公尺套裝海水淡化廠以 15 年購水合約興建。

(2)依促參法辦理

包括澎湖西嶼 750 立方公尺海水淡化廠、馬公海水淡化廠二廠及望安海水淡化廠（新增及改建）、南竿 950 立方公尺海水淡化廠等皆由民間機構投資興建後，負責操作營運 20 年。

(3)目前問題

離島地區海水淡化廠不管以何種方式興辦，皆會遇到下列問題：

I、 興建規模較小，無法吸引國內外有實力的廠商來參與興建。

II、 海水淡化廠未達經濟規模，開發成本較高，再加離島自來水水價與國內統一水價，以採購法或促參法皆需補貼差額。

(4)後續興辦方式建議

I、原則

i 保價保量

ii 政府提供土地及接水點

iii 依購水合約訂定淡化水水質及水量標準

II、方式

不管採何種方式興辦皆有其優缺點，惟促參法因相關作業期程長，作業程序複雜，再加上相關單位辦理經驗不足等因素，建議採用採購法（統包）來辦理，而針對以往採購法常出現低價搶標問題，可由採購法之決標方式（異質採購最低標）辦理。

馬祖地區後續海水淡化廠之營運建議依採購法「公有民營」模式，並以「統包加營運（代操作）」型

態來興辦。營運年限部份，為增加廠商積極投入嚴謹操作與維護保養誘因，以及考量預算法第 8 條的限制，初期建議代操作年限改採 8 年（4＋4），亦即 4 年代操作，最後 1 年經評鑑為優異者，可以擴充條款方式取得優先議價權，以提升整體營管效率。若此方式試辦成功及預算法可解決後，後續亦可考慮採用 15 年(8+7)方式辦理，使廠商能穩定提供水質與水量。

另為了有效激勵未來的操作營運廠商，使其有意願善加經營海水淡化廠，廠商能提供如質如量的淡化水，除了既有海水淡化廠之功能應加以改善提升外，委託操作合約亦應檢討提出相對應的契約架構與內容。初步建議操作營運合約後續應朝下列方向建置。

I、重擬決標機制，遴選優良廠商

過去代操作計畫之廠商遴選，均以最低價格作為決標機制，固然有利於節省公帑，然對於技術工程能力頗佳的隊伍，難免有遺珠之憾。

II、展延合約期限，激勵廠商善加維護操作海水淡化廠

初步建議改善工程完工驗收後，委託其操作營運海淡廠 8 年。合約屆期前應要求驗收海水淡化廠之產能維持良好（或堪用）狀況。再重新招商操作營運 7 年。

III、購水導向為原則

考量連江縣政府自來水廠之人力，並無法負荷海水淡化廠的實質管理，合約可考量以購買淡化水為導向，其類似的案例包括民間參與南竿 950 立方公尺海水淡化廠，以及澎湖烏崁 3,000 立方公尺廠海水淡化

廠。

IV、合理分擔風險

由於合約操作年限已經展延，風險合理分擔亦應相對配套。包括購水價金之調整不應僅僅考量法令變更而已，若干直接與廠商操作營運成本關聯之因素，應一併納入考量。例如海水水質、電費、藥品、人員薪資等統計價格等之漲跌，應設計因應調整機制，合理分配自來水廠與民間廠商之風險。

V、履約管理機制

未來委託合約若以購水為導向，亦不能忽略應善盡管理政府資產之責任。初步建議可以定期（例如每年一次）的績效評估（或評鑑）的方式，以要求委託操作廠商除了達成供水責任之外，相關設備維修保養，廠區管理等工作亦須同時達到要求。績效佳者，甚或可考量直接取得後續 7 年的代操作合約，對於績效達不到標準者，則設置適當的罰則，或是要求其提出改善計畫，經核定後具體實施。

七、現階段關鍵課題

綜合馬祖地區既有水資源設施調查評估資料可知，依目前馬祖地區湖庫與海淡為共同運用的情況，湖庫水及海淡水可以說是環環相扣，然而各島現階段面臨不同之問題，詳表 4-23 所示，相關說明如下：

(一)湖庫水

1、水質不佳

馬祖地區湖庫水質普遍存在優養化問題，南竿勝利水庫雖仍持續供水，但因水質不佳而無法充分利用；后沃水庫因

為水質鹽化問題，現階段未使用。北竿如中興水庫因水質不佳，且北竿目前供水量符合需求量，而未使用。西莒菜埔沃水庫則因樂道沃水庫剛於民國 102 年完成更新改善，水量充足，無需使用菜埔沃水庫水，而閒置導致水質不佳。

2、水庫漏水

北竿地區如坂里，東莒地區如福正等水庫發現明顯滲漏情形，影響水庫供水量。

3、缺乏淨水處理設施

東莒地區如福正水庫，因缺乏處理設施，水資源無法提供居民使用。

4、營運管理機制不完善

各水庫的部分重要數據未能完整建置或更新，包括水庫即時水位、進流水量、水庫庫容、抽水機運作原則、水庫運用模式等，較難有效運用水庫水量。

(二)海淡水

1、取水井設置過淺

南竿一、二期海淡廠及西莒海淡廠，皆面臨取水口設置太淺，導致取水不穩定及增加變頻馬達抽水過頻繁，增加用電等問題。

2、設施老舊

南竿一、二期海淡廠、北竿海淡廠及西莒海淡廠設施過於老舊，已達不到契約購水量，南竿一、二期海淡廠目前委託操作廠商採自行裝設套裝模組進行產水，原水水源部分抽后沃水庫原水與海水混合使用，北竿海淡廠目前亦由代操作廠商以套裝機組進行產水。另海水淡化廠整廠用電過高問題。

3、合約到期

南竿一、二期海淡廠、北竿海淡廠、西莒海淡廠及東引海淡廠合約於民國 101 年簽訂，四年一期，民國 105 年之後續操作營運方式及購水量將視各島水資源供需情勢而定。

表 4-23　馬祖地區現階段關鍵課題彙整表

水源	面臨問題	地區	主要設施
湖庫水	水質不佳	南竿	后沃、勝利
		北竿	中興
		西莒	菜埔沃
	水庫漏水	北竿	坂里
		東莒	福正
	缺乏淨水處理設施	東莒	福正
	營運管理機制不完善	全	全
海淡水	取水井設置過淺	南竿	南竿一、二期海淡廠
		西莒	西莒海淡廠
	設施老舊	南竿	南竿一、二期海淡廠
		北竿	北竿海淡廠
		西莒	西莒海淡廠
	合約到期	南竿	南竿一、二期海淡廠
		北竿	北竿海淡廠
		西莒	西莒海淡廠
		東引	東引海淡廠

第伍章 目標年水資源供需情勢評估及設施定位檢討

一、 目標年水資源供給能力檢討

二、 未來至民國 140 年水資源供需情勢評估

三、 水資源設施定位檢討

第伍章　目標年水資源供需情勢評估及設施定位檢討

一、目標年水資源供給能力檢討

(一)供水能力推估方式

1、 湖庫

馬祖地區湖庫供水能力推估方式已於第肆章說明。

2、地下水

地下水出水量依照含水層出水能力、地下水位、雨量多寡、抽水機馬力等因素而有所不同，本計畫採用地下水安全出水量作為地下水之供水能力。

3、海水淡化廠

在「離島地區中長程供水檢討規劃」報告中，以設計產水規模視為海水淡化廠供水能力。然海水淡化廠可能受到取水水量、水質、處理設備效能等因素影響，實際出水量可能低於設計產水量。為符合實際狀況，本計畫以各島海水淡化廠契約產水量作為供水能力之依據。

(二)湖庫供水能力檢討

根據第肆章湖庫供水能力計算成果，南竿地區因現況后沃水庫並未使用，在考量水庫-海淡共同運用的條件下，湖庫總供水能力為 1,288 CMD。北竿地區 4 座湖庫中，目前僅有午沙及坂里水庫供水，故供水能力為 264 CMD。西莒地區湖庫供水能力為 111 CMD，東引地區之供水能力為 375 CMD。

(三)地下水供水能力檢討

目前僅有東莒地下含水層連通性較佳，島上自來水水源完全取自地下水，其餘各島自來水供水系統已不再使用地下水。依據民國 97 年「馬祖東莒大坪地下水庫初步規劃」及民國 98

年「馬祖東莒福正地下水庫初步規劃」之計算成果，東莒地區地下水的安全出水量為 166 CMD，故本計畫採此數值作為東莒地區地下水之供水能力。

(四)海水淡化廠供水能力檢討

根據第肆章之分析，若以購水契約作為海淡水供水能力，則南竿地區海水淡化廠供水能力為 1,350 CMD，北竿為 400 CMD，西莒為 200 CMD。在東引地區，雖購水契約為 400 CMD，然民國 100 年為因應枯旱缺水問題，已新設 250 CMD 機組，故本計畫設定其供水能力為 650 CMD。

(五)綜合說明

根據前述水資源設施供給能力檢討，各系統供水能力分別說明如下：

1、 南竿地區

湖庫供水能力 1,103 CMD（不含后沃），海淡水 1,350 CMD，合計 2,453 CMD。惟南竿一、二期之產水合約將於民國 105 年到期，依目前設備功能來看，若未能重置更新，可能無法繼續供水。民國 105 年後在不考量其供水量的條件下，供水能力將降為 2,053 CMD。但若能恢復后沃水庫供水，可增加 407 CMD 供水量。

2、 北竿地區

湖庫供水能力 264 CMD（不含中興），海淡水 400 CMD，合計 664 CMD，與南竿地區類似，民國 105 年後海淡合約到期無法繼續供水，則由於無水庫-海淡共同運用，在 SI = 0.3 的條件下，湖庫供水能力為 258 CMD。若能恢復中興水庫供水，可增加 39 CMD 水量。

3、東莒地區

為保守計，依地下水安全出水量計算，其供水能力為166 CMD。

4、西莒地區

湖庫供水能力 111 CMD，海淡水 200 CMD，合計 311 CMD，若民國 105 年後不計入海淡水，由於無水庫-海淡共同運用，在 SI = 0.3 的條件下，湖庫供水能力為 101 CMD。

5、東引地區：

湖庫供水能力 375 CMD，海淡水 650 CMD，合計 1,025 CMD，若民國 105 年後不計入原有海淡水機組 400 CMD，供水能力為 625 CMD。

二、未來至民國140年水資源供需情勢評估

根據第參章水資源需求推估及前述水資源供給能力檢討，馬祖地區各島至目標年民國 140 年之水資源供需情勢說明如下：

(一)南竿地區

圖 5-1 為南竿地區供需分析圖，用水需求自民國 105 年 2,293 CMD 成長至民國 115 年 2,443 CMD，後持平至民國 140 年。供給能力起始值為 2,453 CMD，民國 105 年南竿一、二期合約到期減少 400 CMD，配合需求水量進行舊有海淡機組的更新重置，維持總供給能力 2,453 CMD。

為符合低碳島開發，優先利用湖庫水之原則，民國 110 年應恢復后沃水庫供水，增供 407 CMD 水量，總供水能力達 2,860 CMD 屆時可視實際用水需求，將重置更新後的海淡機組作為備援水源，減少供水量及能耗。

此外，南竿三期海淡廠自民國 99 年 11 月 24 日開始正式運轉並以有償 BTO 方式營運 20 年，將於民國 119 年到期，依

目前供需情勢來看將無法滿足用水需求。建議應於民國 115 年重新檢討南竿地區之水資源供需情勢，擬定因應方式，若仍有供水缺口且無其他可開發水源，應進行海淡機組的更新重置。

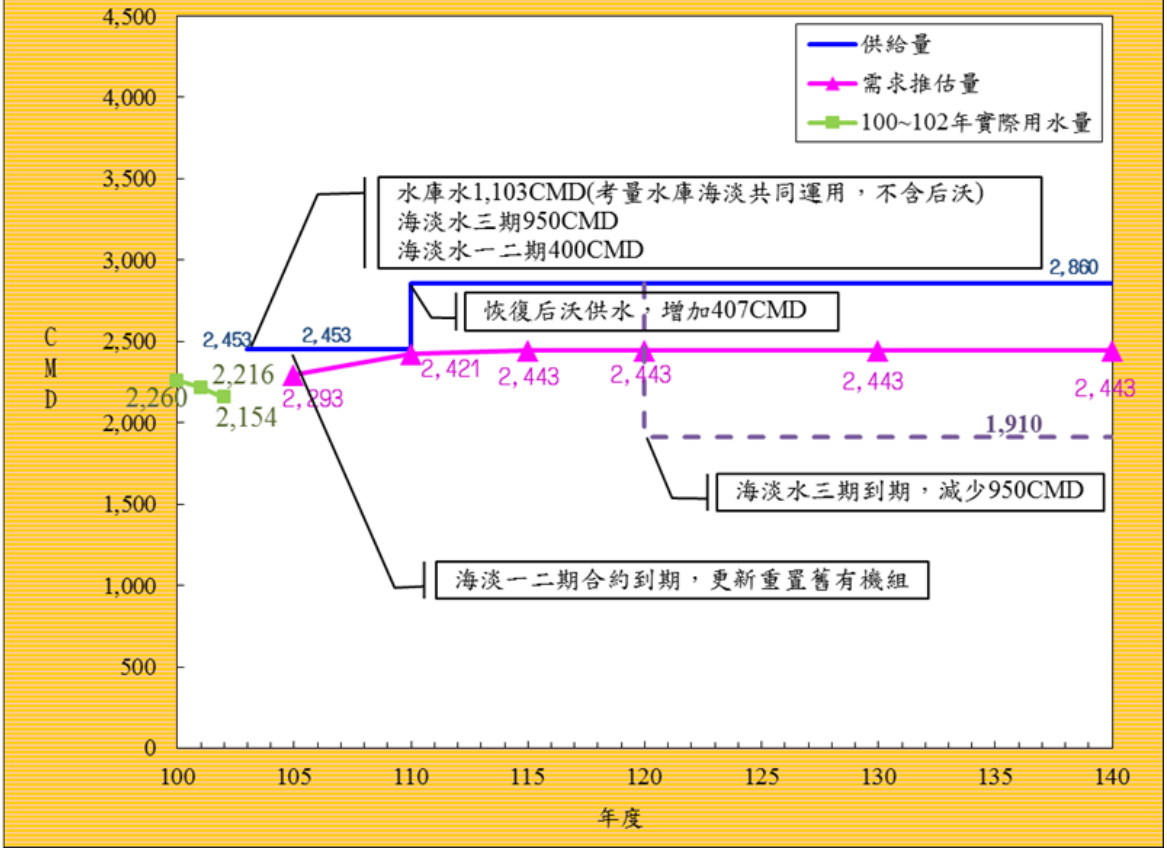


圖 5-1　南竿地區水資源供需情勢圖

(二)北竿地區

圖 5-2 為北竿地區供需分析圖，用水需求自民國 105 年 543 CMD 成長至民國 115 年最高 579 CMD，後持平至民國 140 年。供給能力起始值為 664 CMD，民國 105 年北竿海淡廠合約到期，供給能力減少 400 CMD，無法滿足用水需求，故需更新重置舊有機組，以滿足用水需求。

為符合低碳島開發，優先利用湖庫水之原則，民國 110 年應恢復中興水庫供水，增供 39 CMD 水量，總供水能力達 703

CMD。屆時可視實際用水需求，彈性調整海淡水供給量，減少能耗。

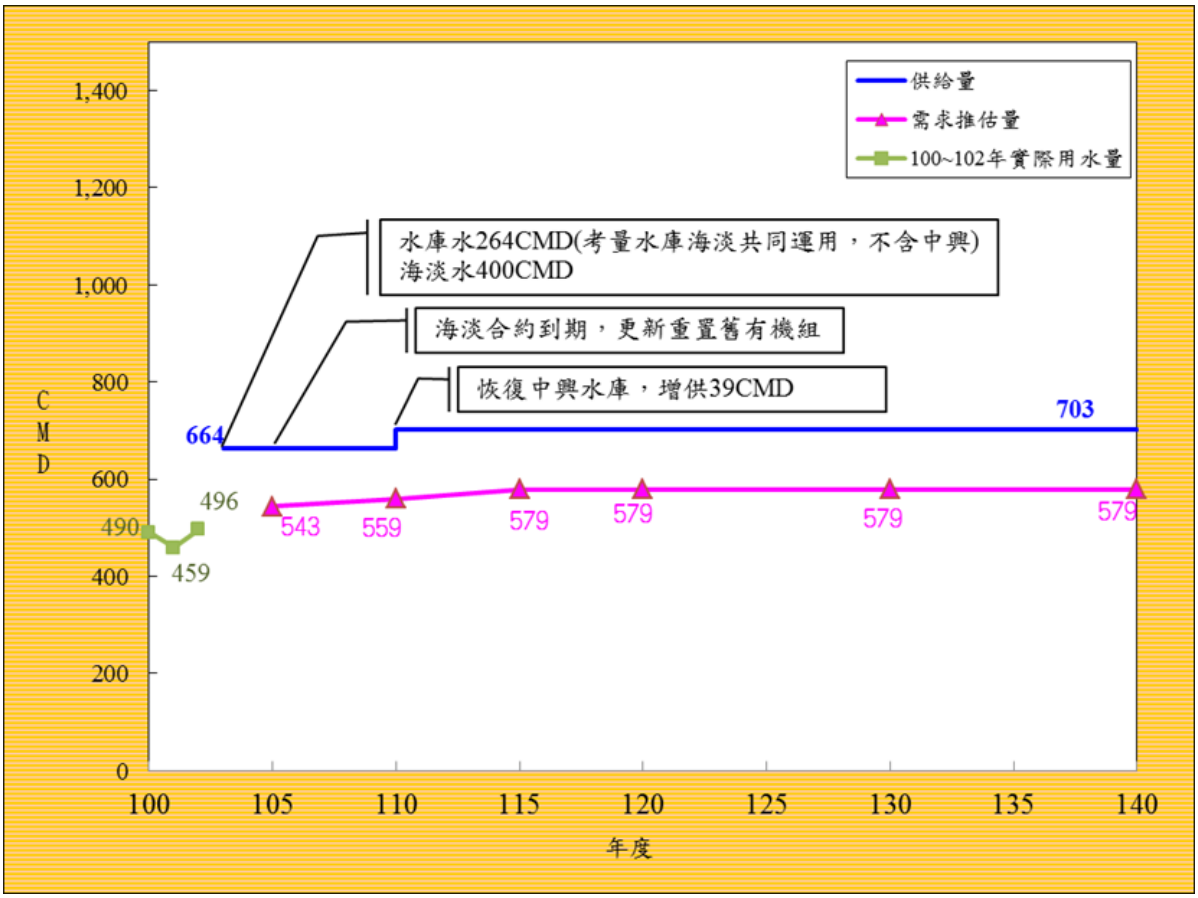


圖 5-2　北竿地區水資源供需情勢圖

(三) 東莒地區

圖 5-3 為東莒地區供需分析圖，用水需求自民國 105 年 119 CMD 成長至民國 115 年 138 CMD，後持平至民國 140 年。供給能力起始值 166 CMD，依推估結果，至目標年民國 140 年供給水量應可滿足用水需求。

(四) 西莒地區

圖 5-4 為西莒地區供需分析圖，用水需求自民國 105 年 226 CMD 成長至民國 115 年最高 242 CMD，後持平至民國 140 年。供給能力起始值 311 CMD，民國 105 年因西莒海淡廠合約到

期，供給能力減少 200 CMD，將無法滿足用水需求，故需更新重置舊有機組，以滿足用水需求。

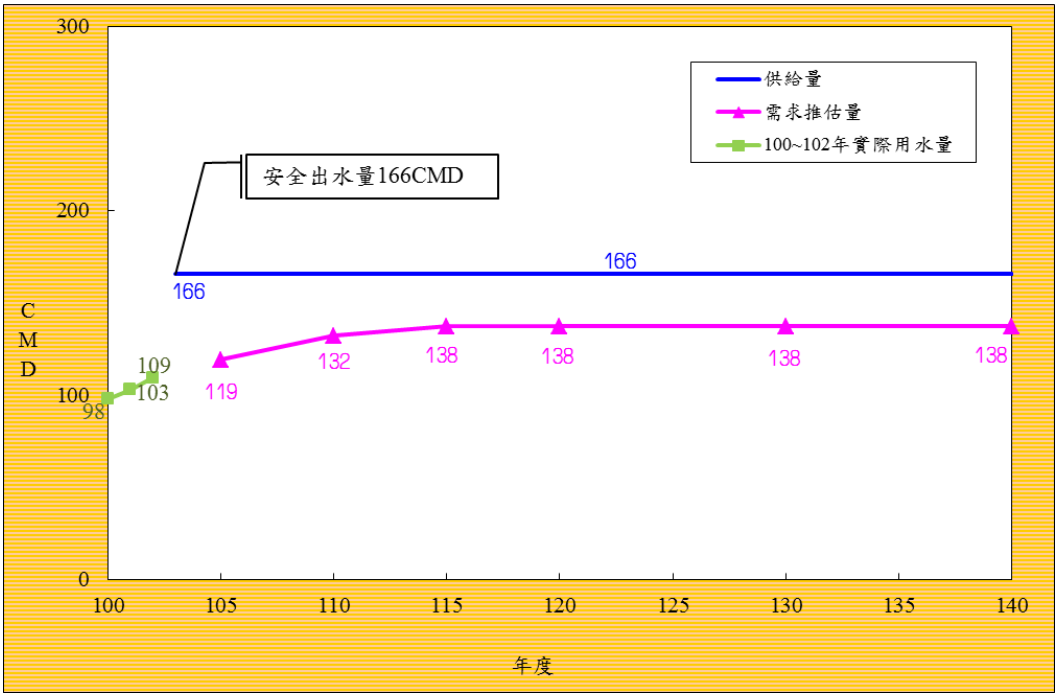


圖 5-3　東莒地區水資源供需情勢圖

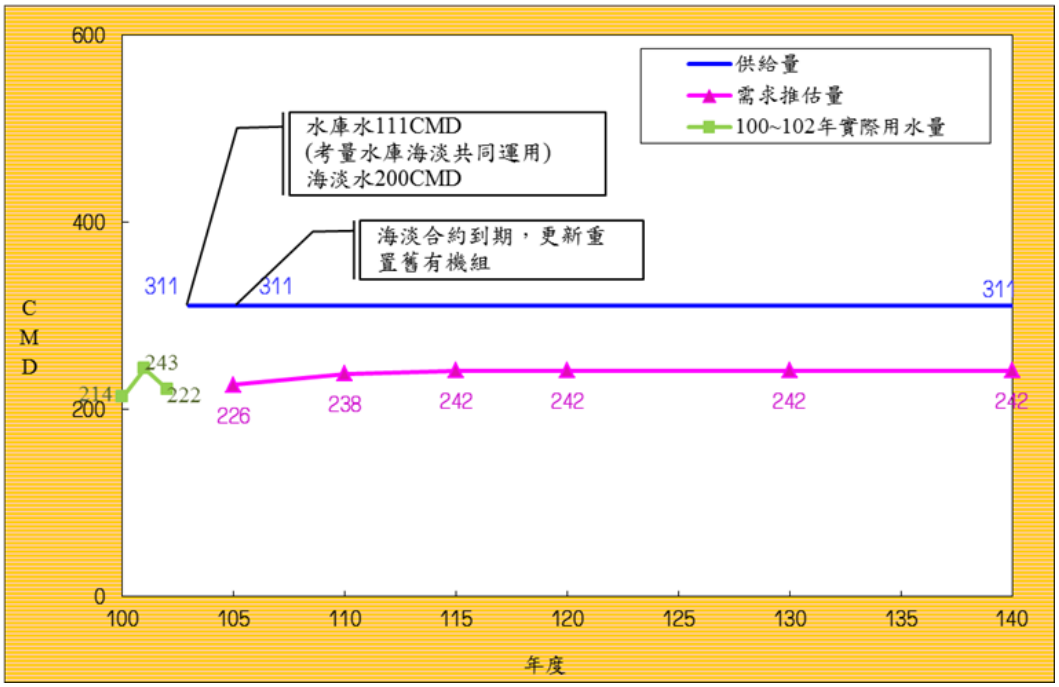


圖 5-4　西莒地區水資源供需情勢圖

(五)東引地區

圖 5-5 為東引地區供需分析圖，用水需求自民國 105 年 952 CMD 成長至民國 115 年最高 980 CMD，後持平至民國 140 年。供給能力起始值 1,025 CMD，民國 105 年因海淡廠合約到期，減少 400 CMD，供給能力減少為 625 CMD。無法滿足用水需求，故需更新重置舊有機組，以滿足用水需求。

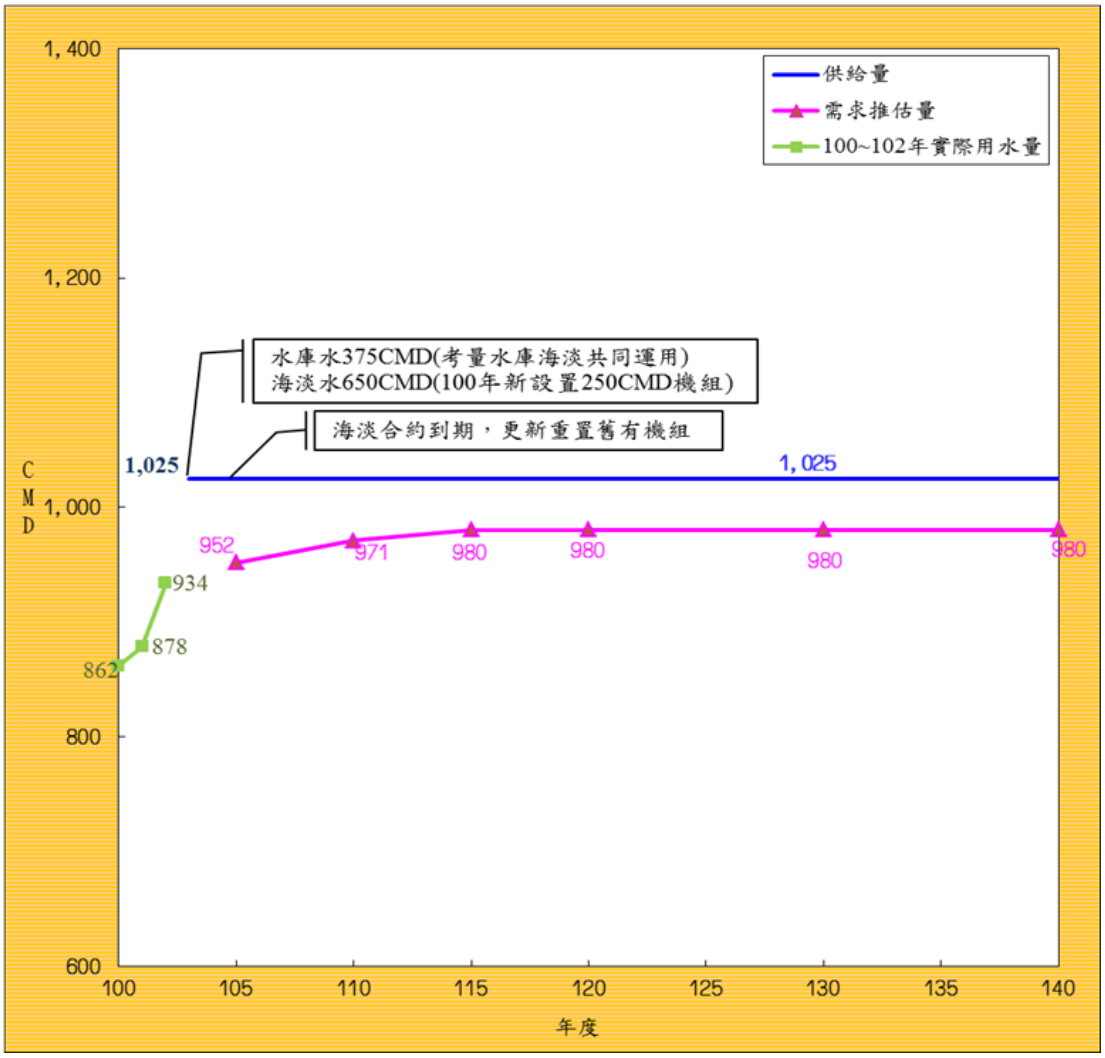


圖 5-5　東引地區水資源供需情勢圖

三、水資源設施定位檢討

由前述水資源供需情勢分析，馬祖地區除東莒僅使用地下水外，其他各島均同時使用湖庫水及海淡水，方能滿足目標年民國

140 年之需求。但考量全球氣候變遷及低碳島發展，未來除優先充分利用地面水資源，以期能達到節能減碳之目標外，應考量其他新興水源之開發利用，如污水再生、雨水貯留等。配合前述水資源供需分析結果，各島水資源設施之定位彙整如表 5-1 所示，並說明如下。

表 5-1　馬祖地區各島水資源設施定位檢討彙整表

水源 / 地區	湖庫	海淡廠	地下水井	再生水廠	貯留雨水系統
南竿	1. 主要水源	1. 主要水源	—	1. 輔助水源(沖廁與澆灌)	1. 輔助水源(沖廁與澆灌)
	2. 優先恢復后沃水庫供水	2. 民國 105 年更新重置舊有海淡機組		2. 應持續推動	2. 應持續推動
		3. 后沃水庫恢復供水後，彈性調整供水量			
		4. 民國 115 年重新檢討南竿三期後續因應方案			
北竿	1. 主要水源	1. 主要水源	—	1. 輔助水源(沖廁與澆灌)	1. 輔助水源(沖廁與澆灌)
	2. 優先恢復中興水庫供水	2. 民國 105 年更新重置舊有海淡機組		2. 應持續推動	2. 應持續推動
		3. 中興水庫恢復供水後，彈性調整供水量			
東莒	1. 多元開發(保育地下水)	1. 多元開發(保育地下水)	1. 主要水源	1. 輔助水源(沖廁與澆灌)	1. 輔助水源(沖廁與澆灌)
			2. 易受氣候影響，以多元開發其他水源方式因應	2. 應持續推動	2. 應持續推動
西莒	1. 主要水源	1. 主要水源	—	1. 輔助水源(沖廁與澆灌)	1. 輔助水源(沖廁與澆灌)
		2. 民國 105 年更新重置舊有海淡機組		2. 應持續推動	2. 應持續推動
東引	1. 主要水源	1. 主要水源	—	1. 輔助水源(沖廁與澆灌)	1. 輔助水源(沖廁與澆灌)
		2. 民國 105 年更新重置舊有海淡機組		2. 應持續推動	2. 應持續推動

(一)南竿地區

南竿地區的主要供水來源分別為湖庫水及海淡水。在湖庫水的部分，應優先恢復后沃水庫供水，並改善其他既有湖庫水質，減少淨水場負擔。

在海淡水的部分，依圖 5-1 供需情勢來看，為滿足用水需求，應於民國 105 年更新重置海淡機組，恢復 400 CMD 供水量。在后沃水庫恢復供水後，建議視實際需要彈性調整供水量，俾符合節能減碳的原則。另南竿三期海淡廠合約將於民國 119 年底屆期，建議在民國 115 年後重新檢討南竿地區水資源供需情勢，據以擬定後續之因應方案。

在新興水源的部分，南竿地區目前已運轉的污水處理廠有 5 座，其中以介壽污水處理廠規模最大，設計處理量達 450 CMD，初具回收再利用潛力，後續應評估污水再生利用作為沖廁與澆灌之可行性。另水利署「離島地區雨水貯留利用規劃-馬祖篇」中，已完成短、中、長期雨水貯集利用規劃，建議持續推動。

(二)北竿地區

北竿地區的主要供水來源分別為湖庫水及海淡水。在湖庫水的部分，應優先恢復中興水庫供水，並改善其他既有湖庫水質，減少淨水場負擔。

在海淡水的部分，依圖 5-2 供需情勢來看，為滿足用水需求，應於民國 105 年更新重置 400 CMD 之海淡機組。在中興水庫恢復供水後，建議視實際需要彈性調整供水量，俾符合節能減碳的原則。

在新興水源的部分，北竿地區目前已運轉的污水處理廠為后沃污水處理廠，新建完成 7 座，後續應評估污水再生利用作

為沖廁與澆灌之可行性。另水利署「離島地區雨水貯留利用規劃-馬祖篇」中，已完成短、中、長期雨水貯集利用規劃，建議持續推動。

(三)東莒地區

由圖 5-3 東莒地區水資源供需情勢之分析，地下水供水能力應可滿足目標年 140 年之需求，後續操作時需確保地下水水位的穩定，以免造成水質鹽化影響供水量。此外，東莒地區無常年流動溪流，地下水補注來源完全仰賴降雨後的地表入滲，在全球氣候變遷的影響下，屬高缺水風險地區，加上未來觀光用水需求的可能成長，建議後續以多元化水源開發的方式，尋找其他可用水源來降低缺水風險，包括福正水庫改善及後續考量福正水庫水源與地下水聯合運用等。

在新興水源的部分，東莒地區目前已運轉的污水處理廠為大坪污水處理廠，新建完成 1 座，後續應評估污水再生利用作為沖廁與澆灌之可行性。另水利署「離島地區雨水貯留利用規劃-馬祖篇」中，已完成短、中、長期雨水貯集利用規劃，建議持續推動。

(四)西莒地區

西莒地區的主要供水來源分別為湖庫水及海淡水。在湖庫水的部分，應改善其他既有湖庫水質，減少淨水場負擔。

在海淡水的部分，依圖 5-4 供需情勢來看，為滿足用水需求，應於民國 105 年更新重置 200 CMD 之海淡機組。

在新興水源的部分，西莒地區目前已運轉的污水處理廠為田沃污水處理廠，驗收中 2 座，後續應評估污水再生利用作為沖廁與澆灌之可行性。另水利署「離島地區雨水貯留利用規劃-馬祖篇」中，已完成短、中、長期雨水貯集利用規劃，建議持

續推動。

(五)東引地區

東引地區的主要供水來源分別為湖庫水及海淡水。在湖庫水的部分，應改善其他既有湖庫水質，減少淨水場負擔。

在海淡水的部分，依圖 5-5 供需情勢來看，為滿足用水需求，應於民國 105 年更新重置 400 CMD 之海淡機組。

在新興水源的部分，東引地區新建完成或驗收中之污水處理廠共 4 座，後續應評估污水再生利用作為沖廁與澆灌之可行性。另水利署「離島地區雨水貯留利用規劃-馬祖篇」中，已完成短、中、長期雨水貯集利用規劃，建議持續推動。

第陸章 既有水庫蓄水容量增加可行性評估

一、 可能增加容量水庫調查評估

二、 可利用水源及開發潛能分析

三、 經濟效益評估

第陸章　既有水庫蓄水容量增加可行性評估

一、可能增加容量水庫調查評估

馬祖地區各島未來供需情勢分析結果顯示，在穩定供水原則下，經由湖庫與海淡廠共同運用供水情況下，可滿足各島未來用水需求；惟為達節能減碳目的，期能經由湖庫蓄水容量增加可行性探討評估，提升湖庫供水能力。

既有主要水庫包括南竿 7 座（勝利水庫、上儲水沃水庫、下儲水沃水庫、津沙水庫、津沙一號水庫、后沃水庫及秋桂山水庫），北竿 3 座（坂里水庫、中興水庫及午沙水庫）、東引 2 座（東湧水庫、紫沃水庫）及西莒 2 座（菜埔沃水庫、樂道沃水庫）等，為能尋得計畫地區適合增加容量水庫，研擬工作流程如圖 1-5。

(一)可能增加容量水庫評選

為研定辦理之優先順序，建議採用加權計分和方式評選，其中各項評估因子分別敘述如下。

1、 未來需求水量

馬祖地區行政地理區分為四鄉五島，而主要水庫分佈於南竿、北竿、東引及西莒 4 島，各島間在海底輸水管線建置計畫尚未付諸實施前，水資源運用仍為各自獨立狀況，並無法相互支援。因此各島本身未來需求水量成長情形，將對既有供水能力提升產生迫切壓力，水庫容量擴增為可行因應方案之一，因此將未來需求水量變化因子列為方案評估最優先因素。

由於區域人口外流、觀光旅遊人口逐年成長及博弈開發對區域未來需求水量可能產生消長，依據第伍章未來至民國 140 年水資源供需初步評估檢討內容，於民國 115 年~120 年間需求量達到最高，而成長幅度方面以南竿、東引未來需

求水量因博弈開發、觀光人口增加可能成長幅度相對較大；北竿未來需求水量成長幅度次之，西莒相對較小。

評估級距分佈將依未來需求水量大幅成長、成長、微幅成長、持平（及消減）分別設定 0~22%之積分，南竿、東引之水庫增加庫容於此評估因子條件下，相對獲得積分較高。

2、水庫運用率

各島湖庫供水能力主要受限於水文、地形條件，欲藉由蓄水容量增加予以提升，則須視既有庫容運用情形。參考水庫供水能力分析資料，南竿、北竿、西莒及東引地區各島水庫海淡共同運用(SI=0.3)條件下，水庫運用率分別約為 0.64、0.59、1.18 及 1.45，在水庫既有庫容未完全發揮效益時，增加蓄水容量課題似非迫切。

除東引、西莒地區水庫運用率稍高於 1 以上，南竿、北竿地區水庫運用率皆遠低於 1，故應無辦理庫容增加之需求；評估級距分佈介於 0~18%之間，東引、西莒之水庫增加庫容於水庫運用率評估因子，相對獲得稍高之評分，而南竿、北竿則將給予最低之評分。

3、庫容改善

既有水庫庫容可經由浚深或加高工程予以增加，除南竿后沃水庫為近（民國 96）年新完工之水庫外，東引紫沃水庫及西莒樂道沃水庫亦於去（民國 102）年完成水庫（壩體）改善工程；另南竿勝利水庫、儲水沃水庫、津沙水庫、北竿坂里水庫、東引東湧水庫亦分別於民國 88 年完成壩體加高或溢洪道入口加高工程，對於水庫庫容增加產生實體效益。

水庫浚渫工程方面，連江縣自來水廠於民國 98 年完成南竿津沙一號水庫浚渫工程，北竿完成中興、午沙水庫浚渫

工程。民國 102 年完成勝利水庫上游蓄水設施淤積浚渫工程；民國 102 年底發包施作津沙水庫淤積浚渫工程。相關工程照片示如圖 6-1。



東引紫沃水庫改善工程



南竿勝利水庫上游蓄水設施浚渫工程

圖 6-1　東引紫沃水庫、南竿勝利水庫改善工程照片

已辦理或即將辦理庫容改善相關工程之水庫，再辦理之可行性自是相對較低，故於此項評估因子中如曾辦理過壩體加高及浚渫工程者，將暫不再列入考慮，如南竿津沙水庫、東引紫沃水庫及西莒樂道沃水庫等。庫容改善因子評分介於 4~16%之間，完全未辦理過庫容改善工程或浚渫工程者，則給予較高之評分。

4、 水源

(1) 集水區域

參考水利署「離島地區中長程供水檢討規劃」-馬祖篇，估算各島年逕流量、湖庫攔蓄水量資料，南竿、北竿、西莒及東引水庫攔蓄量分別為 50、18、2.4 及 16 萬立方公尺，分別約僅佔年總逕流量的 6.8%、4.9%、1.2%及 4.8%。本計畫更新雨量資料後，估算南竿、北竿、西莒及東引之水庫攔蓄量分別為 34.1、6.3、2.1 及 18.9 萬立方公尺，分

別約僅佔年總逕流量的 8.9%、2.3%、2.5%及 13.4%。針對各島偏低之地表水運用比例而言，如欲藉由增加水庫庫容改善，水量部分應屬綽綽有餘。

惟水庫集水區域受限於島嶼地形分佈，面積相對不大，各水庫集水面積介於 8~75.5 公頃之間；以南竿勝利水庫集水區域最大，西莒菜埔沃水庫集水區域最小。惟考慮各水庫蓄水容量與集水區域面積比可知，較大蓄水容量水庫如南竿后沃水庫、勝利水庫及北竿坂里水庫容量與集水面積比亦遠高於西莒菜埔沃水庫、東引紫沃水庫等小水庫。

依各水庫容量與集水區域面積比分布資料如表 6-1 所示，介於 151~17,286 立方公尺/公頃之間；相較於馬祖地區年平均雨量，小水庫增加庫容集水運用之效益高於大水庫，而部分大水庫除非再擴大集水範圍，方能提高既有庫容之運用功能，故西莒菜埔沃水庫、東引紫沃水庫可獲較高評分。

(2)截水系統

為能發揮既有水庫調蓄能力，多年來陸續於水庫周邊辦理截水系統工程，將截流水量引入水庫，提高水庫可運用水量。

南竿勝利水庫水源除本身集水區外，尚可由珠螺抽水站及介壽截水系統與新近完成牛角嶺及青潭沃截水系統引入水量。南竿秋桂山水庫集水面積因四維截水系統匯入而大幅增加；津沙水庫、津沙 1 號水庫分別引取仁愛截水系統、津沙下游截水系統集水池水量。北竿坂里水庫配合近期完成芹壁截水系統，水源量增加甚多。

表 6-1　馬祖地區現有湖庫蓄水容量與集水面積比表

鄉鎮	湖庫名稱	蓄水容量(立方公尺)	集水面積(公頃)	容量/集水面積立方公尺/公頃
南竿鄉	勝利水庫	189,000	75.5	2,503
	儲水沃上壩	31,100	25	1,244
	儲水沃水庫	42,000	38.7	1,085
	津沙水庫	46,000	24.3	1,893
	津沙一號水庫	15,500	15	1,033
	秋桂山水庫	35,000	8.4	4,167
	后沃水庫	465,000	26.9	17,286
北竿鄉	坂里水庫	136,000	32.3	4,211
	中興水庫	33,500	9	3,722
	午沙水庫	17,900	12	1,492
莒光鄉	樂道沃水庫(西莒)	29,200	12	2,433
	菜埔沃水庫(西莒)	3,800	8	475
東引鄉	紫沃水庫	2,704	17.9	151
	東湧水庫	85,000	49.5	1,717

水庫納入周邊截水系統，集水面積相對擴大，以南竿勝利水庫為例，面積增加 52.6 公頃，亦即集水區域擴大約 70%，面積達到 128.1 公頃。水源因子評分介於 3~14%之間，考慮各水庫原集水區域及增加截水面積後，水庫蓄水容量與集水區域面積比仍以西莒菜埔沃水庫、東引紫沃水庫最低，則給予較高之評分。

5、水質

「卡爾森指數 Carlson trophic state index」簡稱 CTSI，目前為環保署用於評估水庫水質優養程度之指標，CTSI 係以水中的透明度（SD）、葉綠素 a（Chl-a）及總磷（TP）等三項水質參數之濃度值進行計算，再以其計算所得之指標值，判定水庫水質之優養程度。CTSI 指標值以 40、50 作為分區界定標準，可將水庫水質優養程度分為貧養、普養及優養狀態，界定標準與水庫水質優養程度關係列如表 6-2。

表 6-2　卡爾森指數與水庫優養程度關係表

CTSI 指標值	水庫優養程度
CTSI<40	貧養狀態
40≦CTSI≦50	普養狀態
CTSI>50	優養狀態

馬祖地區水庫除南竿后沃水庫為民國 96 年新完工之水庫外，其餘水庫自民國 91 年 5 月起，環保署即每季辦理水庫水質檢測至今。

歷年水庫水質監測資料顯示，馬祖地區各水庫卡爾森指數平均值皆高於 50，其中北竿中興水庫、東引東湧水庫卡爾森指數最小值亦超過 50；各島水庫水質已全部呈現優養化，水質情況普遍不佳；馬祖地區水庫 CTSI 指標值分布示如圖 6-2。

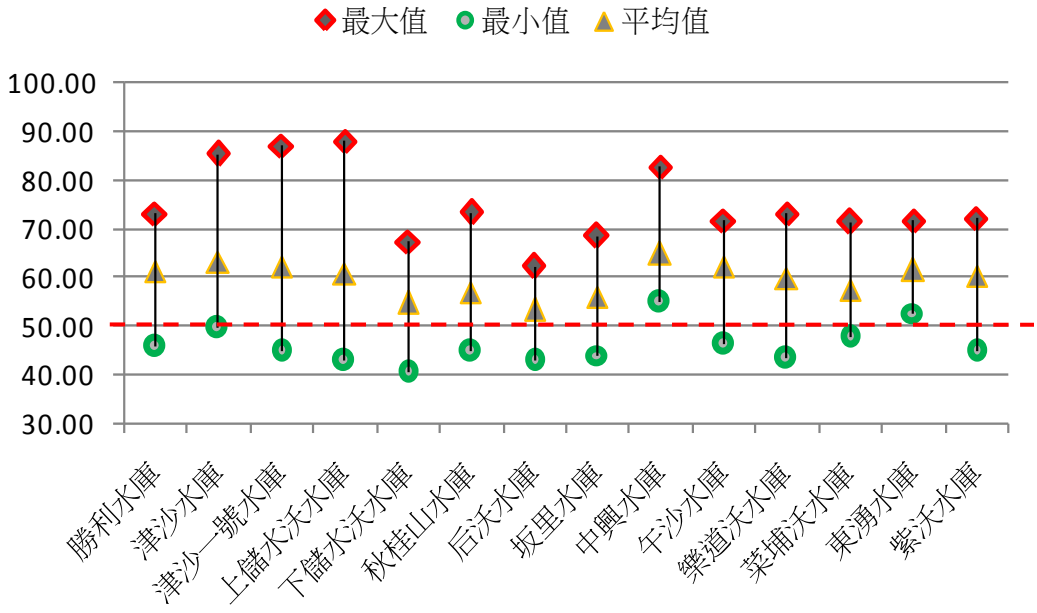


圖 6-2　馬祖地區水庫 CTSI 指標值分布

統計各季水質檢測結果，南竿下儲水沃水庫、后沃水庫尚有約 1/3 機會呈現普養狀態，相對於其他水庫水質狀態較好；惟后沃水庫水質呈現鹽化現象，尚待探討研擬改善方

案，故在擴大庫容增加蓄存水量方面，就水質部分南竿下儲水沃水庫可列為優先考慮對象。馬祖地區水庫水質普養狀態發生頻率示如圖 6-3。

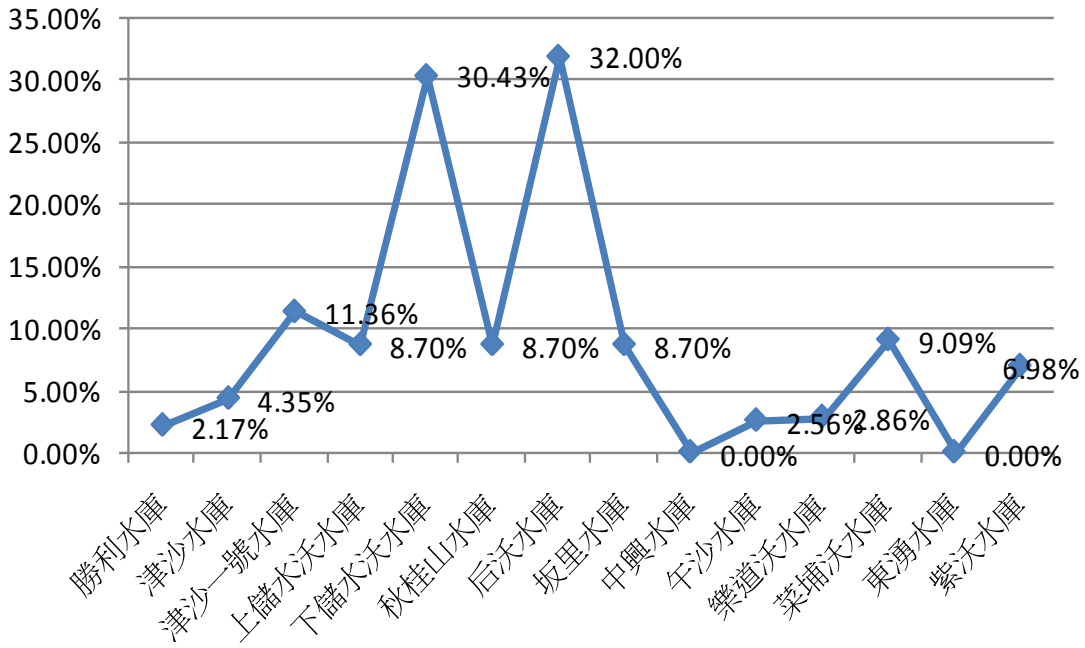


圖 6-3　馬祖地區水庫水質普養狀態發生頻率

水質因子評分介於 2~12%之間，由於各水庫水質普遍不佳，僅南竿下儲水沃水庫水質相對稍好，因此給予稍高之評分。

6、庫容增加

(1)水庫加高

水庫庫容增加方式之一，即為藉由加高工程予以達成；加高工程增加之水庫容積可利用水庫水位高程-容積關係予以推估。

參考民國 93 年各水庫淤積測量資料（南竿勝利水庫、西莒菜埔沃水庫之水位-面積-容積關係曲線示如圖 6-4、圖 6-5）及馬祖地區過往水庫加高工程案例，推估馬祖各水庫（南竿后沃水庫、東引紫沃水庫及西莒樂道沃水庫除外）

加高 1 公尺可增加容積，最小者為西莒菜埔沃水庫 1,048 立方公尺，最大者為南竿勝利水庫 29,188 立方公尺。

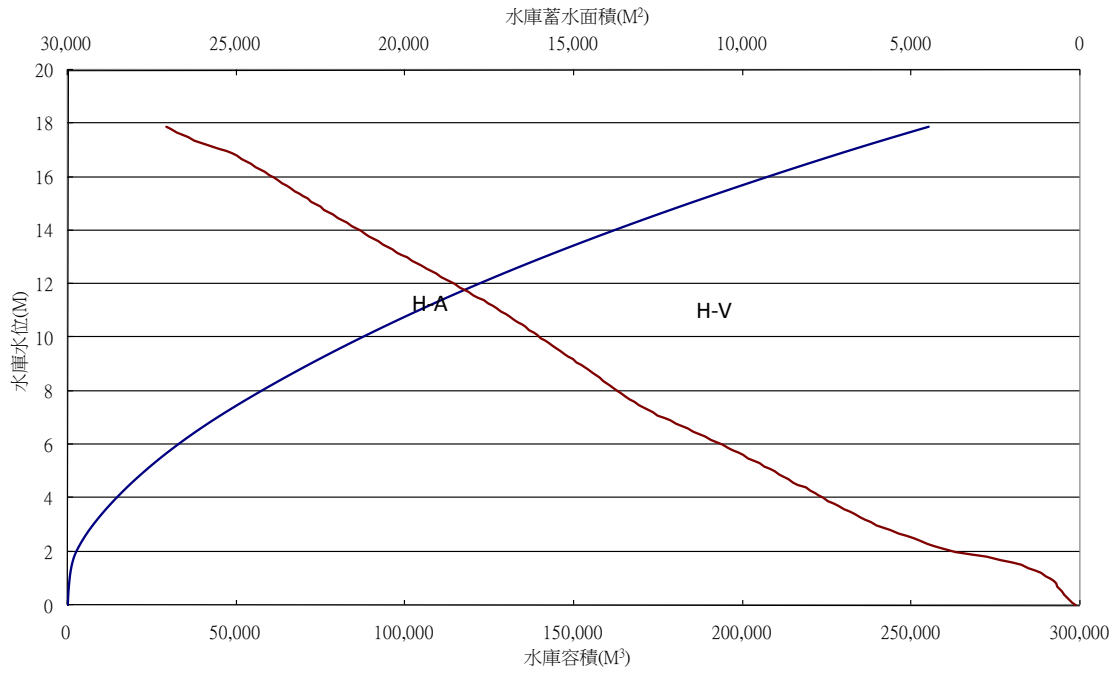


圖 6-4　南竿勝利水庫水位-面積-容積關係曲線

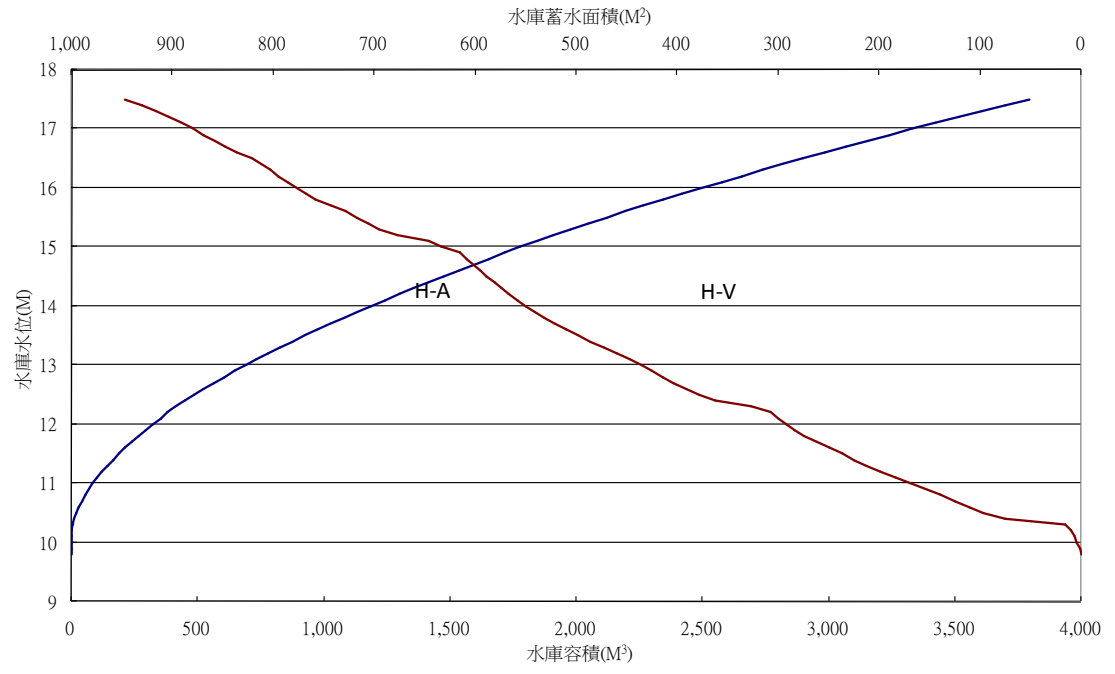


圖 6-5　西莒菜埔沃水庫水位-面積-容積關係曲線

加高相對可獲得較大容積者包括北竿坂里水庫、東引東湧水庫。庫容增加因子評分介於 2~10%之間，加高權重佔庫容增加部分以 1/2 計算，該等水庫可獲致較高評分。

(2)淤積浚渫

除前述加高工程之外，亦可藉由水庫淤積浚渫工程達到增加庫容之目的。惟由於馬祖地區水庫除民國 93 年辦理各水庫淤積測量之外，欠缺前後期淤積測量資料可比對水庫淤積狀況。

收集馬祖地區過去各水庫辦理浚渫工程資料顯示，規模最大者為北竿坂里水庫，民國 88 年浚渫量約 11,000 立方公尺，其次分別為北竿中興水庫、午沙水庫、津沙 1 號水庫之 9,012 立方公尺、4,819 立方公尺、2,490 立方公尺；各水庫浚渫量佔水庫容積介於 6.3%~53.22%之間，故依此初步推估，經由浚渫工程增加庫容量亦與水庫容積成正比，較大庫容者如南竿勝利水庫、北竿坂里水庫、東引東湧水庫在此項評估因子可獲較高評分。

7、 成本

水庫加高及浚渫工程所需成本將隨著工程規模大小而變化，由於馬祖地區各水庫皆為混凝土重力壩型式，如假設各水庫加高高度暫定相同，則水庫加高工程規模主要影響因素為壩體長度；馬祖地區各水庫壩體長度介於 30.7~185 公尺，最大、最小者分別為南竿后沃水庫、西莒菜埔沃水庫；如辦理水庫加高工程，經費需求部分自是南竿后沃水庫將高於西莒菜埔沃水庫。

另水庫浚渫工程成本與浚渫量成正比，且一般較大容積水庫受限於蓄水位不易降低因素，施工成本明顯高於小型水

庫。

成本因子評分介於 2~8%之間，馬祖地區大型水庫如南竿勝利水庫、北竿坂里水庫及東引東湧水庫，因改善成本較高，給予較低之評分。

(二)適合水庫優選分析

1、優先序位評比方式

本計畫標的共包括馬祖 4 島 14 座水庫，為能尋得適合增加容量水庫，並研定辦理之優先順序，須有一可依循之評估標準。茲建議優先順序評選計分表如表 6-3，各水庫經由加權計分和方式計算，累計最高積分者列為最優先候選場址。

未來需求水量成長為本計畫主要推動緣由，列為最優先因素；水庫運用率、庫容改善工程、水源及水質因子列為主要因素，次要因素、其他因素則包括庫容增加及成本。

表 6-3　馬祖地區適合庫容增加水庫優先順序評選計分表

評估項目		建議評分級距			
最優先因素	未來需求水量	大幅成長	成長	微幅成長	持平消減
		22%	15%	5%	0%
主要因素	水庫運用率	高	中	低	偏低
		18%	12%	4%	0%
	庫容改善工程	尚無計畫	未曾浚深	浚深	壩體改善
		16%	11%	9%	4%
	水源	豐沛	多	中	少
		14%	10%	8%	3%
	水質	佳	一般	差	較差
		12%	9%	7%	2%
次要因素	庫容增加	大幅增加	大	中	小
		10%	8%	6%	2%
其他因素	成本	低	中	高	極高
		8%	6%	4%	2%
	合計	100%	71%	43%	13%

2、庫容增加水庫優先序位

以前述評比因子針對馬祖 4 島 14 座水庫加以評選，以東引地區紫沃、東湧水庫評分最高，可列為最優先考慮增加庫容之水庫；至於南竿、北竿及西莒列為較優先序位者分別為儲水沃水庫、午沙水庫及菜埔沃水庫，建議優先順序評比資料如表 6-4 所示。

表 6-4　馬祖地區適合庫容增加水庫優先順序表

水庫	南竿							北竿			西莒		東引	
	勝利水庫	上儲水沃水庫	儲水沃水庫	津沙水庫	津沙一號水庫	秋桂山水庫	后沃水庫	中興水庫	午沙水庫	坂里水庫	樂道沃水庫	菜埔沃水庫	東湧水庫	紫沃水庫
未來需求水量	15	15	15	15	15	15	15	5	5	5	5	5	15	15
水庫運用率	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	12	12
庫容改善工程	11	11	11	9	11	16	11	4	4	4	4	16	11	4
水源	3	8	8	8	10	3	3	10	10	3	8	14	10	14
水質	2	2	7	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
庫容增加	5	6	6	4	3	6	5	3	3	5	3	2	5	6
成本	2	6	4	4	6	6	2	6	6	2	6	8	4	8
合計	38	48	51	42	47	48	38	30	30	21	32	51	59	61

14 座水庫庫容增加評比積分相對皆不高，顯現區域內水庫庫容增加條件並非理想，參考未來供需情勢分析結果，東引湖庫水與海淡水供水比例相較於其他各島偏低，而島上 2 座水庫庫容增加評比積分相對較高，另參考經濟部水利署水利規劃試驗所「現有水庫加高可行性評估」報告內容，將就該等水庫庫容增加可行性進一步評估。

二、可利用水源及開發潛能分析

(一)可利用水源分析

馬祖地區天然條件不佳，各水庫蓄水全靠降雨，而蒸發量又大，枯水期間雨量稀少，降雨主要集中在豐水期。而豐水期之降雨型態主要為梅雨及颱風雨，但通常一年僅發生 2 至 3 次豪雨，其餘時期之降雨，通常為小雨或是有雨無量。因此豐水

期時，一般小雨不足以形成逕流，而豪雨之大量地表逕流，又無法蓄存，因此每屆秋、冬兩季，水源常呈不足。

1、 演算分析方法

馬祖地區並未設置水文流量站，故無流量資料可供利用。而各水庫集水面積皆小於 100 公頃以下，因此本計畫各水庫可利用水源量之推估可採用合理化公式。推估公式如下所示：

$$Q = C \times P \times A$$

Q： 為水庫可利用水源量（立方公尺）

C： 為地表逕流係數

P： 降雨量（mm）

A： 集水區面積（m^2）

2、 逕流係數推估

逕流係數大小與流域特性、土地利用狀況、地質、坡度、降雨強度及降雨延時有關，馬祖地區過去水資源開發計畫所應用之逕流係數大多採用定值(豐水期平均逕流係數 0.5，枯水期平均逕流係數 0.1）；若只採用單一逕流係數來推估逕流量可能過於簡化，故本計畫建議可依日降雨量大小對應不同之逕流係數來進行估算。

表 6-5　馬祖地區不同降雨區間與逕流係數關係

日降雨量(mm)	逕流係數
85 以上	0.50
70~85	0.35
55~70	0.30
40~55	0.20
30~40	0.15
20~30	0.10
5~20	0.05
0~5	0.00

參考經濟部水利署「馬祖地區水庫集水區整體治理規劃」結果，逕流係數介於 0~0.5 之間，其中日降雨量 0~5mm

時逕流係數為 0，日降雨量高於 85mm 時逕流係數為 0.5。不同降雨區間與逕流係數關係如表 6-5。

3、 集水面積

如前節所述馬祖各島估算之年逕流量遠超過各水庫攔蓄量，以各島偏低之地表水運用比例而言，可利用水源量部分應屬綽綽有餘。

由於水庫集水區域受限於島嶼地形分佈，面積相對不大；為能發揮既有水庫調蓄能力，多年來陸續於水庫周邊辦理截水系統工程，將截流水量引入水庫，提高水庫可運用水量。水庫集水面積除既有之集水面積外，新增之截流系統範圍亦需列入。因此可利用水源量可經由合理化公式分別計算累計求得。

4、 水源限制

東湧水庫、紫沃水庫集水區域年平均逕流量推估值分別為 91,239 及 32,993 立方公尺，與既有庫容比分別為 1.08 及 12.20；另東湧水庫運用率及水源利用率分別為 1.08、1.0，紫沃水庫運用率及水源利用率則分別為 2.94、0.24，比較水源限制條件，明顯可知，紫沃水庫庫容增加較具可能性。

(二)開發潛能分析

1、 地形條件

紫沃水庫集水區位於東引恩愛山與三甲桶之間的小紫澳，集水區面積為 17.9 公頃。集水區內並無明顯流路，水庫壩址位於谷地出口，為一混凝土重力壩，壩頂寬度 3.4 公尺，壩高約 11.5 公尺；水庫初期蓄水總容量約 2,704 立方公尺，為公共給水單目標水庫。民國 93 年淤積測量得水庫 H-A-V 曲線如圖 6-6 所示。

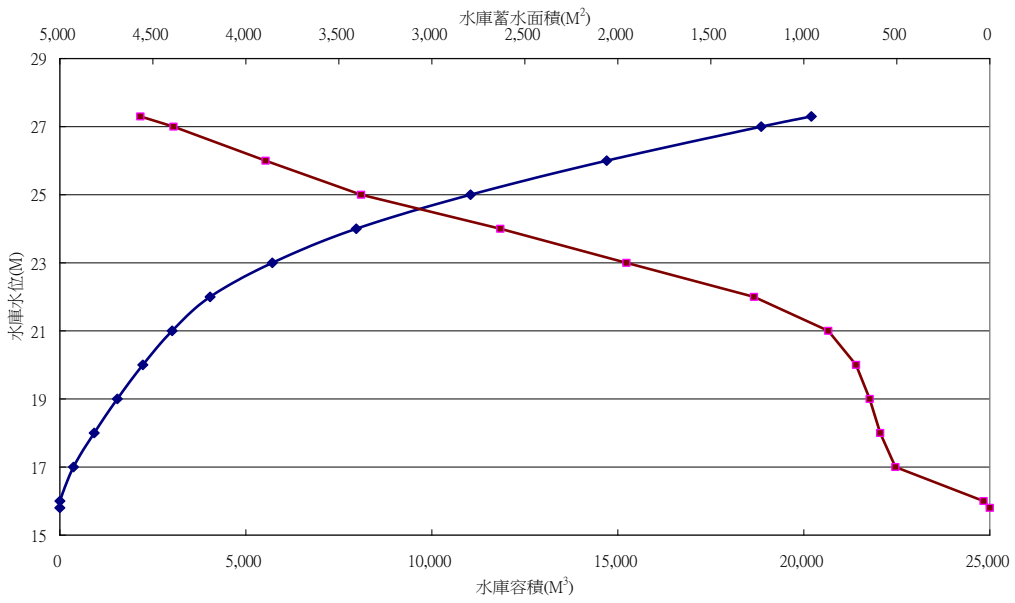


圖 6-6　東引紫沃水庫水位-面積-容積關係曲線

原於「馬祖地區水資源整體開發計畫」及「離島地區供水改善計畫（第 1 次修正）－馬祖地區」內編列紫沃水庫改善工程，改善內容包括壩體改善方案或壩體拆除重建方案，由於方案差異改善經費需求有所增加，但 2 方案改建後水庫滿水位標高皆為 27.3 公尺，滿水位面積 0.46 公頃，蓄水總容量 20,203 立方公尺。但後因諸多因素壩體改善、重建工程並未實施，目前水庫容量仍維持不變。

依據民國 93 年水庫地形測量及庫區（民國 88、97 年）2 次鑽探（9 孔、7 孔）資料顯示，既有壩體因位於澳口，壩址左右兩岸地形及加高後淹沒區地形條件方面，並無薄山脊或低矮山脊等不利因素產生。水庫地形測量資料如圖 6-7。

惟壩體並未座落於岩盤上，壩底下方覆土層、破碎岩層厚度尚達 5～10 公尺左右，造成水庫漏水情形。目前完成部分庫區鋪底改善工程，降低水庫漏水情形，日後如辦理庫容增加工程，建議施設截水牆（L×W×H=70×0.6×14 公尺）方式因應。

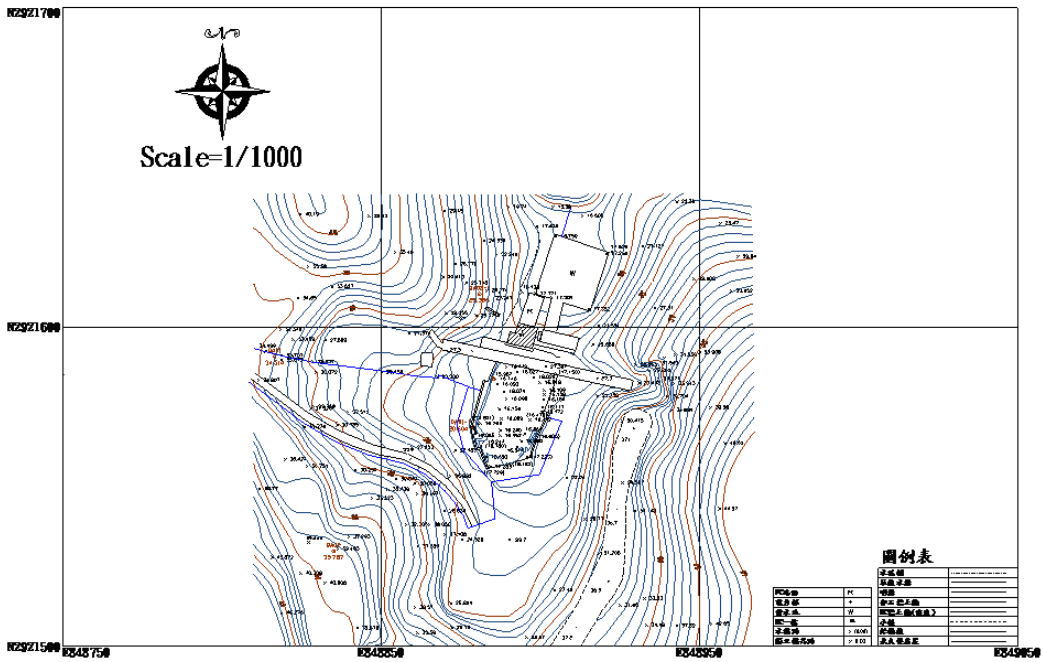


圖 6-7　東引紫沃水庫地形測量圖

2、壩體設施條件

如前所述，紫沃水庫原改善工程內容為壩體改善方案或壩體拆除重建方案，由於早期離島物資較為匱乏，施工條件亦較差，壩體本身雖屬堆石重力壩，除自由溢流式之溢洪道外，並無其他設施影響庫容增加工程辦理；但壩體本身強度及水密性有所疑慮下，方有壩體拆除重建之議。

如欲考慮紫沃水庫庫容增加，自以壩體拆除重建優於壩體改善方案，水庫滿水位標高仍為 27.3 公尺，壩頂長約 70 公尺，工程經費前者將較高。

3、可開發水量

(1)水庫單獨運作

以既有水庫供水能力檢討一節所述方式，利用水庫庫容增加後容量資料，再以水平衡法進行水庫供水能力分析。

紫沃水庫原庫容及增加後庫容分別為 2,704 立方公尺、20,200 立方公尺，雨量資料採民國 93 年之後完整日雨

量紀錄資料，水庫運作供水能力在缺水指數 SI=0.3 條件下估算。

分別為 23CMD、68CMD，亦即紫沃水庫庫容增加後，水庫可增加 45CMD 供水能力，平均年供水量增加 16,473 立方公尺。

(2)水庫共同運作

目前東引僅有 1 座淨水場，紫沃水庫蓄存水量皆抽送至東湧水庫上方之淨水場，與東湧水庫水量集中處理後，供應全島用水需求。另配合海淡廠供應水量滿足區域用水需求，故以紫沃水庫庫容增加後共同運作之供水能力分析，可知其相應可增加開發水量。

東引地區水庫共同運作，在紫沃水庫庫容增加後供水能力在 SI=0.3 條件下為 324CMD，水庫共同運作水量與東湧水庫、紫沃水庫單獨運作水量之合約略相同，可增加 46CMD 供水能力，平均年供水量增加 18,697 立方公尺。

三、經濟效益評估

(一)效益評估方法

1、 益本比法

本項計畫標的紫沃水庫庫容增加改善主要工程項目為水資源工程，屬於較具社會性之公共建設，因此經濟分析可引用益本比法。經濟分析主要是對工程技術上可行之公共建設尋求經濟上最大效益。

益本比法計算計畫產出效益總額（B）與計畫投入成本總額（C）之比。在投資資金沒有困難之情形下，益本比大於一之方案即為具經濟可行性之替選方案。惟考慮具社會性之公共建設，雖益本比小於一之方案亦可能擇選之。當然其

相對於其他替代方案可能為較具經濟性者。

(1)計畫產出效益總額（B）

公共建設之經濟性效益包含直接效益與間接效益。

I、 直接效益

直接效益係指在投入直接成本之後，產出直接財務與勞務之價值，對投資使用者產生直接影響之經濟效益。庫容增加工程所能產生之直接效益，皆在於其經由加高手段直接增加庫容或浚渫手段清除沉積淤泥，達到恢復水庫容積，增加供水量而直接產生之經濟效益。

II、 間接效益

計畫衍生活動之結果所能產生可加到直接效益上之價值，其屬間接影響投資使用者之經濟效益。公共建設可透過連鎖效果對其他部門或其他地區產生間接效益，在一般經濟分析過程中，能夠量化或估計之間接效益，均可考慮納入總效益中。經由水庫加高及淤積浚渫計畫衍生之間接效益，影響層面廣且時間較久，如增進國土及水資源之永續利用、促進產業發展、減少產業缺水損失等，此部分如能夠量化，其結果可能更甚於直接效益，惟實際評估上並不易具體闡述。

(2)計畫投入成本總額（C）

依水庫庫容增加工程計畫實施階段及投入經費，計畫成本可分類如下：

I、 規劃階段作業費

自計畫籌備期開始至進入規劃階段之所有作業費用均屬之，細項可包括調查、測量、試驗、環境影響

評估、規劃費等。

II、 工程經費

由工程設計階段至工程興建完成為止，各項設計作業費用、補償費、工程建造費、施工期間利息統合後為該項工程經費。

III、利息費用

此部分費用與財務調度方式、資金來源及借貸比例等因素有關。由於水庫淤積浚渫計畫此類公共建設資金來源幾全為政府預算，故依過往水資源開發工程經費編列方式大多以年息 6%核計。

IV、運轉維護費

為維持計畫健全運轉所需之經費（年計）費用。部分案例將此項目中期中換新準備另立項目計算。

V、 稅捐及保險

2、 單位成本比較法

由於離島自來水水價比照台灣本島水價，而國內公共給水屬於公營型態，因此價格調整時，時受到外在因素之不當箝制，導致價格機能失靈，致使現行水價無法反映開發成本，過於低廉。為避免此項因素之影響，水資源開發工程成本效益評估即常引用單位原水開發成本比較法(簡稱單位成本比較法）作為決策依據。

水資源開發工程產生之效益皆來自於增供之水量，當增供水量之價值不易真實呈現時，則將比較之基準加以調整。假定各項工程皆獲致相同水量時（意味可獲得相同效益），投入之成本多少即可作為經濟效益評比依據；如工程規模有所差異時，則列舉開發方案之單位成本比較，選擇單位成本

最低者（經濟效益最高者）為優先考量之實施方案。

3、 成本效益評估

(1)工程費估算

參考馬祖地區過去相關工程經費資料，估算東引紫沃水庫庫容增加工程所需工程費如表 6-6 所示。

表 6-6　紫沃水庫庫容增加工程經費估算表

成本項目		單位	數量	單價(萬元)	金額(萬元)	附註
一、規劃階段作業費		式	1	117	117	直接工程成本之 3%
二、工程建造費						
(一)直接工程成本	1.壩體改善工程	式	1	2,340	2,340	
	2.截水牆工程	式	1	1,200	1,200	
	3.雜項工程	式	1	354	354	(1 至 2 項合計之 10%)
	4.環保安衛費	式	1	78	78	(1 至 3 項合計之 2%)
	5.直接工程成本合計	式	1	3,972	3,972	(1 至 4 項之合計)
(二)間接工程成本		式	1	596	596	直接工程成本之 15%
(三)工程預備費		式	1	794	794	直接工程成本之 20%
(四)物價調整費		式	1	161	161	第(一)至(三)項合計之 3%
(五)小計((一)至(四)項小計)					5,523	
三、總工程費合計		式	1	5,640	5,640	(一至二項之合計)
四、其他費用		式	1	56	56	以 1%估計
五、施工期間利息		式	1	339	339	按年利率 6%複利計
六、建造成本(三至五項之合計)					6,035	

其中規劃階段作業費以直接工程費之 3.0%估列，約為 117 萬元。直接工程費包括壩體改善、施工安全衛生及環保措施費用（以 2%估列）約為 3,972 萬元。

間接工程費、工程預備費分別以直接工程費之 15%、20%估列，分別約為 596 萬元、794 萬元。再加計工程預備費（以 3%估列）後，總工程經費約為 5,640 萬元；建造

成本約為 6,035 萬元。

(2)增供水量

參考前節可開發水量分析結果，紫沃水庫容增加後，單獨運作下年可增加供水量為 16,473 立方公尺。

另依東引現地狀況，紫沃水庫與東湧水庫採共同運作方式，平均年供水量增加 18,697 立方公尺。

(3)年計成本及單位原水成本

年計成本係指在經濟分析年限（在本計畫中採用經濟分析年限為 50 年）內，每年平均分攤完工建造成本之固定年成本、營運期間之年營運費用等費用。其中固定成本包括利息、償債基金，營運費用包括期中換新準備金、保險費及稅捐、運轉維護費等。

紫沃水庫庫容增加工程年計成本估算如表 6-7 所示；年計成本約為 419 萬元，以水庫共同運作年增加水量 18,697 立方公尺估算，單位原水成本約為 224 元/立方公尺。

紫沃水庫庫容增加工程受限於水文、地形條件，無法大幅度增加供水量，致造成單位原水成本偏高，且東引地區現階段湖庫與海淡廠共同運作下，已能發揮湖庫供水潛能，因此本計畫標的成本偏高情形下，似可暫緩辦理。

表 6-7　紫沃水庫庫容增加年計成本估算表

項目		金額(萬元)
一、總工程費		5,640
二、建造成本		6,035
三、年計成本		418.74
1.年固定成本		357.53
2.年營運費用		60.91
四、增供水量(萬立方公尺)	水庫單獨運作	1.65
	水庫共同運作	1.87
五、單位原水成本(元/立方公尺)	水庫共同運作	224

第柒章 新設湖庫及其他新興水源可行性評估

一、 新設湖庫可行性評估

二、 新興水源可行性評估

第柒章　新設湖庫及其他新興水源可行性評估

一、新設湖庫可行性評估

(一)可能水源勘選

馬祖地區以往已評估規劃可行的水源包括東莒地下水庫及新興水源（水再生、雨水貯集及海水淡化）等方案，在新設湖庫部分並未納入。

另由馬祖地區供需分析結果可知，在穩定供水原則下，經由湖庫與海淡廠共同運用供水情況下，可滿足各島未來用水需求；惟為達節能減碳目的，期能經由新設湖庫可行性探討評估，增加湖庫供水能力。然考量未來可能之用水需求，研擬新設湖庫可行性評估工作執行流程如圖 1-6。

1、 未來用水需求成長

由於馬祖地區各島水資源運用仍為各自獨立狀況，並無法相互支援。因此各島本身未來需求水量成長情形，將為是否新設湖庫、提高區域供水能力之先決條件。

由於區域人口外流、觀光旅遊人口逐年成長及博弈開發對區域未來需求水量可能產生消長，依據第伍章未來至民國 140 年水資源供需初步評估檢討內容，於民國 115 年~120 年間需求量達到最高，而成長幅度方面以南竿、東引未來需求水量因博弈開發、觀光人口增加可能成長幅度相對較大；亦為水資源潛在需求較主要地區。至於北竿未來需求水量成長幅度次之，西莒相對較小。

2、 新設湖庫評選原則

(1)非屬既有水庫集水區

南竿、北竿地區分別有 30 個、36 個小集水區，如不計 3 級離島部分亦共有 56 個集水區，集水區分布如圖 7-1

所示。其中已列為既有水庫集水區者包括南竿 6 個（勝利水庫、津沙水庫、津沙 1 號水庫、儲水沃水庫、儲水沃上壩、后沃水庫、秋桂山水庫及鐵堡水庫分布於編號 15、18、20、21、23 及 28 號水庫集水區）、北竿 4 個（橋仔水庫、中興水庫、午沙水庫及坂里水庫分別位於編號 10、11、14 及 15 號水庫集水區），自是不適合再作為新增湖庫之用。

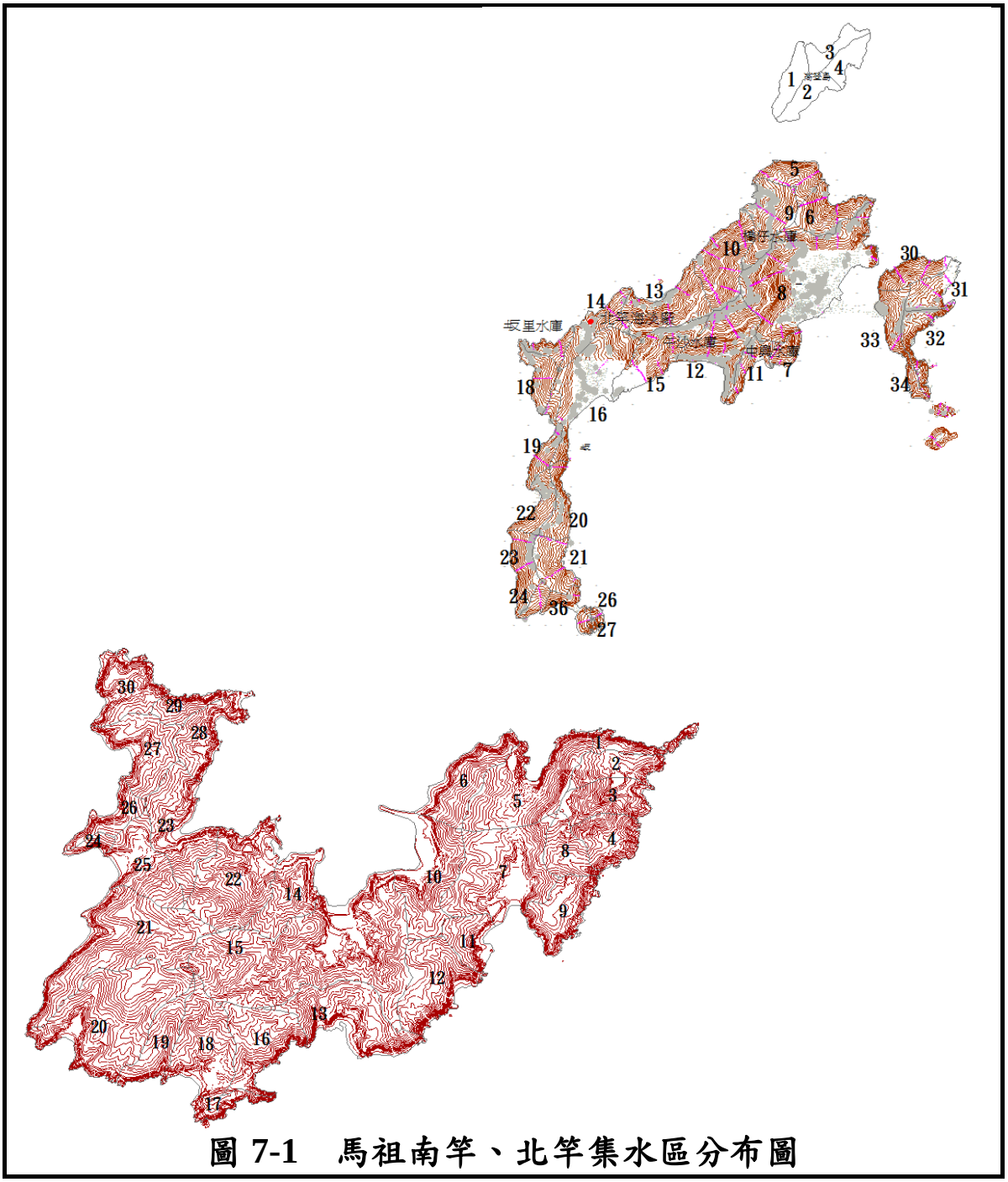


圖 7-1　馬祖南竿、北竿集水區分布圖

西莒、東莒、東引地區分別有 16、19、34 個小集水區，多為面積小零星之自然集水區。

西莒地區編號4及11號集水區已納入菜埔沃水庫及樂道沃水庫集水範圍，東莒地區編號 3 號集水區則為既有福正水庫集水範圍。

東引地區則有編號 9、12、13 及 25 號等集水區納為既有紫沃水庫、東湧水庫、中央水塘及東澳水壩之集水區域。西莒、東莒及東引集水區分布如圖 7-2 所示。

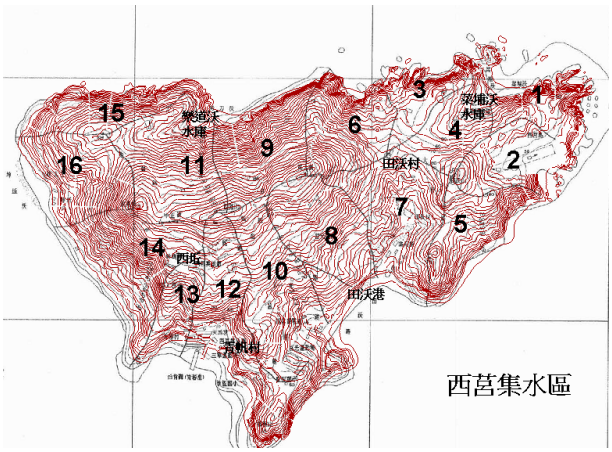
(2)非已（或規劃）納入水庫雨水截流系統之集水區

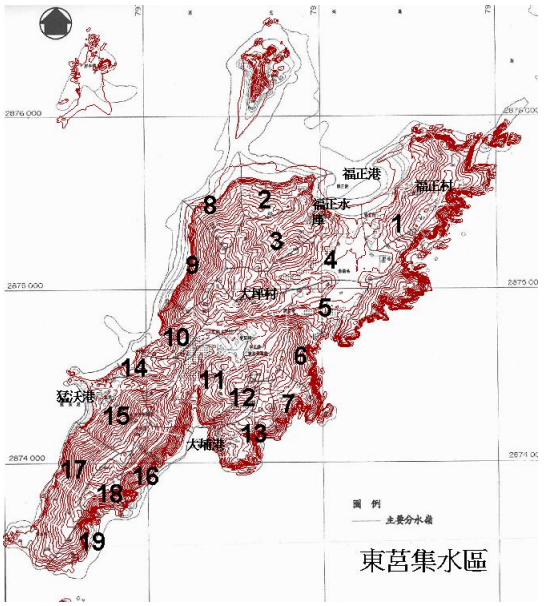
民國 86 年馬祖地區曾規劃南竿秋桂山、儲水沃（含上壩）、津沙、珠螺、介壽、四維、仁愛、梅石、青潭沃、福沃及牛角嶺等雨水截流設施，北竿則於坂里、中興及橋仔水庫周邊以及塘歧、芹壁等區規劃雨水截流系統（詳表 7-1）。

南竿地區分別於編號 4、6、7、12、13、18、20 及 27 號集水區完成介壽截水系統、牛角嶺截水系統、青潭沃截水系統，四維截水系統、仁愛截水系統及津沙下游截水系統、而北竿地區則於編號 13 號集水區完成芹壁截水系統，該等已完成及規劃之截水系統所在集水區已不適宜再開發。

西莒、東莒、東引地區配合區域地形及水庫、或抽水井設施所在區，亦於鄰近集水區規劃或辦理截水系統計畫，以擴大設施之供水能力。

西莒地區於編號 2、6、7、8、9、10、12、13、14 及 16 號等集水區規劃設置靶場及田沃地下集水區、菜埔沃水庫截水系統，莒光 1、2 號及西路 1、2 號、坤坵地表水截水系統，全島幾皆納入水資源利用範圍。





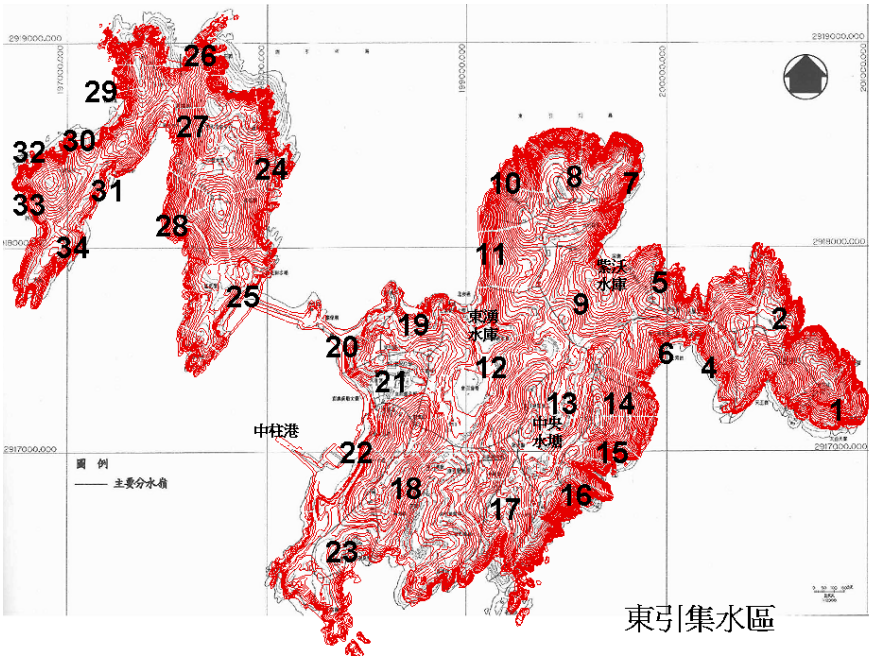


圖 7-2　馬祖莒光、東引集水區分布圖

表 7-1　馬祖地區歷年雨水截水系統規劃摘要表

地區	截入之湖庫	截水系統名稱	截水系統集水區面積	備註
南竿地區	秋桂山水庫	秋桂山水庫	63.20 公頃	
		四維區	36.68 公頃	
	后沃水庫	后沃蓄水庫	21.20 公頃	
	珠螺水庫	現有珠螺抽水站	22.67 公頃	
	儲水沃水庫	儲水沃區	22.29 公頃	
	津沙水庫	津沙區	27.75 公頃	
	當地集水池	仁愛區	33.26 公頃	
	勝利水庫	勝利區	5.96 公頃	
		青潭沃區	-	青潭沃村山腳下
		牛角嶺區	-	復興村東西兩側山區
	當地集水池	介壽區	49.24 公頃	馬祖高中及連江縣政府附近之集水區
	梅石區 瑞美澳口	梅石區	-	梅石村幹部訓練班旁之天然谷地
	福沃	福沃區		牛背嶺面海側山區
北竿地區	坂里水庫	坂里水庫周邊	15.2 公頃	
		坂里區	16.8 公頃	
	中興水庫	中興水庫周邊	-	規劃集水井及截水溝
	橋仔水庫	橋仔水庫周邊	7.9 公頃	
	當地集水池	塘歧區	31.5 公頃	山前村及北竿鄉公所後方山區
	當地集水池	機場區	40.9 公頃	北竿機場後方風山南側山區
	當地集水池	風山區	23.6 公頃	雷山與風山所環繞之山區
	當地集水池	芹壁區	71.9 公頃	橋仔至芹壁間之山區

資料來源：連江縣政府「馬祖地區水資源整體開發計畫」，民國 86 年；
水利署「離島地區雨水貯留利用規劃(2/2)馬祖篇」，民國 94 年 12 月

東莒地區於編號 4、5、8、9、14 及 15 號等集水區規劃設置福正及大坪地下集水區、福正及猛沃地表水截水系統，可再作為水資源利用範圍已不多。

東引地區燕秀沃地下水集水區、東湧水庫截水系統，天王沃、大紫沃、燕秀沃、東堤、南沃、蓮花園及清水沃地表水截水系統配置於編號 2、18、11、6、17、20、22、25 及 27 號等集水區；受到區域地形影響，除後 2 者位於西引島外，其他皆集中於東引島。

(3)非屬高度開發之集水區

由於馬祖地區各島皆屬於丘陵地形，島上並無平原區，較為平緩的地區僅有沿海小海灣，亦稱為澳（沃）口；由於受到馬祖地區氣候影響，面積稍大或位於各島南向之澳口地區即為聚落所在，屬於高度開發地區。另澳口亦為各島間水路交通主要聯繫或漁民海上作業出入港口所在，此類集水區已無多餘空地可供開發，除不適於作為新設湖庫集水範圍外，且聚落、設施產生之各類污水亦可能污染水源，在選擇新設湖庫區位上亦須避開。

南竿地區介壽村、復興村、福沃村、清水村、珠螺村、仁愛村、四維村、馬祖村、津沙村及夫人村聚落分別位於編號 7、5、10、15、14、18、27、25、20 及 28 號等集水區；福澳港、馬祖港及津沙港則分別位於編號 6、7、25 及 20 號等集水區、而南竿機場則設置於編號 1、2、3、4、8 及 9 號等集水區。珠山電廠及珠螺抽水站則布設於編號 15 及 22 號等集水區。另北海坑道、媽祖公園等觀光設施則位於編號 16 及 24 號集水區。

北竿地區后沃村、橋仔村、塘岐村、芹壁村、坂里村、

白沙村及上村聚落分別位於編號 33、10、8、13、16、22 及 12 號等集水區；午沙港、白沙港及芹壁港則分別位於編號 12、13 及 22 號等集水區、而北竿機場則設置於編號 8 及 33 號等集水區。另大坵生態區、塘后沙灘、坂里沙灘、北海坑道、芹壁聚落及戰爭和平公園等觀光設施則位於編號 1、2、3、4、8、33、16、15、13 及 22 號集水區。

西莒地區青帆村、田沃村及西坵村分別位於編號 7、12、13 及 14 號等集水區；青帆港及田沃港則分別位於編號 7 及 12 號等集水區。

東莒地區大坪村、福正村及大埔聚落分別位於編號 5、1 及 14 號等集水區；猛沃港及大埔港則分別位於編號 15 及 11 號等集水區。福正寬口井及猛沃寬口井則布設於編號 4 及 10 號等集水區。另東莒燈塔、呂何崖、猛沃沙灘、大埔石刻等觀光設施則位於編號 1、6、10 及 17 號集水區。

東引地區中柳村、樂華村、北澳村及獅子村分別位於編號 19、20、21、11 及 18 號等集水區；北澳港、中柱港、雷達站及航空站則分別位於編號 11、22、10 及 23 號等集水區。另東引地區地形起伏甚大，海岸深崖多處，沿岸景觀設施甚多，如東引燈塔、烈女義坑、東引一線天、東澳海蝕地形、安東坑道、北海坑道、國之北疆、鱷魚島及石柱崖等觀光設施則位於沿岸編號 1、2、4、11、16、23、26、30 及 34 號集水區。

(4)存在既有水路之集水區

如前所述馬祖地區屬丘陵地形，陸面起伏甚大，島內並無明顯河川，僅有一些短促且經年乾枯山溝，暴雨後可見水流。既有之湖庫或地下水井多建於山溝下游，擷取由山溝匯集而下之地表水及地下水。四鄉五島由於面積狹

小，地勢陡峭，逕流延滯時間極為短暫，無法聚集大量地表逕流，大部份降雨均直接排入海中。

經前述集水區狀況篩選之後，各島尚未開發利用之集水區，如南竿地區編號 17、19、29 及 30 號等集水區，北竿地區編號 5、6、7、9、17~21、23~30、32 及 34~36 號等集水區，西莒地區 3、5 及 14 號等集水區，東莒地區 2、7、16、18 及 19 號等集水區，東引地區 3、5、7、8、14、15、24、28~30、32 及 33 號等集水區幾皆屬地勢陡峭坡地或深崖，亦多無既有水路，實不易作為湖庫開發場址。

3、 綜合研討

以上述因子對馬祖地區四鄉五島之集水區進行篩選工作，各島集水區開發利用情形分別列示如表 7-2~7-6，由於區域水資源工作多年推動結果，已無適宜壩址或集水區作為新設湖庫開發之用，故日後欲提升區域水資源供水能力，可針對其他新興水源探討開發利用之可行性。

二、新興水源可行性評估

新興水源包括生活污水、事業廢水、海水及貯留雨水等四大類別。各類新興水源因特性不同，處理後使用之類別也有所不同。

馬祖地區因無事業廢水，故本章節僅針對生活污水、貯留雨水及海水淡化等三類進行評估，茲分述如下：

(一) 生活污水

1、 可能水源勘選

馬祖地區共有 30 座水資源回收中心（詳表 2-9），設計處理水量為 2,520 CMD，惟多數水資源回收中心設計處理量皆在 100 CMD 以下（23 座）。已實際運轉的 8 座中有 5 座位於南竿地區，其餘 3 座位於北竿及莒光。

表 7-2　南竿地區各集水區開發利用情形表

編號	水庫設施		截水系統		公共設施		村落房舍		觀光遊憩	
1					○	南竿機場				
2					○	南竿機場				
3					○	南竿機場				
4			○	牛角嶺	○	南竿機場				
5							○	復興		
6			○	福澳	○	福澳港				
7			○	介壽			○	介壽		
8					○	南竿機場				
9					○	南竿機場				
10					○	福澳港	○	福沃		
11										
12			○	青潭沃			○	青潭沃		
13			○	梅石			○	梅石		
14							○	珠螺		
15	○	勝利水庫			○	珠山電廠	○	清水		
16									○	北海坑道
17										
18	○	鐵堡水庫	○	仁愛			○	仁愛		
19										
20	○	津沙、津沙 1 號水庫	○	津沙	○	津沙港	○	津沙		
21	○	儲水沃、儲水沃上壩								
22					○	珠螺抽水站				
23	○	后沃								
24									○	媽祖公園
25					○	馬祖港	○	馬祖		
26										
27			○	四維			○	四維		
28	○	秋桂山					○	夫人		
29										
30										

表 7-3　北竿地區各集水區開發利用情形表

編號	水庫設施		截水系統		公共設施		村落房舍		觀光遊憩	
1									○	大坵生態區
2									○	大坵生態區
3									○	大坵生態區
4									○	大坵生態區
5										
6										
7										
8			○	機場	○	北竿機場	○	塘岐	○	塘后沙灘
9										
10	○	橋仔水庫	○	橋仔			○	橋仔		
11	○	中興水庫	○	中興						
12					○	午沙港	○	上村		
13			○	芹壁	○	芹壁港	○	芹壁	○	芹壁聚落
14	○	坂里水庫								
15	○	午沙水庫							○	北海坑道
16			○	坂里			○	坂里	○	坂里沙灘
17										
18										
19										
20										
21										
22					○	白沙港	○	白沙		
23										
24										
25										
26										
27										
28										
29										
30										
31									○	戰爭和平公園
32										
33					○	北竿機場	○	后沃	○	塘后沙灘
34										
35										
36										

表 7-4　西莒地區各集水區開發利用情形表

編號	水庫設施		截(集)水系統		公共設施		村落房舍		觀光遊憩	
1									○	菜埔沃海蝕地景
2			○	靶場地下集水						
3										
4	○	菜埔沃水庫								
5										
6			○	菜埔沃						
7			○	田沃地下集水	○	田沃港	○	田沃		
8			○	莒光 1 號						
9			○	菜埔沃						
10			○	莒光 2 號						
11	○	樂道沃水庫								
12			○	西路 1 號	○	青帆港	○	青帆		
13			○	西路 1 號			○	西坵		
14			○	西路 2 號			○	西坵		
15										
16			○	坤坵					○	坤坵沙灘

表 7-5　東莒地區各集水區開發利用情形表

編號	水庫設施		截水系統		公共設施		村落房舍		觀光遊憩	
1							○	福正	○	東莒燈塔
2										
3	○	福正水庫								
4			○	福正地下集水	○	福正寬口井				
5			○	大坪地下集水			○	大坪		
6									○	呂何崖
7										
8			○	福正						
9			○	福正						
10					○	猛沃寬口井			○	猛沃沙灘
11					○	大埔港				
12					○	垃圾場				
13							○	大埔聚落		
14			○	猛沃						
15			○	猛沃	○	猛沃港				
16										
17									○	大埔石刻
18										
19										

表 7-6　東引地區各集水區開發利用情形表

編號	水庫設施		截水系統		公共設施		村落房舍		觀光遊憩	
1									○	東引燈塔
2			○	天王沃					○	烈女義坑
3										
4									○	東引一線天
5										
6			○	大紫沃						
7										
8										
9	○	紫沃水庫								
10					○	雷達站				
11			○	東湧	○	北澳港	○	北澳村	○	東澳海蝕地形
12	○	東湧水庫								
13	○	中央水塘								
14										
15										
16									○	安東坑道
17			○	燕秀沃						
18			○	燕秀沃地下集水			○	獅子村		
19							○	中柳、樂華村		
20			○	東堤			○	中柳、樂華村		
21							○	中柳、樂華村		
22			○	南沃	○	中柱港				
23					○	東引航空站			○	北海坑道
24										
25	○	東澳水壩	○	蓮花園						
26									○	國之北疆
27			○	清水沃						
28										
29										
30										
31									○	鱷魚島
32										
33										
34									○	石柱崖

另依據內政部營建署全國公共污水處理廠資料管理系統統計資料顯示，馬祖地區第一階段完成之 8 座污水處理廠近 4 年放流水量詳表 7-7 所示，8 座處理廠平均放流水量中，僅南竿介壽污水處理廠較大，約為 134 CMD（最大量為民國 99 年 6 月約為 286 CMD），且放流水量逐年減少，民國 102 年更降至約 85 CMD。

由於馬祖地區多數污水廠平均放流量均甚小且多數集中在南竿地區，以水源供給的角度來看，現階段水再生利用較具推動可行性者為利用南竿各污水處理廠放流水作為再生水水源。

2、 可能水源方案研擬

(1)供水標的

根據民國 99 年水利署「馬祖地區水再生利用規劃與試驗計畫先期研究」之分析，馬祖地區過往並無推廣水再生利用且二元供水系統建置並不普遍，故該計畫分別評估再生水利用於生活雜用水、消防用水、農業灌溉用水、地下水補注及飲用水水源等 5 種類型。在生活雜用水中，再生水可作為環境景觀及生活次級用水，主要用於非人體接觸之沖廁、景觀、澆灌、灑水抑制揚塵、洗車或清洗地板等。

考量經費、用水風險、民眾用水習慣等面向後，該計畫建議再生水之利用以生活雜用水為主要供水標的，並調查 15 個單位之生活雜用水，包括公家單位、醫院、航空站、港口、學校及其他民營企業等。各單位生活雜用水推估量如表 7-8 所示，其中最大者為馬祖高中，約 56.3 CMD。

表 7-7　馬祖地區 8 座污水廠民國 99~102 年放流水水量統計表

介壽村污水處理廠													
年度	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	平均
99	96	116	130	180	235	286	223	240	240	215	185	203	196
100	157	132	102	153	189	131	156	191	191	144	154	204	159
101	125	76	53	112	105	120	85	100	142	93	90	54	96
102	72	83	94	75	77	76	90	94	91	90	90	88	85
平均	112	102	95	130	152	153	138	156	166	136	130	137	134
福沃村污水處理廠													
年度	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	平均
99	32	37	32	31	33	43	53	3	39	57	50	42	38
100	33	23	11	33	44	36	8	10	13	37	31	21	25
101	12	12	23	27	45	57	69	96	71	42	38	22	43
102	31	21	28	27	22	28	29	40	25	25	27	32	28
平均	27	23	24	29	36	41	39	37	37	40	36	29	33
清水村污水處理廠													
年度	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	平均
99	17	6	19	75	80	78	25	18	16	44	49	54	40
100	53	61	50	54	46	27	45	56	33	40	29	42	45
101	55	34	35	40	81	92	92	74	61	32	30	14	54
102	19	20	23	49	31	27	31	8	39	45	49	50	32
平均	36	30	32	54	59	56	48	39	37	40	40	40	43
津沙村污水處理廠													
年度	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	平均
99	4	5	5	18	9	9	8	16	12	11	15	11	10
100	7	7	11	10	24	20	18	10	5	0	8	15	11
101	20	22	26	26	34	25	39	32	23	24	24	24	27
102	21	19	20	15	10	24	10	15	11	11	10	8	15
平均	13	13	15	17	19	20	19	18	13	12	14	14	16
馬港村污水處理廠													
年度	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	平均
99	42	34	62	85	82	100	70	65	63	62	49	54	64
100	52	52	46	49	73	65	64	50	49	53	40	36	52
101	42	54	59	59	73	91	70	76	47	59	67	57	63
102	58	56	55	75	75	91	59	76	74	64	83	96	72
平均	49	49	56	67	76	87	66	67	58	59	60	61	63
田沃村污水處理廠													
年度	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	平均
99	8	0	0	52	14	36	35	55	13	0	1	15	19
100	1	7	8	10	4	10	10	8	5	7	11	21	8
101	12	9	10	7	10	9	12	15	10	9	10	10	10
102	2	8	13	13	11	9	11	14	12	12	11	12	11
平均	6	6	8	20	10	16	17	23	10	7	8	14	12
后沃村污水處理廠													
年度	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	平均
99	10	12	9	9	8	10	15	15	16	21	16	11	13
100	5	5	14	12	16	15	74	22	16	12	12	6	17
101	11	14	13	15	23	19	23	22	21	8	9	10	16
102	3	10	18	55	23	25	22	20	20	20	20	20	21
平均	7	11	14	22	18	17	34	20	18	15	14	12	17
大坪村污水處理廠													
年度	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	平均
99	ㄧ	ㄧ	ㄧ	34	34	34	14	0	2	45	37	20	24
100	25	27	3	34	46	33	21	3	1	0	3	0	17
101	36	45	44	30	51	70	58	67	50	40	49	40	48
102	45	47	53	76	84	75	40	20	18	17	17	21	43
平均	35	40	33	44	54	53	34	23	18	25	27	20	33

表 7-8　各單位生活雜用水推估量

單位	人員	用水人數(日)	用水時間(hr)	洗澡(CMD)	洗滌(CMD)	洗手洗臉(CMD)	廚房(CMD)	沖廁用水(CMD)	清掃(CMD)	其他(CMD)	合計用水量(CMD)
連江縣政府建設局	員工	30	8	●	0.6	0.2	●	0.6	0.1	0.1	1.6
連江縣警察局	員工	45	8	●	0.9	0.3	●	0.9	0.15	0.15	2.4
馬祖酒廠	員工	60	8	●	1.2	0.4	●	1.2	0.2	0.2	3.2
檢察署	員工	11	8	●	0.22	0.07	●	0.22	0.04	0.04	0.59
地方法院	員工	14	8	●	0.28	0.09	●	0.28	0.05	0.05	0.75
連江縣立醫院	員工	60	24	●	3.6	1.2	●	3.6	0.6	0.6	9.6
中華電信馬祖營業處	員工	22	8	●	0.44	0.15	●	0.44	0.07	0.07	1.17
馬祖國家風景區管理處	員工	42	8	●	0.84	0.28	●	0.84	0.14	0.14	2.24
環保局	員工	35	8	●	0.7	0.23	●	0.7	0.12	0.12	1.87
連江縣政府交通局	員工	19	0.8	●	0.04	0.01	●	0.04	0.01	0.01	0.1
珠山電廠	員工	111	24	●	6.66	2.22	●	6.66	1.11	1.11	17.76
連江縣政府大樓	非住宿(員工)	135	0.8	●	0.27	0.09	●	0.27	0.05	0.05	0.72
	住宿(員工)	25	24	1.25	1.5	0.5	●	1.5	0.25	0.25	5.25
南竿航空站	員工	30	10	●	0.75	0.25	●	0.75	0.13	0.13	2
	旅客	720	1	●	1.8	0.6	●	1.8	0.3	0.3	4.8
南水海運公司	員工	6	8	●	0.12	0.04	●	0.12	0.02	0.02	0.32
	旅客	1,100(旺)	0.5	●	●	0.46	●	1.38	●	●	1.83
		200(淡)	0.5	●	●	0.08	●	0.25	●	●	0.33
港務局	員工	20	8	●	0.4	0.13	●	0.4	0.07	0.07	1.07
	旅客	500(旺)	0.5	●	●	0.21	●	0.63	●	●	0.83
		250(淡)	0.5	●	●	0.1	●	0.31	●	●	0.42
馬祖高中	非住宿(師生)	194	8	●	3.88	1.29	●	3.88	0.65	0.65	10.35
	住宿(師生)	184	24	9.2	11.04	3.68	7.36	11.04	1.84	1.84	46

備註：●表示無用水需求

資料來源：「馬祖地區水再生利用規劃與試驗計畫先期研究」，水利署，民國 99 年

(2)水量與水質

馬祖南竿地區已操作運轉之污水處理廠總設計處理量為 950 CMD，民國 99~102 年平均放流水總量約 289 CMD（如表 7-9 所示）。隨著住戶接管率的提升，預期將能進一步提高污水量。現階段本計畫以平均放流水量為再生水可利用量。

表 7-9　馬祖南竿地區污水廠設計處理量及平均放流水量

污水廠名稱	設計處理量 (CMD)	平均放流水量 (CMD)
介壽村	450	134
福沃村	150	33
清水村	100	43
津沙村	50	16
馬港村	200	63
合計	950	289

在水質部分，環保署於民國 96 年 10 月 15 日增訂「建築物生活污水回收再利用建議事項」如表 7-10 所示，公告訂定建築物生活污水回收再利用建議事項，作為建築物污水回收再利用設施設計及維護管理之參考。

由馬祖地區各污水處理廠民國 102 年 12 月之進放流水質濃度可知，所有的檢測均可以符合放流水的管制標準，甚至符合回收水水質目標。

以介壽污水處理廠為例，其本身為 MBR 系統，且其膜片為微過濾膜（MF），已可將大部分的污泥和細菌過濾掉，因此其放流水作為生活雜用水使用，不需再經砂濾的程序，只需經「消毒」即可作為沖廁及澆灌用途使用。

表 7-10　環境景觀及生活次級用水之水質標準

再利用用途	水質項目	單位	限值
沖廁	大腸桿菌群	CFU/100mL	200
	餘氯	mg/L	結合餘氯 0.4 以上且 自由餘氯 0.1 以上
	外觀	-	無不舒適感
	BOD_5	mg/L	最大限值 15 以下且 連續 7 日平均限值 10 以下
	臭味	-	無不舒適感
	pH	-	6.0-8.5
景觀、澆灌、灑水抑制揚塵、洗車或清洗地板者	餘氯	mg/L	結合餘氯 0.4 以上
	外觀	-	無不舒適感
	濁度	NTU	最大限值 5 以下且 平均限值 2 以下
	BOD_5	mg/L	最大限值 15 以下且 連續 7 日平均值 10 以下
	臭味	-	無不舒適感
	pH	-	6.0-8.5
備註	本表水質建議值如回收再利用水質處理係採加氯消毒以外方式如臭氧或紫外線等消毒者，因考量無殘留消毒效果，其大腸桿菌群之限值要求應不得檢出。		

資料來源：「建築物生活污水回收再利用建議事項」，行政院環境保護署，民國 96 年 10 月 15 日。

在菌類濃度去除方面，根據「馬祖地區水再生利用規劃與試驗計畫先期研究」，選用加氯、臭氧消毒、紫外光消毒等其評估結果如表 7-11 所示。其中以加氯消毒之綜合評分最高、其次為紫外光消毒，臭氧消毒評分最低，因此在消毒程序方面建議選擇使用加氯消毒較為適宜。

(3)方案研選

經整體評估後考量用水風險、產水量及用水意願等，由於各污水廠所在位置較為分散，初步建議以南竿介壽污水廠放流水經再生處理後，提供鄰近花木澆灌、景觀用水，並以管線輸送至學校和政府機關使用。

表 7-11　各種單元去除細菌可行性評析

評估內容		氯	臭氧	紫外光 UV
工程	單位占地處理量	7	7	10
	可以模組化方式擴充	7	7	10
	操作維修容易	10	7	7
	應用普及	10	7	10
經濟	設置成本	10	7	8
	操作維護成本	9	5	7
	廢水廢棄物處理成本	10	10	10
環保	標的污染物去除率高	10	10	10
	廢水量	10	10	10
	廢棄物量	10	10	10
小計		93	80	92

資料來源：「馬祖地區水再生利用規劃與試驗計畫先期研究」，水利署，民國 99 年

3、可能方案調查規劃

(1)廠址

根據水源方案研選，擬採南竿介壽污水處理廠放流水作為再生水水源，其所在位置如圖 7-3 所示。

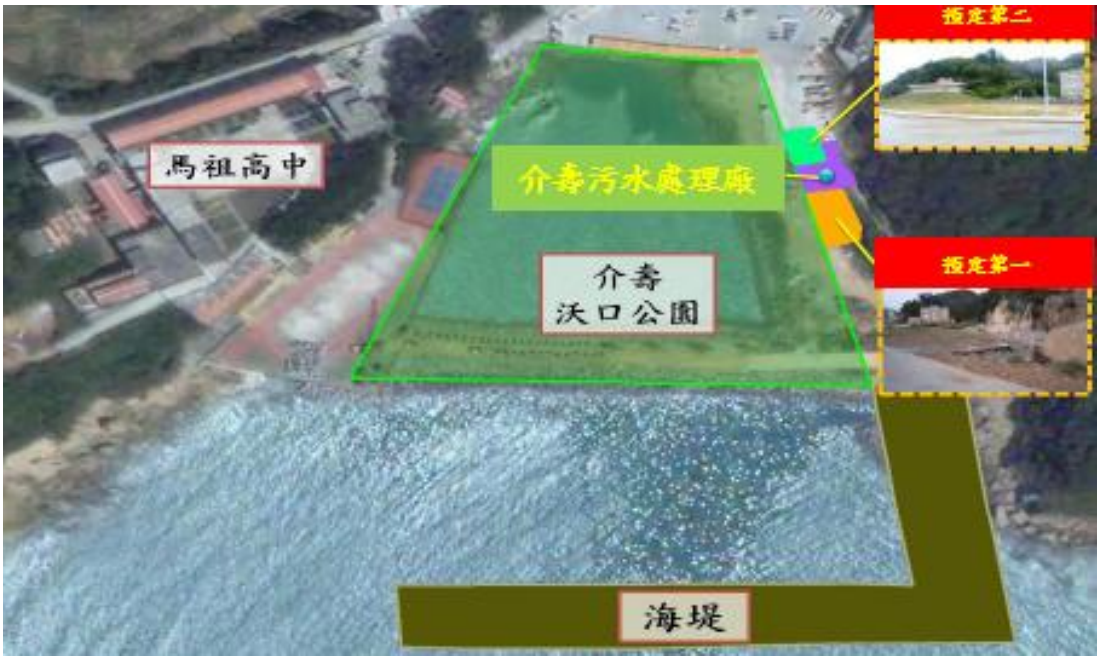


圖 7-3　介壽污水處理廠位置示意圖

(2)供水對象

根據介壽污水處理廠所在位置，再生水可供鄰近馬祖高中和縣立體育館沖廁使用，如圖 7-4 所示。另因珠山發電廠已於民國 99 年 3 月正式商轉,故建議若再生水廠有多餘水量，可以槽車運送供其發電廠中各項非接觸性用水使用。

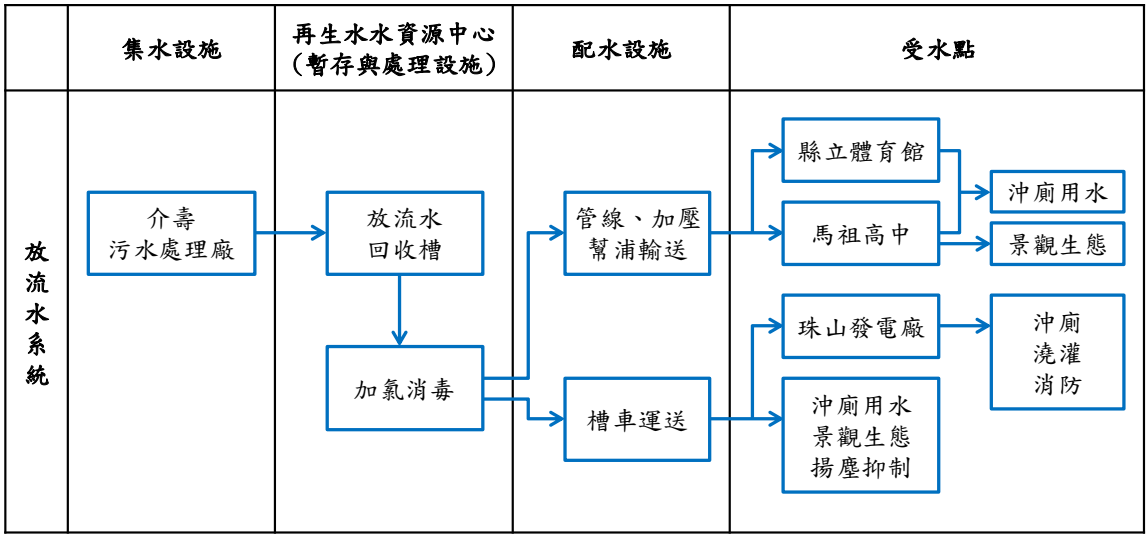


圖 7-4　再生水輸送管線示意圖

(3)再生水處理系統規劃

A、規劃原則

再生水之配水設施部分分為二部分計畫，首先以管線加壓運送至馬祖高中及縣立體育館供沖廁使用；其次則利用槽車運送的方式供珠山電廠及其他各需水單位使用。

再生水貯水池容量以平均日放流水量進行規劃，平均日放流水量以介壽污水廠日平均處理 134 CMD 進行推估。蓄水設備、取水、原水抽水機、輸水、淨水設備之規劃，採最大日用水量 = 1.2 × 平均日放流

水量所得，約 160 CMD。

再生水資源中心內除提供貯留、處理功能外，另將規劃參觀步道及自走式解說系統，提供教育功能。

B、 再生水貯留系統規劃

根據介壽污水處理廠放流水質及供水標的水質需求，建議採用加氯消毒的方式處理，系統規劃如圖 7-5 所示。

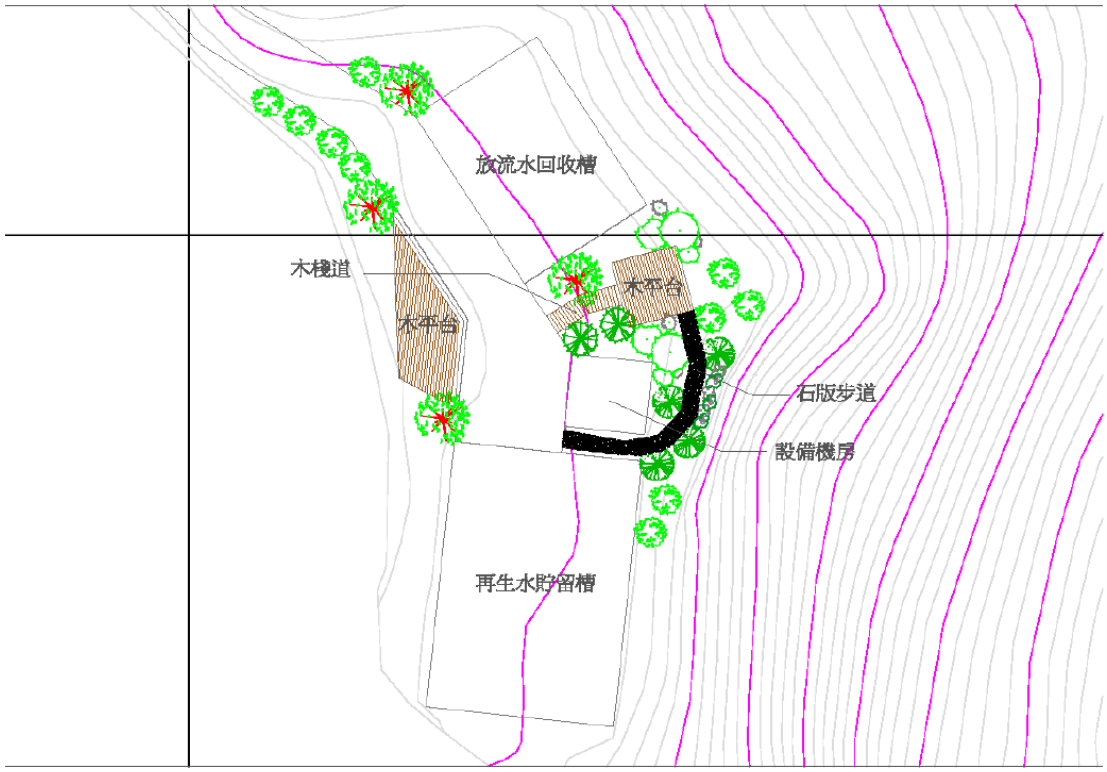


圖 7-5　再生水處理系統示意圖

集水設施由既有污水處理廠收集，再生水資源中心內將設置放流水回收槽 1 套、再生水處理設施，自動加藥機 2 套及再生水暫留槽 1 套。

(4)工程經費

由工程設計階段至工程興建完成為止，各項設計作業費用（以直接工程費之 3.0%估列）、工程建造費、施工期

間利息統合後為該項工程經費。工程經費分析如表 7-12 所示，並說明如下。

表 7-12　再生水工程經費估算表

項目		(萬元)
壹	設計階段作業費	25
貳	工程建造費	1,100
	一、直接工程費	824
	1　土木建造	476
	2　淨水設備	32
	3　輸水工程	300
	4　施工安全衛生及環保措施	16
	二、間接工程費	165
	三、工程預備費	82
	四、物價調整費	28
參	其他費用	11
肆	施工期間利息	51
伍	建造成本	1,186

A、直接工程費

直接工程費為建造工程目的物所需之成本，為發包工程費及業主供給材料費之合計，本計畫之直接工程費包含土木建造（RC 放流水貯水池、RC 再生水貯水池、設備機房、管線埋設及道路打除及修復等）、淨水設備費、輸水工程及其它環境保護及勞安衛等項目。而直接工程費中各單項工程費已包括承包商管理費、利潤及營業稅在內。直接工程費約 824 萬元。

B、間接工程費

間接工程費係業主為監造管理工程目的物所需支出之成本。包括工程施工前及施工中所必要之工程規

劃、補充調查、研究試驗及事務費等費用。本計畫的間接工程費以直接工程費之 20%估列。間接工程費約 165 萬元。

C、工程預備費

工程預備費係各種無法預計費用，如材料、人工價格之劇烈波動及其他無法預計之災害所增加之額外支出。本計畫的工程預備費以直接工程費之 10%估列。工程預備費約 82 萬元。

D、物價調整費

工程建造費之計算須註明估價當時物價水準之基準年，物價調整費係直接工程成本及間接工程成本與工程預備費之合計，建議於規劃階段物價調整年增率採用 3.5%。物價調整費約 28 萬元。

E、總工程費

總工程費用包含設計階段作業費、用地費用、工程建造費及其他費用等 4 項之總和。

F、施工期間利息費用

此部分費用與財務調度方式、資金來源及借貸比例等因素有關。由於水資源開發計畫此類公共建設資金來源幾全為政府預算，故依過往水資源開發工程經費編列方式及近年市場利率變化以年息 3%核計，採用複利逐年估算。

G、建造成本

建造成本為施工期間利息及總工程費用之和。開發計畫之建造成本為 1,186 萬元。

(5)操作營運費用

操作維護包括電費、藥品費、管線維修費、機電及儀錶維修費、人事費等費用等。所需電費以加藥器每噸產水約耗電量 0.2 kWh，電費以每度 1.8 元計。藥品費以 12% 漂白水（次氯化鈉），每桶 20 升，共需 11 桶/年。人事費以 2 人每月 3 萬元計，合計年操作營運費用約 15 萬元。

4、計畫評價

(1)產水成本估算

在供水規模達 134 CMD 的條件下，污水再生利用產水年計成本約 128 萬元，單位產水成本約 25.85 元/立方公尺，如表 7-13 所示。與民國 99 年「馬祖地區水再生利用規劃與試驗計畫先期研究」之計算結果（14.04 元/度）比較相對偏高，主要原因為該計畫執行時，南竿介壽污水廠平均日放流水量達 268 CMD，為本計畫產水量的 2 倍，故換算單位產水成本後較具經濟效益。

表 7-13　再生水單位產水成本估算表

項目	(萬元)
一、　設計階段作業費	25
二、　工程建造費	1,100
三、　其他費用	11
四、　總工程費(一至四項合計)	1,135
五、　施工期間利息	51
六、　建造成本(五至六項合計)	1,186
七、　年利息	71
八、　年償債基金	32
九、年稅捐與保險費	7
十、年運轉維護費	15
十一、物價調整費	1
十二、年計成本（七至十一項合計）	128
十三、單位產水成本（元/立方公尺）	25.85

(2)計畫效益

在民國 99 年「馬祖地區水再生利用規劃與試驗計畫先期研究」中，提到以台灣本島的經驗值分析再生水成本，放流水量原則上需高於每日 2,000 m^3，方符合設置再生程序之經濟效益。但以馬祖目前供水來源來看，海淡水平均 54~100 元/立方公尺，運水需 400 元/立方公尺，因此若以污水再生取代原有自來水使用量仍具經濟效益。

惟由近 4 年污水廠之平均放流水量來看，多呈現逐步下降的情況，需進一步探討其原因，包括用戶接管是否確實，管線是否破損等。除提升污水再生利用的經濟效益外，亦可確實截流生活污水，防止其進入湖庫導致水質優養化，減少淨水成本，提高湖庫運用水量，滿足低碳開發之原則。

(二)雨水貯留

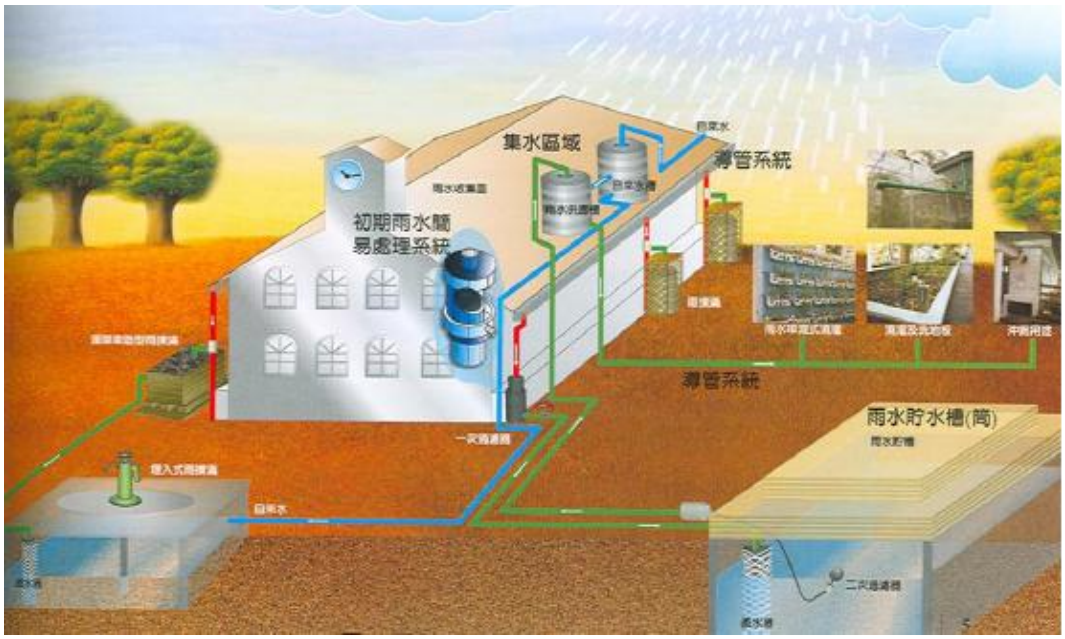
本計畫參考「離島地區雨水貯留利用規劃-馬祖篇」之規劃結果，馬祖地區雨水貯留利用的型式以屋頂雨水貯留系統為主，用水標的以沖廁來進行規劃，以下分別說明。

1、屋頂雨水貯留系統組成

參考經濟部水利署節水資訊網資料，雨水利用系統主要包括集水區域、導管系統、初期雨水簡易處理系統、簡易過濾設施及貯水設施等。雨水利用系統圖示如圖 7-6。

(1)集水區域

隨著雨水貯留的型態不同而異，機關學校屋頂為主要集水區域，目前多為平頂或鐵皮搭建之斜屋頂型式。



資料來源：經濟部水利署節水資訊網

圖 7-6　雨水利用系統圖

(2)導管系統

屋頂至地面之排水管及貯水設施間之導水管等管線系統，能有效的將所收集雨水送進水槽。平頂式建築物若無落水管或因管線老舊阻塞則需加以銑孔接管；而斜頂式建築物若無天溝，則需另行加裝。

雨水導水管如以明管懸掛戶外方式佈設，管路易受曝曬及氣溫變化影響，可採用耐久性較佳之高密度聚乙烯管、延性鑄鐵管或（鍍鋅）鋼管，各類管材料相對特性示如表 7-14。如採用暗管佈設方式或經濟性考量，可採用 PVC 管。

(3)初期雨水簡易處理系統

降雨初期的雨水通常較污濁，故此部份雨水須先藉由初期雨水排除/分流設施及雨水篩網設備予以排除或處理。規劃設計可結合緩衝槽（Buffertank）之設置，進行安全進/排水控制。

表 7-14　各類管材料相對特性一覽表

管材	PVCP	PE 管	DIP 延性鑄鐵管	SP 鋼管	GIP 鍍鋅鋼管
材質	硬度 PVC	H.D.P.E.	DI 鑄鐵+水泥	SUS 不鏽鋼	鋼管+熱浸鍍鋅
接頭	小口徑處理簡單 大口徑難	普通	不易	壓接容易 絞牙不易	絞牙焊接 不易
使用年限	短	長	長	長	短
耐震	中等	佳	佳	佳	中等
耐撞擊性	不耐	耐	耐	耐	耐
耐壓性	低	中	高	高	高
耐候性	低	耐紫外線	良	優	優
維護	容易	容易	中等	不易	不易
施工	容易	容易	中等	壓接容易 絞牙不易	中等
成本	低	中	高	高	中

(4)簡易過濾設施

對於水質要求較高之用途，如沖廁、洗車、冷卻用水標的等，需視要求狀況規劃設置，如沉澱設施（結合傾斜管）或過濾設備（石英砂、活性碳、褐煤或其他濾材機動組成）進行懸浮物質之去除；此類設施應定期清洗。

(5)貯水設施

貯存雨水的容器，因為容量的大小、材質以及設置方式都關係到雨水貯留利用系統之成敗。

貯水設施可分為地上式及地下式。地上式貯水設施雖佔空間，但維護較容易，對於具有設置空間之建築基地建議可使用地上式貯水設施。貯水設施須裝設雨水/自來水自動切換系統，並和自來水供水系統分離設立，以確保不會污染到一般的供水系統。雨水利用系統組成圖例示如圖7-7。



集水區域



砂濾過濾設施



地上式貯水設施



地下式貯水設施

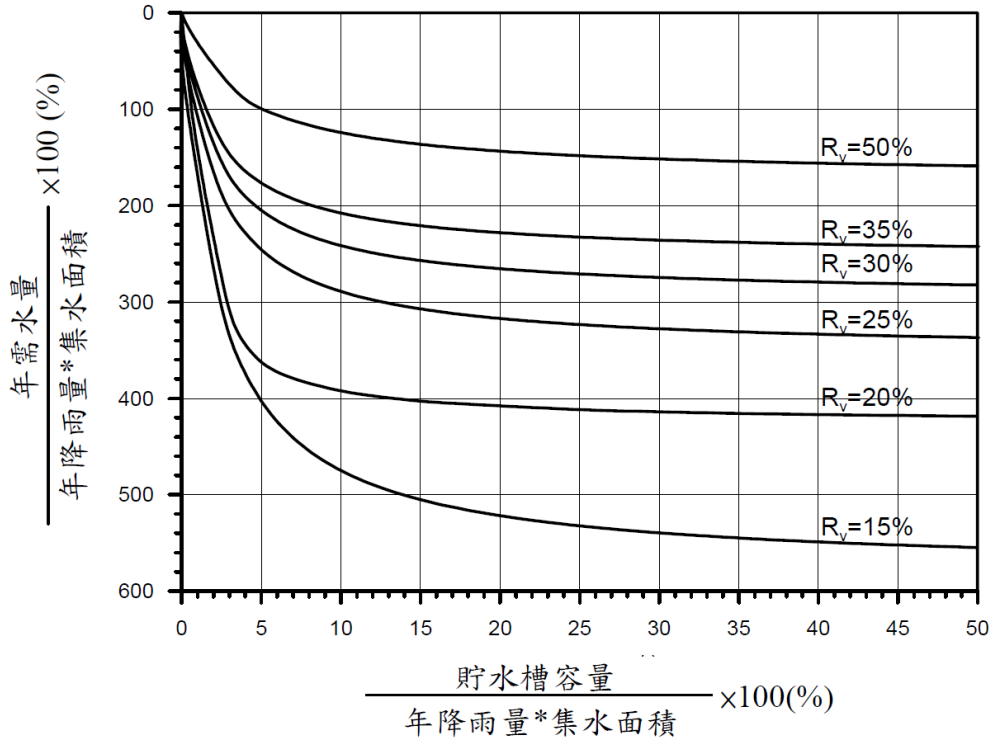
資料來源：本計畫整理

圖 7-7　雨水利用系統組成圖例

2、雨水利用系統之容量

研擬貯水設施容量時必須考慮因子包括集雨面積、需求水量（沖廁、澆灌、清掃等標的）、供水可靠度等；通常建物屋頂集水區域受限於建築物的大小而無法改變，雨水入流量的多寡直接關係到貯水設施的設置容量。

參考「離島地區雨水貯留利用規劃-馬祖篇」計畫建立之馬祖地區無因次貯水設施容量設計曲線（如圖 7-8），其係採用馬祖雨量站 2001-2004 年資料，考慮馬祖雨型、集水面積、降雨型態推估而得，可供馬祖地區雨水利用系統容量規劃之用。



資料來源：經濟部水利署離島地區雨水貯留利用規劃-馬祖篇

圖 7-8　馬祖地區無因次貯水設施容量設計曲線

3、雨水利用系統規劃

綜合考慮馬祖地區機關學校建物不同型態（平頂、斜屋頂）集水區域，不同需水標的（沖廁用水、植栽澆灌用水），初步建議不同過濾處理程序，配合地上式貯水設施，建置雨水利用系統概要示意如圖 7-9。

4、雨水用水標的之擬定

根據國內外使用雨水貯留系統收集之雨水，經簡易過濾及沉澱處理後即可作為一般雜用水使用，表 7-15 為雨水之使用標的及處理方式之建議表。

另依據建築技術規則-建築設計施工篇第十七章綠建築中第五張第 317 條之規定:「由雨水貯留利用系統或生活雜排水回收再利用系統處理後之用水，可使用於沖廁、景觀、澆灌、灑水、洗車、冷卻水、消防及其他不與人體直接接觸

之用水。」；依據前述規定，雨水貯留系統的用水標的可涵蓋表 7-15 中 A~D 類。

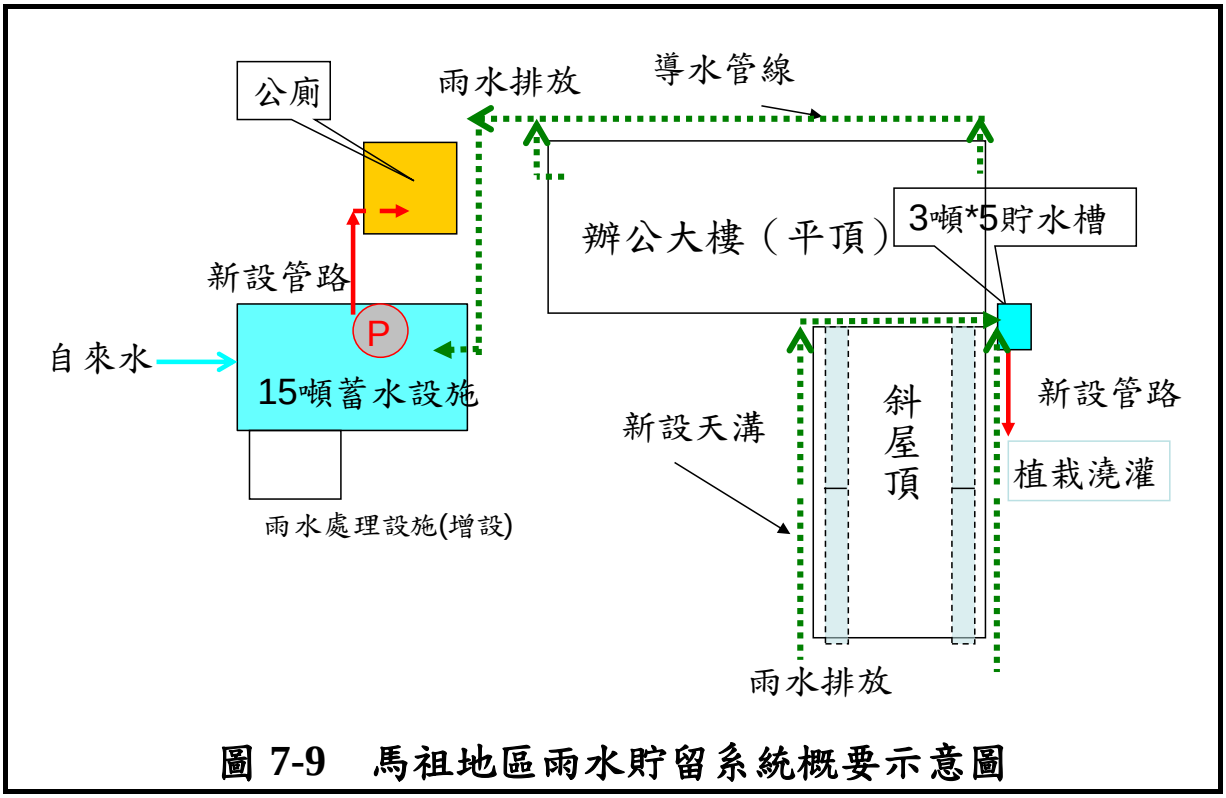


圖 7-9　馬祖地區雨水貯留系統概要示意圖

表 7-15　雨水之用水標的及對應水質處理程序建議表

標的類別	A	B	C	D	E	F
標的內容 / 集水區域	廁所馬桶衛生器具之用水	冷卻水塔的補給用水	水景、植栽澆灌	洗車、灑水、清洗戶外地板、消防用水	清掃浴室及室內地板	經常與身體接觸用途或緊急時飲用水
屋頂或頂樓樓板	1. 清除垃圾及雜物即可使用	2. 自然沉澱及簡易處理流程後使用			4. 經處理程序後加氯消毒	
公園綠地						
停車場	2. 自然沉澱及簡易處理流程後使用			3. 沉澱加碎石、濾網過濾處理後使用		
廣場、道路、人工鋪面						
經透水處理之人工地盤	1. 清除垃圾及雜物即可使用	2. 自然沉澱及簡易處理流程後使用				

資料來源：陳瑞鈴，2000。

另考量雨水貯留系統收集之雨水 1.不與人體接觸，2.學校學童用水行為及 3.維護管理等議題下，建議雨水用水標的主要以沖廁為用途。

5、雨水利用系統模組

綜合考慮馬祖地區機關學校建物集水區域型態，不同需水標的（沖廁用水、洗車用水、景觀用水、植栽澆灌用水），初步建議依不同過濾處理程序，配合地上式/地下式貯水設施，分別建置不同雨水利用系統模組；另研擬住家經濟型模組以供後續應用參考。

(1) 簡易模組 Type 1~3－景觀用水、植栽澆灌用水雨水利用系統

A、 簡易模組 Type 1

簡易模組 Type 1 概念、流程示意圖分別示如圖 7-10~7-11。

為能充分運用建屋樓層差產生之位能，減少泵送處理後雨水之電力需求；降於建物屋頂上雨水經天溝或橫向導水管截流後，先行匯流至低層樓層屋頂上新設之初沉/篩網過濾槽。

收集之雨水經過初期排除、簡易過濾處理，去除雨水中之雜物及塵土後，暫存於過濾槽下方之貯水槽，再利用建物高低層間高程差，以重力方式供應植栽澆灌用水等標的需求。

B、 簡易模組 Type 2

簡易模組 Type 2 概念、流程示意圖分別示如圖 7-12~7-13。

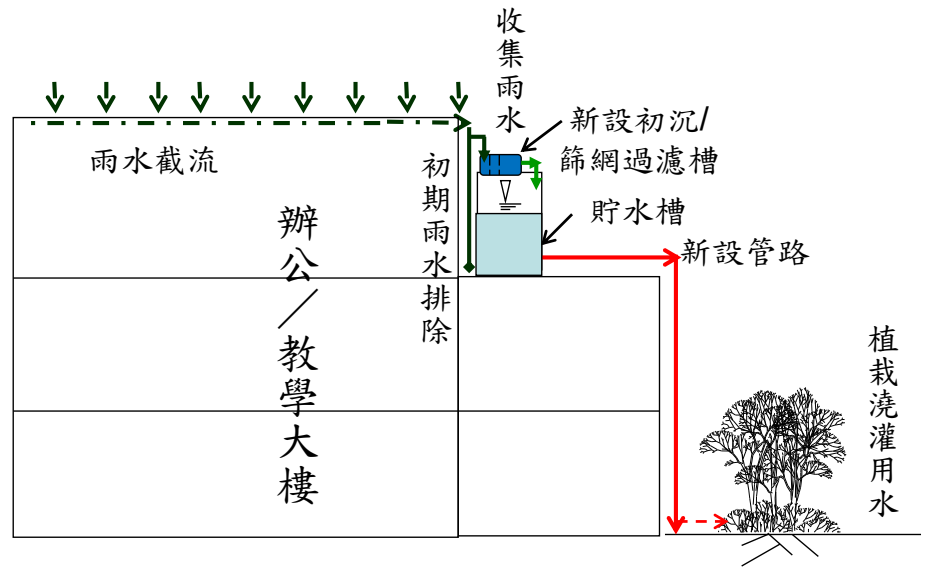


圖 7-10　雨水利用系統模組 Type 1 概念示意圖

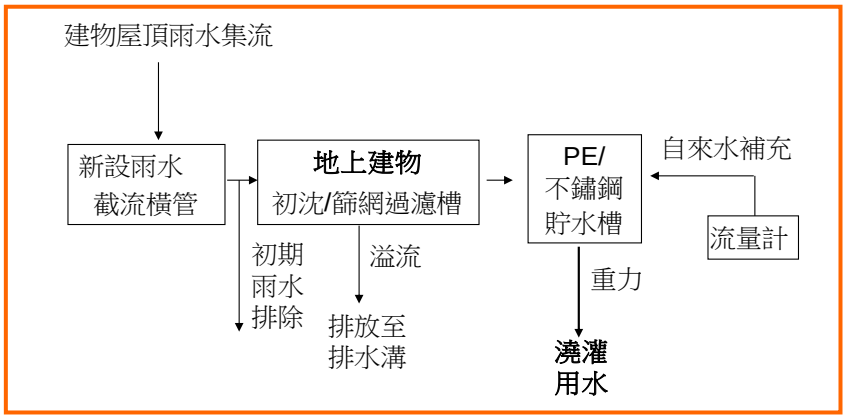


圖 7-11　雨水利用系統模組 Type 1 流程示意圖

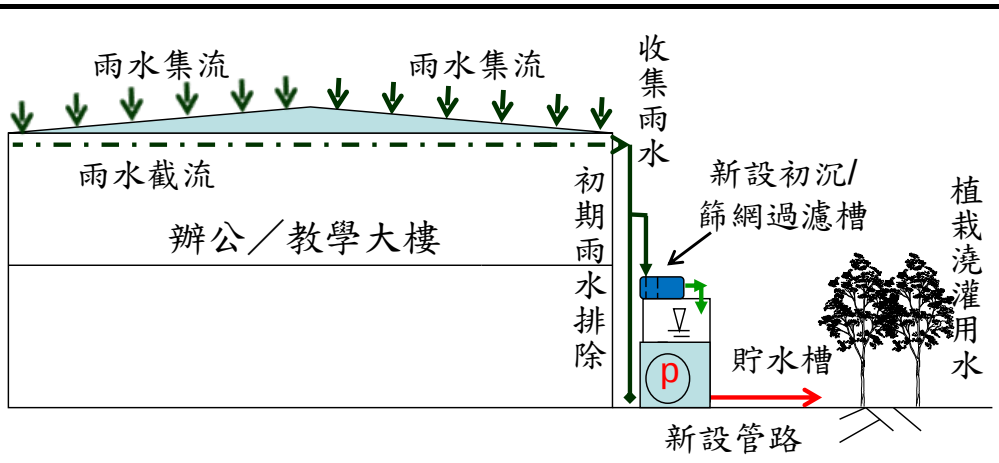


圖 7-12　雨水利用系統模組 Type 2 概念示意圖

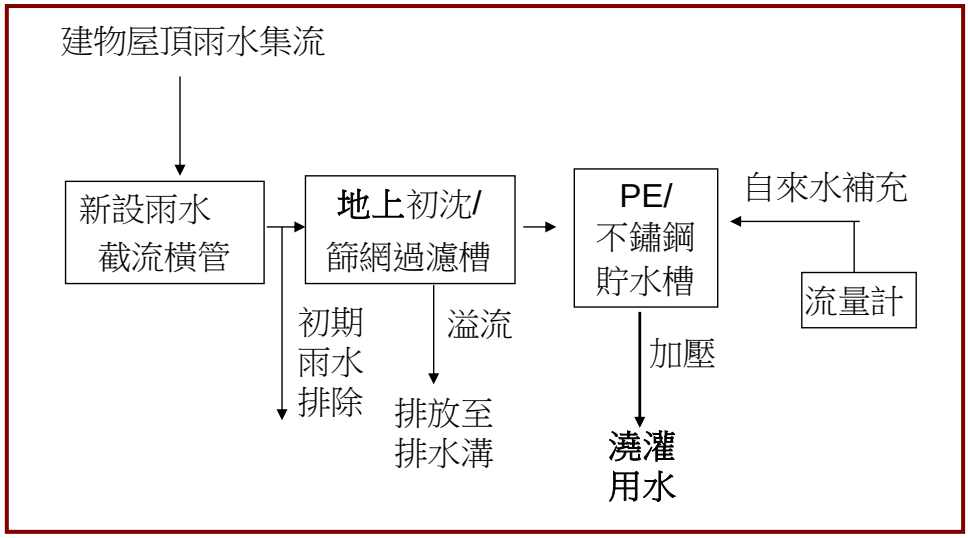


圖 7-13　雨水利用系統模組 Type 2 流程示意圖

於建物周邊地上適宜位置設置簡易過濾處理設施及貯水槽，引入天溝或橫向導水管截流之建物屋頂上降雨；收集之雨水經過初期排除、簡易過濾處理，去除雨水中之雜物及塵土後，暫存於過濾槽下方之貯水槽。

視植栽用水需求區域所在，以重力或加壓方式供應景觀用水、植栽澆灌用水等標的需求。

C、 簡易模組 Type 3

降於建物屋頂上雨水經立管導流至新設之初沉/篩網過濾槽，過濾後之雨水，暫存於下方之貯水槽，再送至（筏基）地下雨水池；當雨水池達到滿水位時，則以浮球開關控制停止進水。

收集之雨水經過初期排除、簡易過濾處理、沉澱，去除雨水中之雜物及塵土後，存於過濾槽下方之貯水槽及（筏基）地下雨水池，再視植栽用水需求區域所在，以重力或加壓方式供應景觀用水、植栽澆灌用水

等標的需求。

簡易模組 Type 3 概念示意圖、流程示意圖分別示如圖 7-14~7-15。

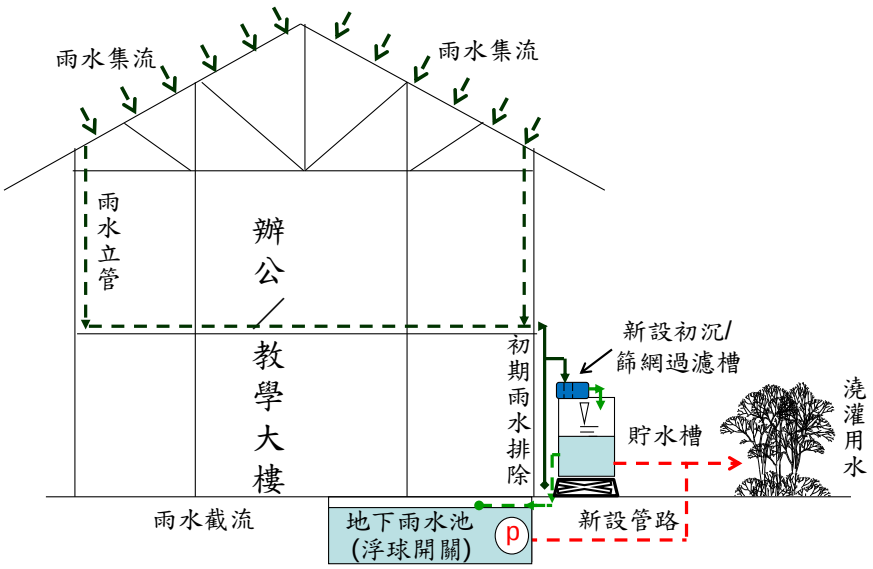


圖 7-14　雨水利用系統模組 Type 3 概念示意圖

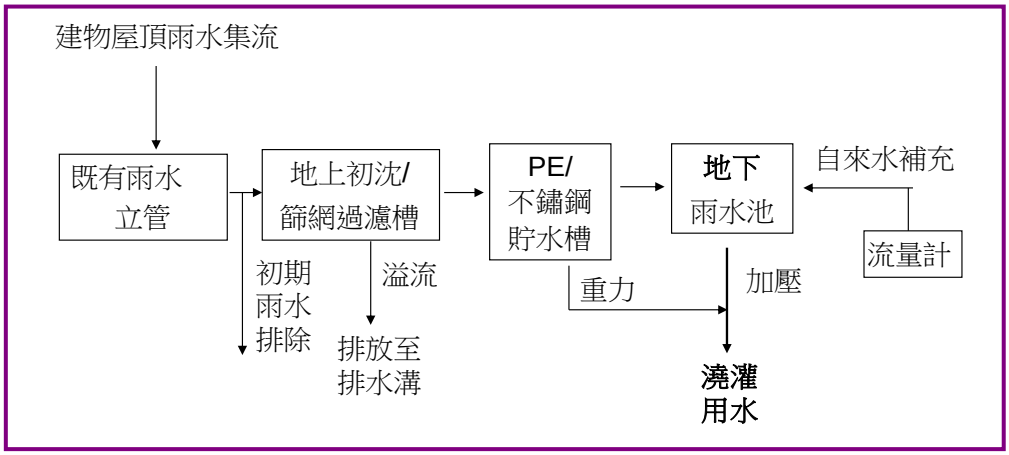


圖 7-15　雨水利用系統模組 Type 3 流程示意圖

(2) 進階模組 Type 4~6－沖廁用水、洗車用水雨水利用系統

A、 進階模組 Type 4

為能充分運用建屋樓層差產生之位能，減少泵送處理後雨水之電力需求；降於建物屋頂上雨水經天溝

或橫向導水管截流後，先行匯流至低層樓層屋頂上新設之初沉/篩網過濾槽。

收集雨水經過初期排除、簡易過濾處理，存於過濾槽下方之貯水槽，再以袋式過濾器或砂濾桶過濾處理，去除雨水中較細之懸浮物質，並加藥消毒暫存於配水塔，再配合自來水補水機制，以重力方式供應沖廁用水、植栽澆灌用水等標的需求。

雨水利用系統進階模組 Type 4 概念示意圖、流程示意圖分別示如圖 7-16~7-17。

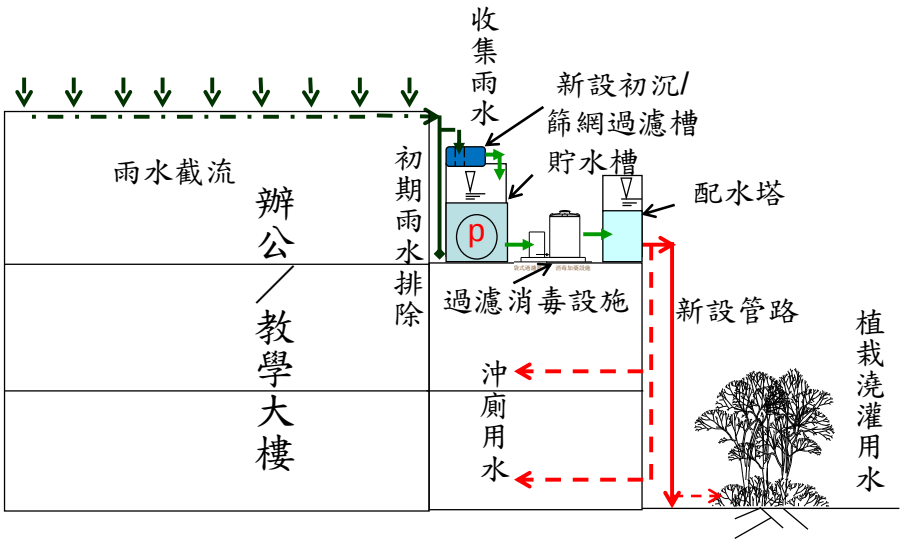


圖 7-16　雨水利用系統模組 Type 4 概念示意圖

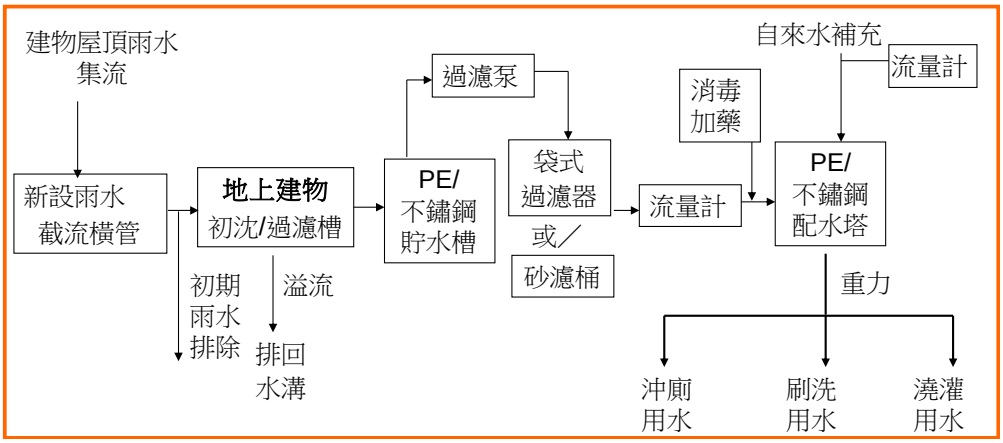


圖 7-17　雨水利用系統模組 Type 4 流程示意圖

B、 進階模組 Type 5

於建物周邊地上適宜位置設置簡易過濾處理、加藥消毒設施及貯水設施，引入天溝或橫向導水管截流之建物屋頂上降雨；收集之雨水經過初期排除、簡易過濾處理後，再以袋式過濾器或砂濾桶過濾處理，去除雨水中較細之懸浮物質後，並加藥消毒暫存於地上之貯水槽。

貯水槽內處理後雨水以加壓方式揚送至建物頂層之新設配水塔，配合自來水補水機制，以重力或加壓方式供應沖廁用水、植栽澆灌用水等標的需求。

進階模組 Type 5 概念、流程示意圖分別示如圖 7-18~ 7-19。

C、 進階模組 Type 6

降於建物屋頂上雨水經立管導流至新設之初沉/篩網過濾槽，過濾後之雨水，暫存於下方之貯水槽，再送至（筏基）地下雨水池；當雨水池達到滿水位時，則以浮球開關控制停止進水。

地下雨水池雨水揚送至上層，以袋式過濾器或砂濾桶過濾處理，可去除雨水中較細之懸浮物質，並加藥消毒後，暫存於地下之貯水池。貯水池內已處理後雨水，以加壓方式揚送至建物頂層之新設配水塔，配合自來水補水機制，以重力或加壓方式供應沖廁用水、植栽澆灌用水等標的需求。

進階模組 Type6 概念、流程示意圖分別示如圖 7-20~ 7-21。

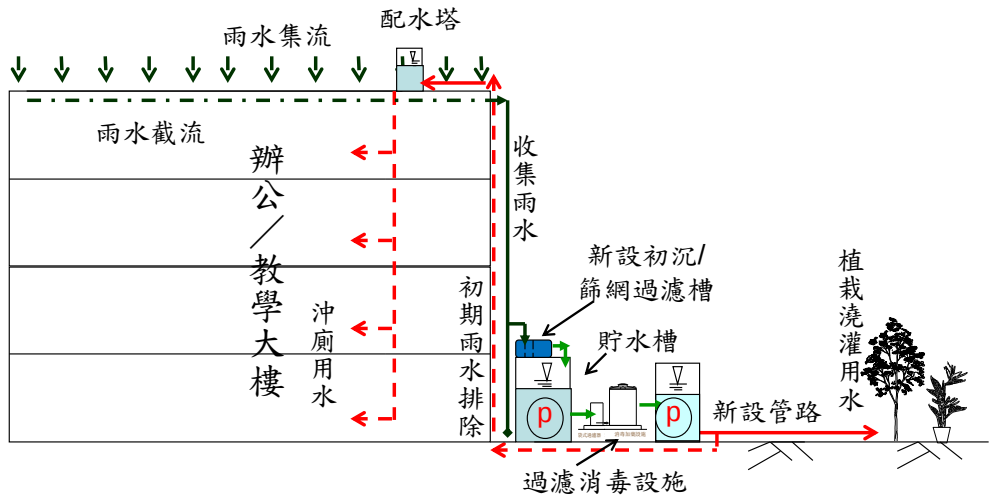


圖 7-18　雨水利用系統模組 Type 5 概念示意圖

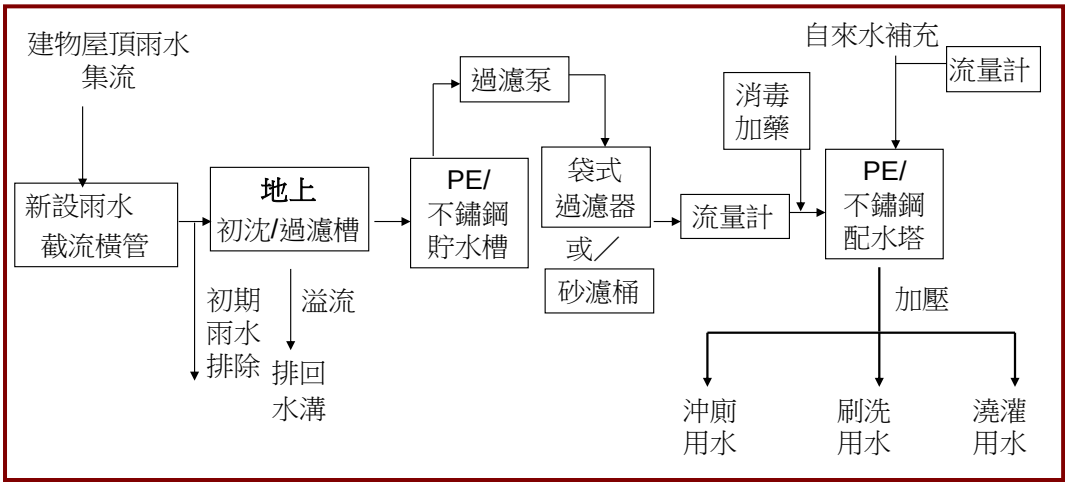


圖 7-19　雨水利用系統模組 Type 5 流程示意圖

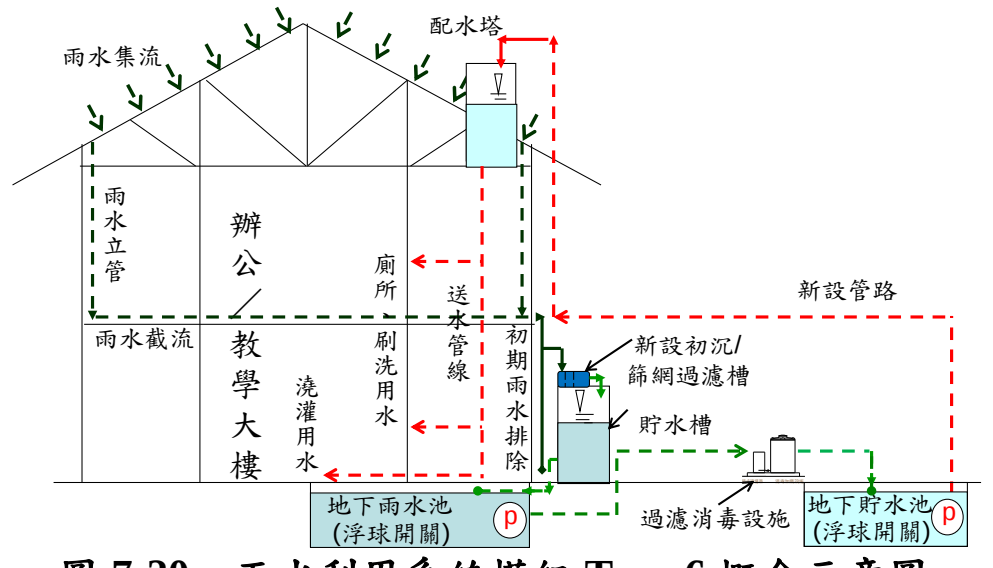


圖 7-20　雨水利用系統模組 Type 6 概念示意圖

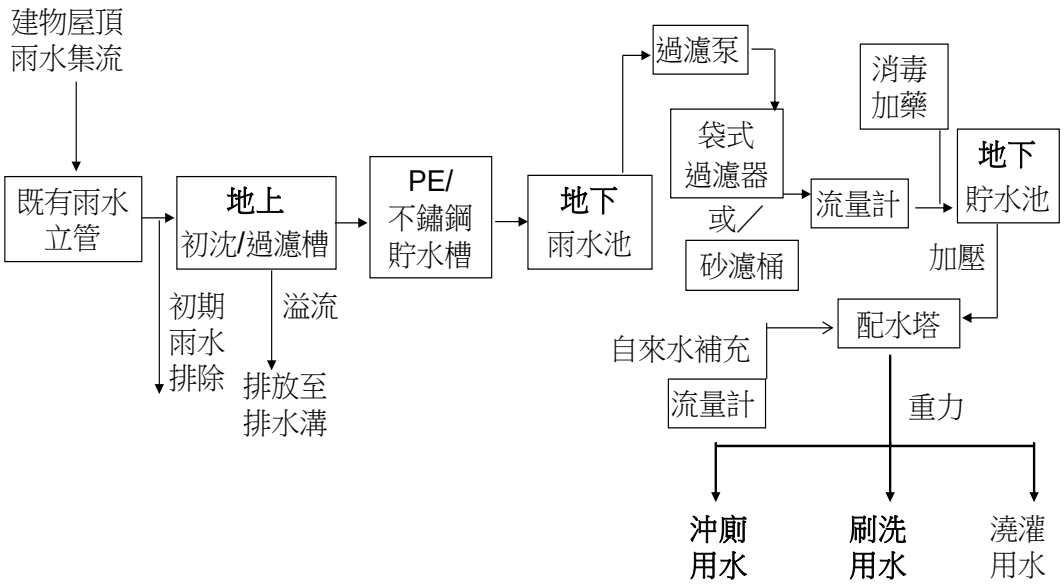


圖 7-21　雨水利用系統模組 Type 6 流程示意圖

(3)住家經濟型模組－沖廁用水雨水利用系統

住家經濟型模組概念、流程示意圖分別示如圖7-22~7-23。

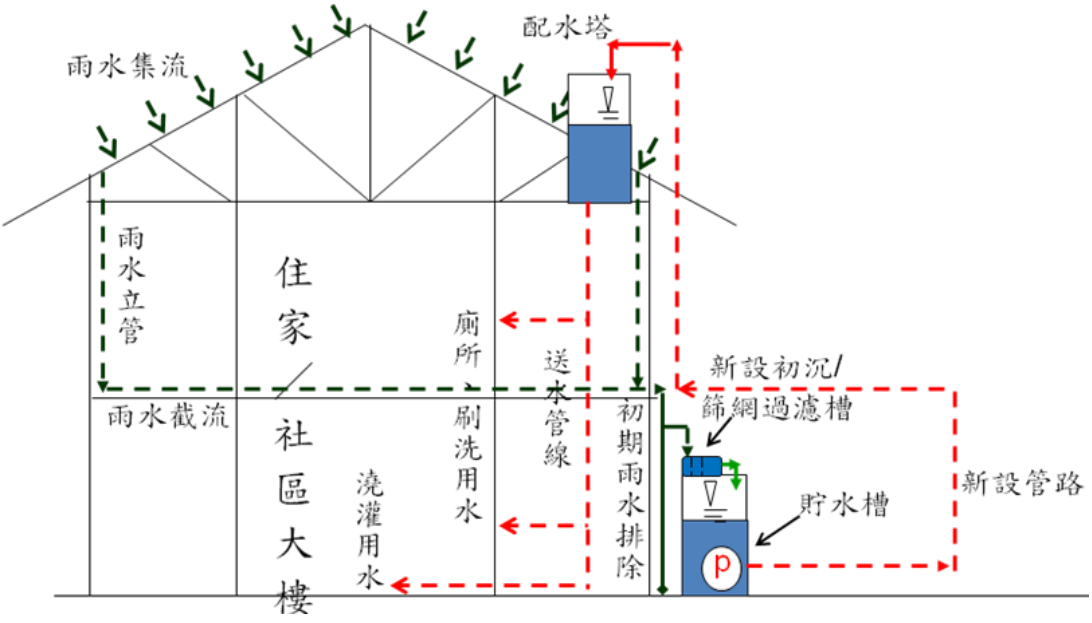


圖 7-22　住家經濟型雨水利用系統模組概念示意圖

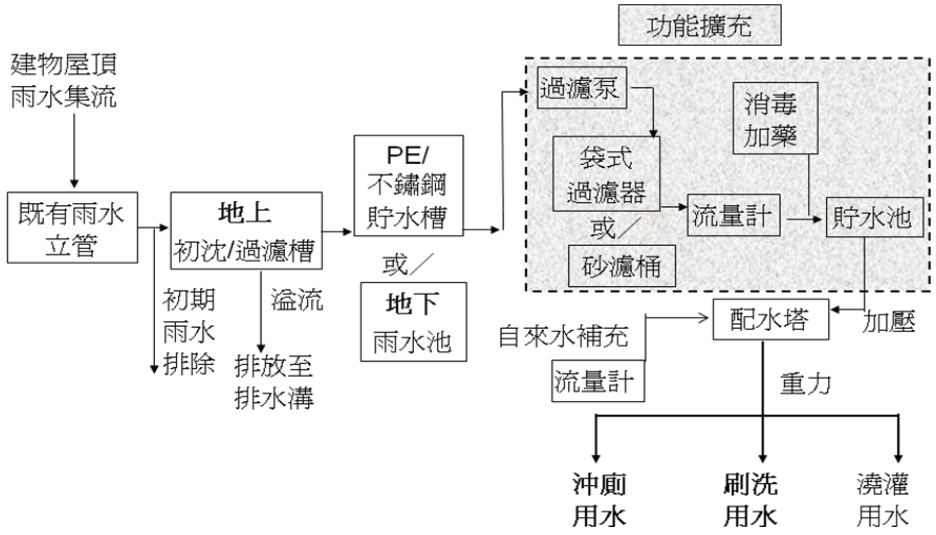


圖 7-23　住家經濟型雨水利用系統模組流程示意圖

為擴大區域雨水利用效益，推動社區及住家雨水利用系統建置，研議經濟型模組以為後續實施參考。將前述進階模組 Type 6 中過濾消毒處理設施列為日後功能擴充部分，亦即收集屋頂雨水經過初期排除、簡易過濾處理、沉澱，暫存於地面貯水槽或地下貯水池後，直接加壓揚送至建物頂層之新設配水塔，供應沖廁用水需求。住家地面型、地下型雨水利用系統建置直接工程費分別示如表 7-16、7-17。

6、可能方案調查規劃與效益

參酌「離島地區雨水貯留利用規劃-馬祖篇」，分析馬祖地區雨水貯留利用出水潛能，並針對公有建築物不同利用型態，分別完成短、中、長期雨水貯集利用規劃，詳如表 2-20。對於已選定的短期建築物雨水貯留推動對象，未來應可優先推動，辦理各級機關、學校雨水貯留利用示範計畫。

在短期優先推動計畫中，可施作雨水貯留系統計 13 所機關學校，總成本約需 606 萬元，年總出水量可達 6,400 噸可提供一般雜用水使用，各處所處理原水成本約在 44.0 元/噸~71.7 元/噸間（表 7-18）。

表 7-16　住家地面型雨水利用系統建置工程經費

工程名稱	住家地面型雨水利用系統建置工程			會計科目		
施工地點	澎湖縣			工程編號		
項次	項　目　及　說　明	單　位	數　量	單　價(元)	複　價(元)	備　　註
壹	**兩水利用系統直接工程費**					
一	雨水槽體工程					
1	雨水攔污設施	槽	1	5,000	5,000	
2	1噸PE貯水槽	槽	1	10,000	10,000	
3	1噸PE配水塔	槽	1	10,000	10,000	
二	雨水利用系統機械設備工程					
1	加壓泵浦1HP含防震接頭、閥件等	組	1	15,000	15,000	
三	系統聯結配管工程					
1	雨水導水管§2"PVC×4.5mm	m	20	55	1,100	
2	雨水揚水管§1"PVC×3.5mm	M	10	25	250	
3	§1" PVC-B管自來水補水管	M	10	25	250	
4	雨水供水管§1"PVC×3.5mm	m	10	25	250	
5	配管另料、管件及損耗	式	1	800	800	
6	雨水管路塗漆及水流方向、名稱標示	式	1	900	900	
7	配管五金管路不鏽鋼固定架及螺絲	式	1	600	600	
四	設備安裝吊運及工資	式	1	8,850	8,850	
	小　計（壹）				**53,000**	

表 7-17　住家地下型雨水利用系統建置工程經費

工程名稱	住家地下型雨水利用系統建置工程			會計科目		
施工地點	澎湖縣			工程編號		
項次	項　目　及　說　明	單　位	數　量	單　價(元)	複　價(元)	備　　註
壹	**兩水利用系統直接工程費**					
一	雨水槽體工程					
1	雨水攔污設施	槽	1	5,000	5,000	
2	4噸RC雨水貯水池	槽	1	35,000	35,000	
3	雨水貯水池檢修鑄鐵蓋(方蓋方框65x65cm)	組	1	4,200	4,200	
4	1噸PE配水塔	槽	1	10,000	10,000	
二	雨水槽及貯水槽安裝及基座工程					
1	雨水池土方開挖、回填及餘土處理	m^3	8	1,500	12,000	
2	基底座預拌混凝土，140kgf/cm^2(含澆置)	m^3	0.5	2,400	1,200	
三	雨水利用系統機械設備工程					
1	加壓泵浦1HP含防震接頭、閥件等	組	1	15,000	15,000	
四	系統聯結配管工程					
1	雨水導水管§2"PVC×4.5mm	m	20	55	1,100	
2	雨水揚水管§1"PVC×3.5mm	M	10	25	250	
3	§1" PVC-B管自來水補水管	M	10	25	250	
4	雨水供水管§1"PVC×3.5mm	m	10	25	250	
5	配管另料、管件及損耗	式	1	800	800	
6	雨水管路塗漆及水流方向、名稱標示	式	1	900	900	
7	配管五金管路不鏽鋼固定架及螺絲	式	1	600	600	
五	設備安裝吊運及工資	式	1	17,450	17,450	
	小　計（壹）				**104,000**	

表 7-18　馬祖地區短期雨水貯留利用方式

村	建物名稱	需水量 (CMD)	設置容量 (M^3)	總成本 (千元)	出水能 (M^3/y)	原水成本 (元/M^3)
介壽村	南竿體育館	5.64	30.7	639	720.4	50.6
	連江縣立介壽國民小學	5.12	35.8	775	855.8	51.6
	連江縣立國民中學					
復興村	連江縣立醫院	11.76	43.0	662	858.5	44.0
	南竿航空站	13.00	77.4	1144	1186.2	55.0
	馬祖酒廠南竿分廠	18.01	148.2	1916	1972.1	55.4
清水村	連江縣地政事務所	3.04	10.4	279	221.9	71.7
	連江縣戶政事務所					
	連江縣稅捐稽徵處					
	連江縣車輛行車事故鑑定委員會					
	連江縣公路監理所					
塘岐村	北竿航空站	2.64	14.4	409	337.1	69.2
芹壁村	連江縣中山國民中學	1.94	7.3	235	247.7	54.2
小計		61.15	367.2	6059	6399.7	

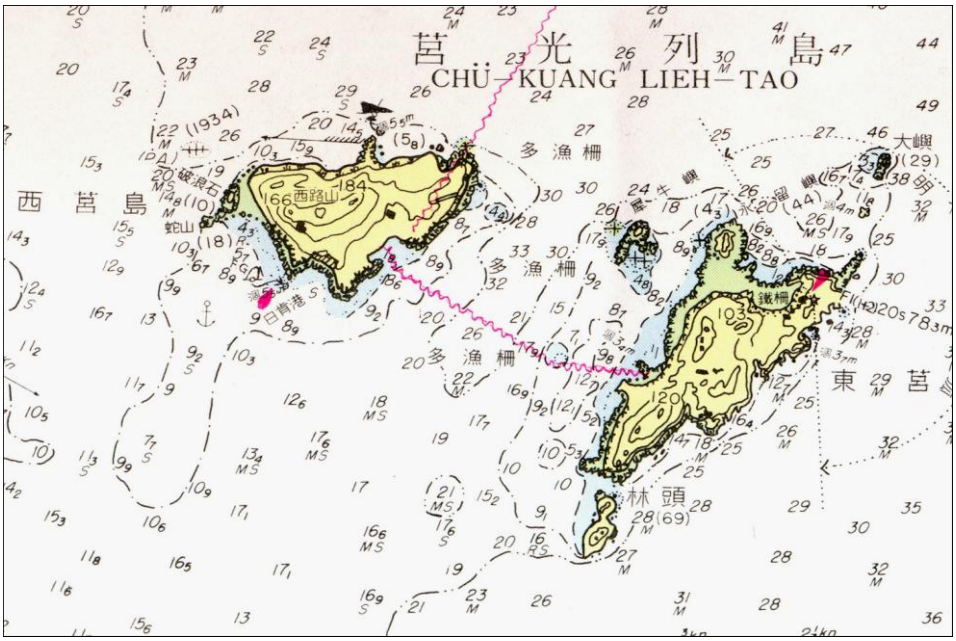
資料來源：經濟部水利署離島地區雨水貯留利用規劃-馬祖篇

(三)海水淡化

1、海域環境資料蒐集

(1)海域地形

參考海軍海洋測量局所刊行中華民國海軍水道圖之「莒光列島至東引島（第二版，民國 73 年 12 月）」，東西莒間之海域地形如圖 7-24 所示，海底最深處之水深約 33 公尺，並有海底電纜、漁柵等分佈其間。



資料來源：中華民國海軍水道圖莒光列島至東引島(第二版)，民國73年12月。

圖 7-24　東西莒海域地形圖

(2)海域溫度

根據中央氣象局馬祖浮標民國 99~102 年統計資料顯示，馬祖地區海水表面溫度最高溫發生於 100 年 9 月溫度為 31.8℃，最低溫發生於 100 年 2 月溫度為 9℃，全年平均海水表面溫度 21.6℃，以 8 月平均溫度 28.3℃最高，2 月平均溫度 12.8℃為最低（如表 7-19）。

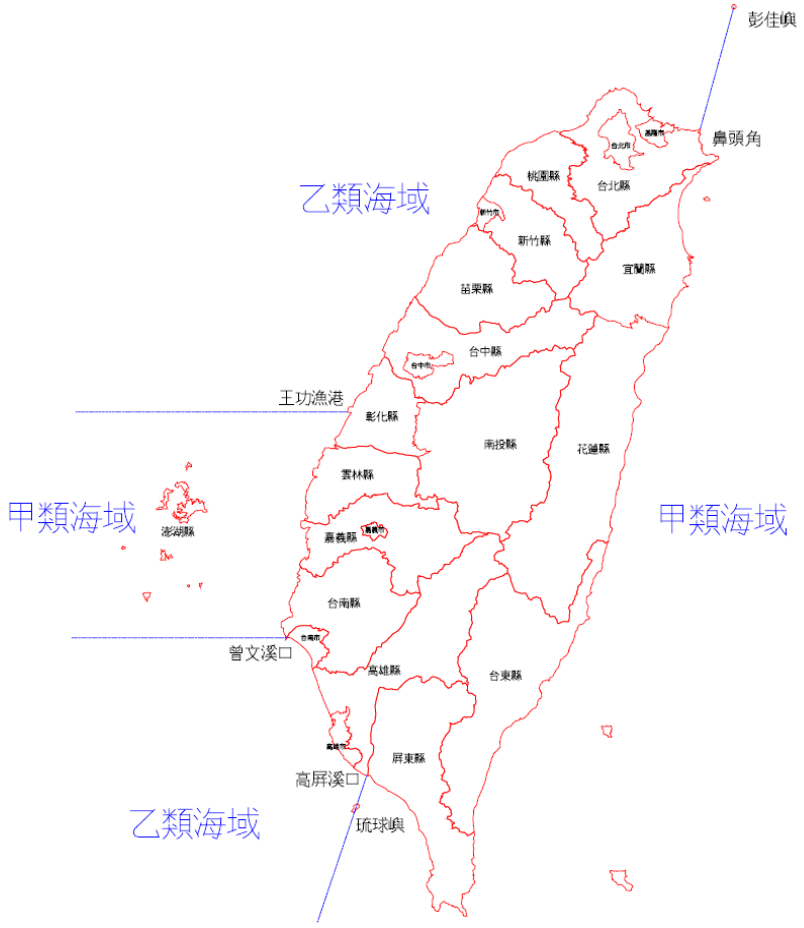
(3)海域水質

根據行政院環境保護署民國 90 年 12 月 26 日環署水字第 0081750 號公告，馬祖地區海域分類屬乙類海域，如圖 7-25 所示，乙類海域適用於二級水產用水、工業用水及環境保育。

另參考行政院環境保護署全國環境水質監測資訊網之海域水質監測資料，其水質監測項目並未包含總溶解固體物（TDS），經與連江縣水廠人員得知，莒光島周邊海域之 TDS 約在 31,000~34,000 mg/L。

表 7-19　馬祖地區民國 99~102 年海水表面溫度統計表

月份	最高海溫(℃)	最高溫發生年	平均海溫(℃)	最低海溫(℃)	最低溫發生年
1	17.8	2012	14.5	10.4	2011
2	16.2	2012	12.8	9	2011
3	19.8	2012	13.8	10.6	2012
4	23.1	2012	18.3	14.5	2013
5	26.1	2012	22.9	17.7	2013
6	29.5	2012	25.9	22.8	2011
7	31.6	2011	27.3	24.4	2012
8	31.6	2011	28.3	24.3	2010
9	31.8	2011	28	25.3	2010
10	28.6	2013	25.4	21.2	2010
11	25.4	2011	22.9	19.2	2010
12	23.6	2013	19.3	14.7	2012



資料來源：(90)環署水字第 0081750 號公告。

圖 7-25　臺灣地區沿海海域範圍及分類圖

(4)潮汐

參考馬祖福澳港建港報告，統計整理民國 61~69 年之潮汐資料如表 7-20、表 7-21 所示。

馬祖地區於低潮系統中，平均潮差約 4.54 公尺，平均大潮差約 5.29 公尺。

表 7-20　馬祖潮汐資料表

潮位名稱		低潮系統(m)	中潮系統(m)
最高潮位	H.H.W.L	+6.76	+3.63
大潮平均高潮位	H.W.O.S.T	+5.99	+2.86
平均高潮位	M.H.W.L	+5.53	+2.40
平均潮位	M.W.L	+3.28	+0.15
平均低潮位	M.L.W.L	+0.99	-2.14
大潮平均低潮位	L.W.O.S.T	+0.70	-2.43
最低潮位	L.L.W.L	-0.33	-3.46

表 7-21　馬祖潮汐推算統計表

月份	最高高潮位暴潮位(m)	最高天文潮(m)	大潮平均高潮位(m)	平均高潮位(m)	平均潮位(m)	平均低潮位(m)	大潮平均低潮位(m)	最低天文潮(m)	最低低潮位(m)
1	2.155	1.943	1.718	1.227	-0.875	-3.051	-3.883	-4.394	-5.148
2	2.306	2.117	1.678	1.162	-0.933	-3.091	-3.929	-4.457	-4.802
3	2.427	2.243	1.733	1.17	-0.916	-3.093	-3.846	-4.366	-4.774
4	2.373	2.232	1.672	1.156	-0.958	-3.126	-3.838	-4.521	-4.681
5	2.131	2.032	1.615	1.188	-0.887	-3.007	-3.813	-4.501	-4.634
6	2.276	1.754	1.594	1.199	-0.878	-2.991	-3.827	-4.399	-4.508
7	2.221	1.86	1.625	1.166	-0.872	-3.072	-3.825	-4.295	-4.691
8	2.402	2.102	1.801	1.254	-0.891	-3.083	-3.791	-4.325	-4.835
9	2.487	2.26	1.893	1.378	-0.767	-2.987	-3.76	-4.409	-4.429
10	2.562	2.223	1.908	1.393	-0.65	-2.966	-3.682	-4.53	-4.571
11	2.394	2.031	1.846	1.365	-0.751	-2.965	-3.742	-4.533	-4.711
12	2.258	1.794	1.733	1.288	-0.834	-3.034	-3.915	-4.477	-4.852

2、可能水源勘選

海水淡化之水源為海水，馬祖地區不虞匱乏，故主要考量為海水淡化廠的設置地點。

3、可能水源方案研擬

目前馬祖地區四鄉五島除東莒外皆有設置海水淡化廠（表 4-10），在後續可能水源方案中，東莒可考量朝多元化水源開發。

另依據前述章節各島水資源供需情勢進行分析來看，目前也僅東莒使用地下水，為使地下水能永續經營，東莒地區的水資源應多元化開發，優先進行福正水庫更新改善並恢復供水，並與海水淡化廠的設置進行比較。

在開發規模方面，東莒地區民國 102 年全年地下水取用量為 109 CMD，民國 95~102 年平均取用量為 95.75 CMD，初步建議海水淡化廠之設置規模為 200 CMD。

4、可能方案調查規劃-工程可行性規劃

(1)取排水工程

海水淡化廠取、排水（鹵水）設施的規劃，一般皆須考量海象條件、海域水質與海域地質特性，其中海水位的變化影響取水、排水設備操作之效率，暴潮位影響抽水站之高程位置，海流狀況影響海域水質及濃鹵水的稀釋效應，而不同海域地質特性可決定取水設施型態，另取、排水管的材質也須審慎考量其經濟壽命。除上述因子影響海水淡化廠取、排水口之佈置外，其他須考量之因子如下：

A、潮汐、波浪及近海海水水質條件

B、取、排水口間的距離

C、海域地形變化與坡度

D、取、排水口對自然生態環境之衝擊

E、 鹵水稀釋之方式與效果

F、 施工之難易度

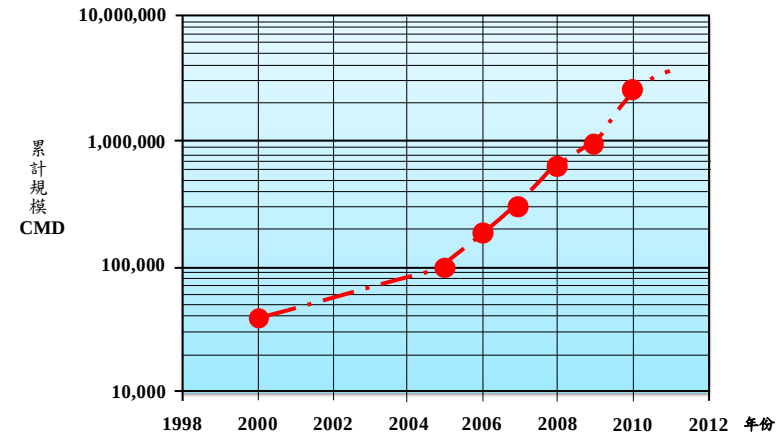
G、未來操作與維修之方便性及可靠度

H、興建成本之考量

一般取、排水設施的型式種類眾多，如取水口方面既有海岸進水口（表面取水）、離岸埋管式取水、虹吸方式取水、離岸進水泵抽水式、進水渠道碎石埋設式（蘭尼進水式）及地下汲水管等各種因地制宜之設施（附圖 6~7）。而在排放口方面有單點排放、埋管多點排放及架高多點排放等型式（附圖 8）。取、排水設施包含進水口、排放口，輸送管線及抽水站等 3 部份。取排水工程管材選擇採用 HDPE 管。

(2)前處理單元

逆滲透海淡廠傳統前處理方式係採用混凝、沉降、過濾等方式，參考 IDA 國際海水淡化協會 2010 年第 1 季季刊，前處理使用 UF 方式的海淡廠規模近幾年有明顯的上升趨勢（詳圖 7-26），顯示薄膜前處理技術已日趨成熟。建議採用 UF 薄膜前處



資料來源：Busch, M., Chu, R., and Rosenberg, S., "Novel Trends in Dual Membrane Systems for Seawater Desalination : Minimum Primary Pretreatment and Low Environmental Impact Treatment Schemes", The International Desalination & Water Reuse, First Quarter, 2010.

圖 7-26 UF 前處理海淡廠累計設置規模

理配合混凝膠凝的前處理方式（詳圖 7-27），以確保海淡廠產水功能與逆滲透薄膜使用壽命。

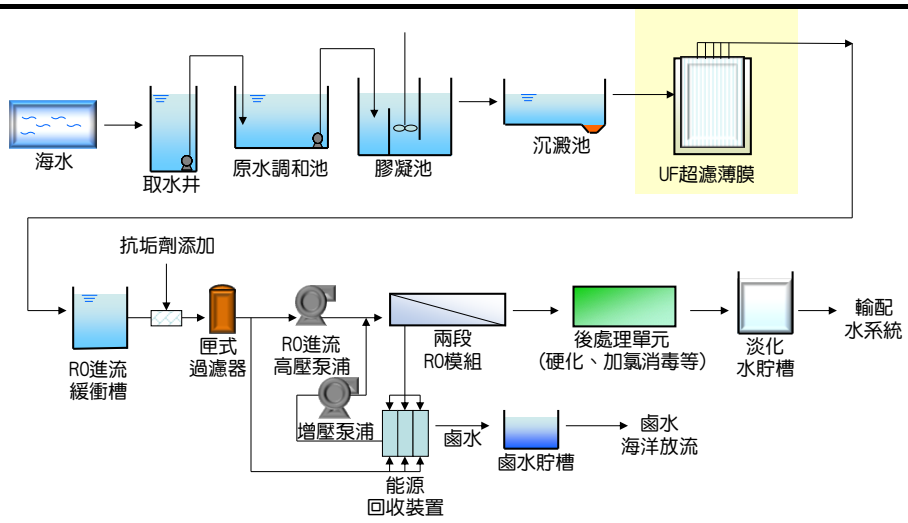


圖 7-27　海淡廠處理流程示意圖
(UF 薄膜＋混凝膠凝前處理方式)

(3)能源供應

A、電力能源現況應

馬祖地區電力能源供應由台電公司馬祖區營業處負責，供電範圍為四鄉五島共 6 座電廠，珠山發電廠共 4 部機組，總裝置容量 15,400 瓩，有效淨出力 15,400 萬瓩；南竿電廠共 6 部機組，總裝置容量 11,080 瓩，有效淨出力 8,375 萬瓩；北竿電廠共 6 部機組，總裝置容量 4,976 瓩，有效淨出力 3,500 萬瓩；西莒電廠共 5 部機組，總裝置容量 5,200 瓩，有效淨出力 4,200 萬瓩；東莒電廠共 4 部機組，總裝置容量 1,896 瓩，有效淨出力 1,400 萬瓩；東引電廠共 5 部機組，總裝置容量 6,408 瓩，有效淨出力 4,800 萬瓩；其中南北竿及東西莒間有海底電纜連接，形成單一供電網路。

B、海淡用電量推估

本計畫海水淡化廠規模為每日 200 噸，若以 1 噸淡化水需要 4 度電來估計，海水淡化廠所需電能約 33 瓩，相較於台電公司目前供電機組的裝置容量是相當小，台電公司既有之容量將足夠供應本海水淡化廠使用。

(4)海水淡化廠廠區初步規劃

A、 海水淡化廠位置

本計畫初步以東莒地區興建乙座 200 CMD 之固定式海水淡化廠。初步選定大埔廠址，面積約 2,000 平方公尺之土地，作為本計畫之預定廠址（圖 7-28）。

B、 海水淡化廠初步設計基本資料

(A) 原水水質

採逆滲透法製程之海水淡化廠，在原水水質要求上主要以海水溫度、TDS 及懸浮固體（SS）等指標為主。參酌現有海水淡化廠操作原則，建議海水總溶解固體物範圍以 20,000~41,000 ppm 為宜。海水溫度為 8℃~30℃。

(B) 設計產水量

本計畫建議東莒地區新建之海水淡化廠規模為 200 CMD。

(C) 淡化水水質要求

馬祖地區的海水淡化廠皆納入現有自來水系統，供應一般居民生活用水及觀光用水所需，因此在淡化水出水水質的要求上，將以飲用水水質標準作為本計畫所產淡化水的水質要求。

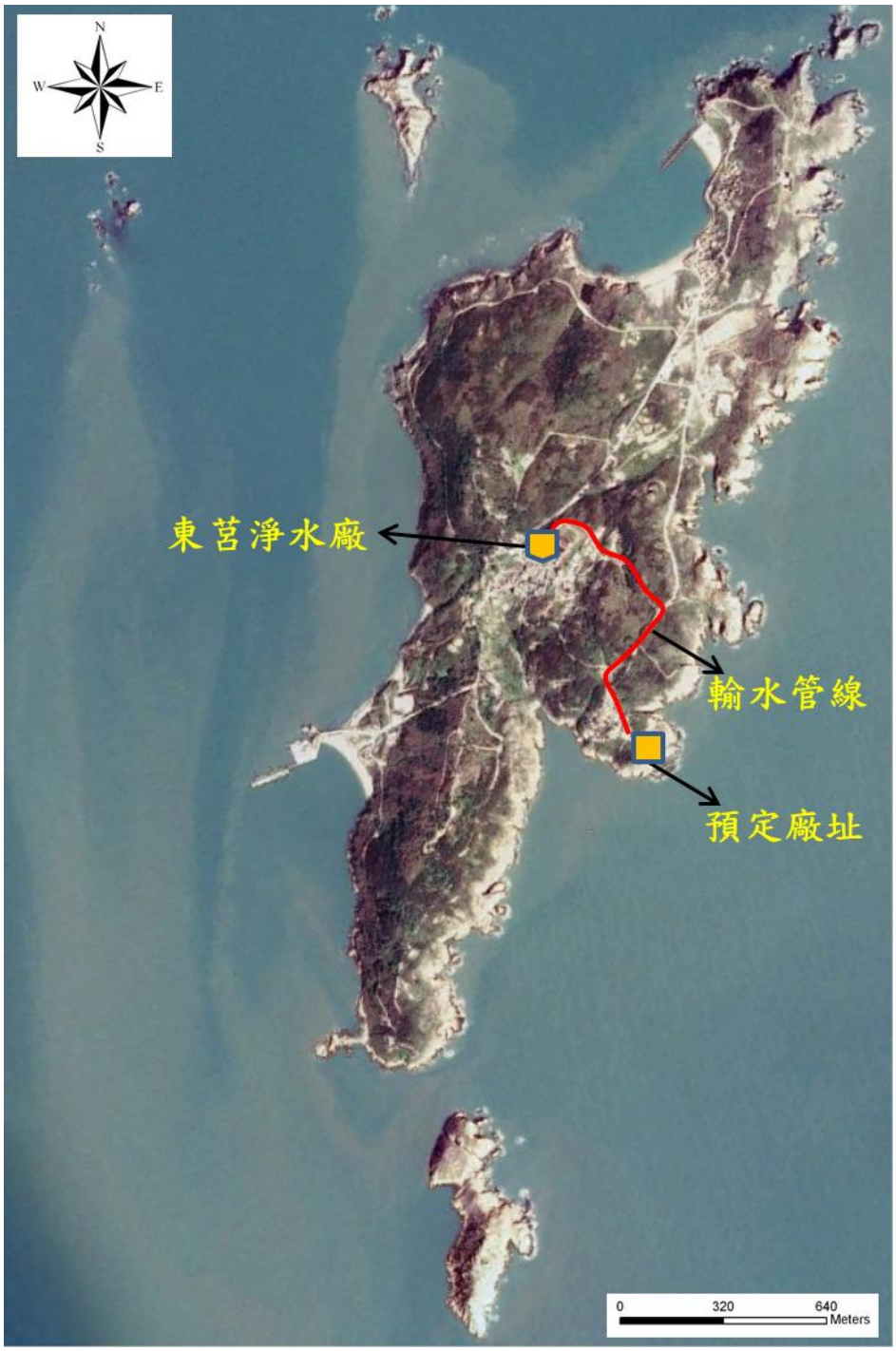


圖 7-28　東莒海水淡化廠預定廠址

C、 海水淡化主要單元與設施

逆滲透法之海水淡化廠主要單元可分為取水（海水）排水（鹵水）系統，前處理系統，淡化（RO 模組）系統，以及後處理系統等四個單元（圖 7-29），主要製

程設施如下所示：

(A) 取水站設施：進水口、取水管、抽水站

(B) 海水輸水管與鹵水排放管

(C) 原海水儲槽

(D) 前處理系統：調節膠凝池，超過濾（UF）模組

(E) 淡化系統：逆滲透（RO）模組系統，高壓泵以及能源回收裝置

(F) 後處理系統：海水電解，加氯消毒

(G) 淡化廠監控系統：中控室

(H) 淡化水貯池與鹵水貯池

(I) 淡化水輸配送系統

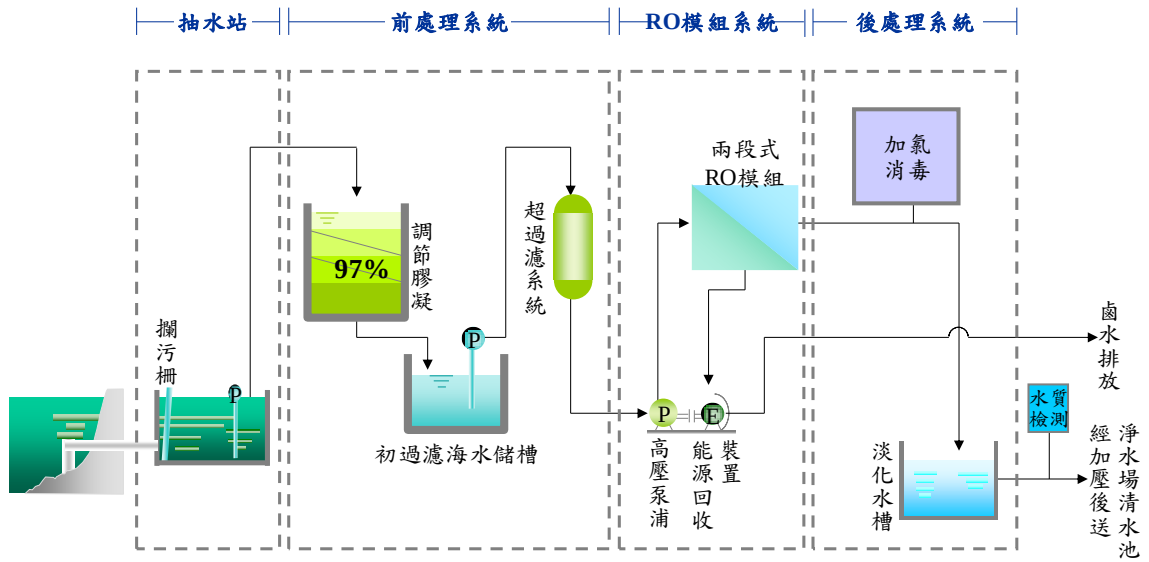


圖 7-29　建議逆滲透法海水淡化廠處理流程示意圖

其它公用設施則應至少包括下列各項：

(A) 行政大樓，警衛室，設備維修間，停車場

(B) 電氣室，緊急柴油發電機

(C) 水質檢驗分析室

(D) 廠區環境監測系統:包括海域水質及依環境影響評估審查結論辦理之監測

(5)淡化水供水路線

大埔預定廠址所產出之淡化水可以專管送至東莒供水站之清水池。為了不影響東莒供水站原配水功能，未來可以待興辦單位確定後與連江縣自來水廠協商朝擴建東莒供水站配水池容量和其他相關設施或增加新建海水淡化廠內淡化水儲槽的容量兩個方向規劃因應新增供水量方案。大埔廠址所產之淡化水將規劃專管，沿線道送至東莒供水站之配水池（如圖 7-28），專管長度約 1.1 公里。

5、海水淡化廠工程費估算

(1)工程經費估算

在工程經費估算上，本計畫將參照行政院公共工程委員會（以下簡稱工程會）所編撰之「公共建設工程經費估算編列手冊」，來進行海水淡化廠工程經費的估算，其中建造成本包含總工程費及施工期間利息。各分項經費估算之原則如下。

A、總工程費

(A) 設計階段作業費

設計階段作業費涵蓋範圍包括工址調查，基本資料蒐集與分析，地形測量，地質鑽探，工程設計，專案管理與顧問等費用的估算，在本階段初步以直接工程費之 3.0%估列。

(B) 用地費用

用地費用將包含用地取得費及拆遷安置計畫所需費用。其中用地取得費用之估算將以公告土地現

值加成（初估以加 4 成為原則）來估算，拆遷安置則按地上物分布情況依連江縣政府查估標準編列。本計畫所建議之廠址約 2,000 平方公尺，依據現有公告地價及私有土地徵收加成費用，大埔廠址之用地取得費用約為 1.26 百萬元。

(C)工程建造費

a、直接工程費

直接工程費為建造工程目的物所需之成本，為發包工程費及業主供給材料費之合計，本計畫之直接工程費包含海水淡化廠主體工程、管線工程及其它環境保護及勞安衛等項目。

海水淡化廠主體工程經費估算係透過實際詢價及經本計畫綜合整理分析國外一定產量規模海水淡化廠成本資料，並依據海水淡化廠配置及輸水路線方案估計之。

b、間接工程費

間接工程費係業主為監造管理工程目的物所需支出之成本。包括工程施工前及施工中所必要之工程規劃、補充調查、研究試驗、事務費、環境監測及空污費等費用。本計畫的間接工程費以直接工程費之 10%左右估列。

c、工程預備費

工程預備費係各種無法預計費用，如材料、人工價格之劇烈波動及其他無法預計之災害所增加之額外支出。本計畫的工程預備費以工程費之 10%估列。

d、物價調整費

物價調整費按直接工程費、間接工程費、工程預備費之合計值，按預估之物價年平均上漲率依複利法分年估列。為保守估計，本計畫仍以一般工程預算所用之 3%為估算基礎。

B、施工期間利息

施工期間利息係負擔資金借貸之利息，其費用隨借貸來源、利率及工期長短而異。本計畫中施工期間之利息將以年利率 6%，採用複利逐年估算。

依上述估算原則，東莒地區 200 CMD 海水淡化廠之計畫成本詳如表 7-22 所示。大埔廠址之總工程費（含管線）約為 0.41 億元，當施工期間利息為 6%時，施工期間利息約為 0.02 億元，總計畫成本則約 0.43 億元。

海水淡化廠本體工程經費約為 0.21 億元（表 7-23），包括機電及土建工程。淡化水輸送管線成本約為 500 萬元。

6、年計成本分析

年計成本係指在經濟分析年限（在本計畫中海水淡化廠採用經濟分析年限為 20 年）內，每年平均分攤完工建造成本之固定年成本、營運期間之年營運費用等費用。其中固定成本包括利息、償債基金，營運費用包括期中換新準備金、保險費及稅捐、運轉維護費等。各項費用估算原則如下：

(1)年固定成本

A、利息

為投資之利息負擔，以計畫成本之 6%估算，計算公式為利息＝P・i。

表 7-22　海水淡化廠 200CMD 工程經費估算表（含管線）

單位：百萬元

成本項目			備註
壹	100　設計階段作業費	0.94	以直接工程費3%估算
貳	200　總補償費及拆遷	1.26	210~220項之和
	210　總補償費	1.20	依照公告土地現值加4成估算
	220　拆遷安置計畫	0.06	考慮作業費、地價調整費、拆遷補償及遷移費之調整費，約總補償費之5%
參	300　直接工程費	31.27	310~340項之和
	310　本體工程	20.70	包含機電與土建工程（詳表4.7-3）
	320　配合工程	8.50	321~323項之和
	321 環境保護工程	2.00	
	322 營運設施及管理訓練	1.50	
	323 連接管路工程	5.00	
	330　雜項工程	1.46	本體工程及配合工程費之5%
	340　施工安全衛生及環保措施	0.61	本體工程、配合工程及雜項工程費之2%
	400　間接工程費	3.13	直接工程費之10%
	500　工程預備費	3.13	直接工程費之10%
	600　物價調整費	1.19	一般工程預算(100~500項之和)之3%
肆	總工程費	40.92	100~600項之和
伍	施工期間利息	2.46	以分年總工程費年息6%複利估算
陸	計畫成本	43.37	肆至伍項之和

表 7-23　本計畫海水淡化廠本體工程經費估算表

成本項目	工程費用	備註
一、假設工程	100	
二、土木建築	500	
三、機械設備	1,350	3.1~3.5 項之和
3.1 取水設施	300	
3.2 前處理系統	300	
3.3 高壓泵	250	
3.4 逆滲透膜	500	二段式設計
3.5 後處理系統	120	
四、電氣工程	120	
合計	2,070	

上式中，P 為建造成本（以民國 103 年為分析基期），i 為年利率。

B、償債基金

此為投資之攤還年金，依建造成本採用積金法，每年提存等值之金額，以年利率複利專戶生息計算至經濟分析年限屆滿時，所積存之本息足以清償計畫之計畫成本，計算公式如下：

$$\text{年償債基金}=\frac{P\times i}{(1+i)^n-1}$$

上式中，n 為經濟分析年限。當經濟分析年限為 20 年，年利率 6%時，年償債積金為計畫成本之 2.718%。

(2)年營運成本

A、期中換新準備金

海水淡化廠之主體工程中逆滲透薄膜平均使用壽命約 5 年左右，近年來新研發之薄膜壽命已可達 7 年以上，運轉期間需定期換新，以維持正常淡化功能。因此須按年提存換新準備金，供期中換新之用。本計畫以薄膜 5 年更新一次估算海水淡化廠的期中換新準備金。

B、保險費及稅捐

保險費及稅捐假設每年相同。本計畫以總工程費之 0.12%估算之。

C、年運轉維護費

海水淡化廠營運期間每年須支付人事費、化學藥品費、管線維修、能源費用及其他費用等，以維持各項設施之功能，其中能源費用約佔三成三左右。

本計畫根據上述年計成本估算原則，在施工期間

利息為 6%時，所估算出之東莒 200 CMD 海水淡化廠建造年計成本約分別為 378 萬元，營運年計成本約為 326 萬元(如表 7-24)。東莒 200 CMD 之海水淡化廠之單位產水成本在利息為 6%時，約為 101.51 元／噸，其中單位建造成本為 54.52 元／噸，單位營運成本為 46.98 元／噸。若以實際發電成本每度 14 元估算，單位營運成本為 139.98 元／立方公尺，單位產水成本為 194.5 元／立方公尺。

表 7-24　海水淡化廠 200CMD 年計成本預估表

單位：萬元

建造總成本	4,337
小計	4,337
建造年計成本	
利息	260
償債基金	118
小　計	378
營運年計成本	
年運轉維護費—海淡廠	210
期中換新準備金（模組更新）	100
保險費及稅捐	6
物價調整費	9
小　計	326
單位建造成本（元／立方公尺）	54.52
單位營運成本（元／立方公尺）	46.98
單位產水成本（元／立方公尺）	101.51

註：1.年利率以6%計，年運轉率以95%計

2.經濟壽命以20年計

第捌章　博弈開發及觀光發展可能影響評估

一、 生活用水需求影響評估

二、 觀光用水需求影響評估

三、 博弈情境下馬祖地區各目標年總用水需求推估

四、 博弈特區情境下水資源供需情勢

第捌章　博弈開發及觀光發展可能影響評估

由第參章表 3-14 馬祖地區人口成長資料表，民國 101 年人口年成長率為 10.33%，民國 102 年後人口年成長率亦有 6.96%。各島中以東莒最高，分別為 16.89%及 12.46%。南竿為 11.5%及 6.97%。主要是民國 101 年 7 月份博弈公投後，預期的相關福利措施誘因，使得有意願將戶口遷入馬祖的人數增加。故若後續博弈能順利推動，除了觀光人口增加外，特區衍生的產業人口需求亦會造成居住人口的增加，進而提高生活用水需求。因此本計畫對於博弈開發的影響評估，將包括生活用水及觀光用水兩個部分，以下分別說明其推估原則與結果，最後彙整為各目標年總用水需求量。

一、生活用水需求影響評估

由於民國 101 及 102 年的人口成長率受到博弈公投影響而有顯著提升，故本計畫將其納入考量作為推估各目標年人口數的依據。首先依照民國 90~102 年各島平均人口成長率，以曲線推估的方式計算各目標年戶籍人數及常駐人口數，並假設民國 110 年後人口不成長，推估結果如表 8-1 所示。與表 3-16 相比，目標年民國 110 年以後全縣常駐人口數增加了 1,116 人，其中南竿地區增加 743 人最多，北竿地區增加 228 人。以南竿地區民國 102 年常駐人口 6,108 計算，目標年民國 110 年之後將增加 22.8%的常駐人口。

表 8-1　目標年馬祖各島常駐人口數（高人口成長率）

年度	南竿	北竿	東莒	西莒	東引	合計
105	6,596	1,806	433	563	1,073	10,471
110	7,499	1,944	542	634	1,200	11,820
115	7,499	1,944	542	634	1,200	11,820
120	7,499	1,944	542	634	1,200	11,820
130	7,499	1,944	542	634	1,200	11,820
140	7,499	1,944	542	634	1,200	11,820

依前述水資源需求推估中的生活用水量推估方式，計算因博弈特區設立所帶來的人口遷入，對應之馬祖地區各目標年生活用水需求量，結果如表 8-2 所示。

表 8-2　馬祖地區各目標年生活用水需求推估（高人口成長率）

鄉	目標年	用水人口數	每人每日用水量(公升)	普及率	抄見率	生活用水需求量(立方公尺/日)
南竿	105	6,596	242	96.48%	88.82%	1,734
	110	7,499	242	98.00%	90.00%	1,976
	115	7,499	242	98.00%	90.00%	1,976
	120	7,499	242	98.00%	90.00%	1,976
	130	7,499	242	98.00%	90.00%	1,976
	140	7,499	242	98.00%	90.00%	1,976
北竿	105	1,806	186	96.48%	88.82%	365
	110	1,944	186	98.00%	90.00%	394
	115	1,944	186	98.00%	90.00%	394
	120	1,944	186	98.00%	90.00%	394
	130	1,944	186	98.00%	90.00%	394
	140	1,944	186	98.00%	90.00%	394
東莒	105	433	139	96.48%	88.82%	65
	110	542	139	98.00%	90.00%	82
	115	542	139	98.00%	90.00%	82
	120	542	139	98.00%	90.00%	82
	130	542	139	98.00%	90.00%	82
	140	542	139	98.00%	90.00%	82
西莒	105	563	184	96.48%	88.82%	113
	110	634	184	98.00%	90.00%	127
	115	634	184	98.00%	90.00%	127
	120	634	184	98.00%	90.00%	127
	130	634	184	98.00%	90.00%	127
	140	634	184	98.00%	90.00%	127
東引	105	1,073	169	96.48%	88.82%	197
	110	1,200	169	98.00%	90.00%	221
	115	1,200	169	98.00%	90.00%	221
	120	1,200	169	98.00%	90.00%	221
	130	1,200	169	98.00%	90.00%	221
	140	1,200	169	98.00%	90.00%	221
全區	105	10,471		96.48%	88.82%	2,474
	110	11,820		98.00%	90.00%	2,800
	115	11,820		98.00%	90.00%	2,800
	120	11,820		98.00%	90.00%	2,800
	130	11,820		98.00%	90.00%	2,800
	140	11,820		98.00%	90.00%	2,800

與表 3-19 之結果相比，可以看出生活用水量有顯著的成長，整理如表 8-3 所示。目標年民國 110 年時全區的差異最大，達 251 CMD，其中南竿地區增加 196 CMD 最大，北竿地區增加 46 CMD 次之。

表 8-3　馬祖地區各目標年生活用水需求推估差異比較表

單位：CMD

目標年		105	110	115	120	130	140
南竿	無博奕	1,667	1,780	1,780	1,780	1,780	1,780
	博奕	1,734	1,976	1,976	1,976	1,976	1,976
	增加水量	67	196	196	196	196	196
北竿	無博奕	348	348	348	348	348	348
	博奕	365	394	394	394	394	394
	增加水量	17	46	46	46	46	46
東莒	無博奕	62	70	70	70	70	70
	博奕	65	82	82	82	82	82
	增加水量	3	12	12	12	12	12
西莒	無博奕	110	120	120	120	120	120
	博奕	113	127	127	127	127	127
	增加水量	3	7	7	7	7	7
東引	無博奕	195	215	215	215	215	215
	博奕	197	221	221	221	221	221
	增加水量	2	6	6	6	6	6
全區	無博奕	2,382	2,533	2,533	2,533	2,533	2,533
	博奕	2,462	2,784	2,784	2,784	2,784	2,784
	增加水量	80	251	251	251	251	251

二、觀光用水需求影響評估

各目標年觀光用水需求主要受到(1)特區設置期程、(2)特區位置及設置型式、(3)特區遊客人數、(4)觀光用水型態及用水量等因子之影響。由於現階段僅通過博弈公投，後續相關的發展均尚未

有明確規劃，故本計畫參考民國 102 年「馬祖博弈公投通過後因應措施方案」及新加坡綜合度假區案例，採情境分析的方式推估各目標年觀光用水需求。以下就上述影響觀光用水需求因子說明本計畫之設定方式。

(一)特區設置期程

在民國 102 年「馬祖博弈公投通過後因應措施方案」中，以民國 102 年底完成「博弈遊戲場業管理條例」立法程序之假設前提，預計民國 106~108 年完成全區開發與營運。然而至今「博弈遊戲場業管理條例」立法程序均尚未完成，故本計畫假設馬祖博弈特區可於民國 110 年完成全區開發與營運。

(二)特區位置及設置型式

特區初步規劃將設在北竿地區。依離島建設條例第 10-2 條，觀光賭場應附設於國際觀光度假區內。國際觀光度假區之設施應另包含國際觀光旅館、觀光旅遊設施、國際會議展覽設施、購物商場及其他發展觀光有關之服務設施。因此有關業者投資應包括至少國際觀光度假區與觀光賭場兩部分。

(三)特區遊客人數

因受限於缺乏可行性分析之數據，本計畫將特區設立後帶來的遊客數量分成兩種情境，分別說明如下。

1、博弈情境 1：參考新加坡綜合度假區案例設定

2009 新加坡綜合度假區籌備設立後，2010~2013 整體觀光人數的成長比例，與 2009 相比分別為 20%、36%、50%及 61%。本計畫依此設定馬祖博弈特區民國 110 年設立後之觀光人口成長比例，並假設至民國 115 年停止成長。計算結果如表 8-4 所示。民國 114 及 115 年，博弈情境 1 之觀光人口將達到 255,981 人，較原觀光人數增加了 62,068 人。

表 8-4　民國 110~115 觀光人口成長數（博弈情境 1）

成長比例	年度	原推估值	博弈情境 1	增加人數
—	110	158,995	158,995	
20%	111	167,135	190,794	23,658
36%	112	175,693	216,233	40,540
50%	113	184,688	238,492	53,804
61%	114	193,913	255,981	62,068
—	115	193,913	255,981	62,068

2、博弈情境 2：依「馬祖博弈公投通過後因應措施方案」設定

在「馬祖博弈公投通過後因應措施方案」中，推估特區設立後，一年觀光人口可達 132 萬人次。由於現有交通設施無法負荷此觀光人口，故本計畫假設未來因特區設立後將逐年提升馬祖地區交通運輸能力，設定民國 115 年觀光人口增加 33 萬人次，民國 120 年增加 66 萬人次，民國 130 年增加 99 萬人次，至民國 140 年增加 132 萬人次。

3、各目標年觀光人口推估結果

依前述設定方式，馬祖地區各目標年觀光人口推估結果如表 8-5 所示。至目標年民國 140 年，博弈情境 1 較原推估值增加 62,068 人，博弈情境 2 較原推估值增加 1,285,082 人，後續將據此計算各目標年觀光用水需求。

表 8-5　馬祖地區各目標年觀光人口推估（博弈情境）

年度	原推估值	博弈情境 1	增加人數	年度	原推估值	博弈情境 2	增加人數
105	123,867	123,867	0	105	123,867	123,867	0
110	158,995	158,995	0	110	158,995	158,995	0
115	193,913	255,981	62,068	115	193,913	488,995	295,082
120	193,913	255,981	62,068	120	193,913	818,995	625,082
130	193,913	255,981	62,068	130	193,913	1,148,995	955,082
140	193,913	255,981	62,068	140	193,913	1,478,995	1,285,082

(四)觀光用水型態及用水量

馬祖博弈特區之推動目的，係因馬祖地區由於受到地理位置、天候、地形等影響，基礎建設不足，交通不便，故而希望透過觀光博弈引進民間資本，投注相關基礎民生設施的建設，如機場改善，水資源供應、電力供給、資源回收及廢棄物處理等。

因此特區設立後，區內各項用水需求將由業者投資興建水資源設施來供應。但若遊客離開特區至其他景點旅遊，將會使用自來水系統之水源。

為推估觀光用水需求，本計畫將觀光人口分為兩類，一是純至馬祖觀光人口，一是博弈觀光人口，其用水型態及用水量分別說明如下。

1、純觀光

假設觀光人口之用水習慣與台灣地區相同，且每位觀光客在馬祖地區停留 3 天，包含 2 天住宿。依據每人每日不同用途用水比例，區分觀光住宿與觀光非住宿用水量，所有用水量均由自來水系統供應。每人每日用水量如表 3-7 所示。

2、博弈觀光

假設觀光人口之用水習慣與台灣地區相同，且觀光客在馬祖停留 4 天，其中 3 天因特區中尚有觀光度假區，故假設均留在特區中，剩餘 1 天則離開特區旅遊。考量特區位置及各島交通便利性，假設離開特區遊客僅至南竿及北竿旅遊，故博弈觀光人口將均分至南、北竿地區。

在用水量設定上，本計畫依每人每日不同用途用水之比例，扣除洗衣 22%、盥洗 25%及廚房用水 15%，另特區外廁所用水設定 10%，加計其他用水 10%，故以每人每日用

水量的 20%計算博奕觀光人口至南、北竿旅遊使用之水量，約 54 公升。

(五)各目標年觀光用水需求推估

根據前述假設條件計算結果，各目標年觀光用水需求推估結果如表 8-6（情境 1）。南竿地區目標年民國 140 年純觀光用水需求約 125 CMD，博弈觀光用水需求 5 CMD，總觀光用水需求 130 CMD。北竿地區目標年民國 140 年純觀光用水需求約 107 CMD，博弈觀光用水需求 5 CMD，總觀光用水需求 112 CMD。由於博弈特區提供大部分水量，因此博弈遊客至南、北竿地區產生的用水需求合計僅 10 CMD。

表 8-6　考量博奕情境各目標年觀光用水需求推估（情境 1）

鄉	目標年	純觀光人口數 (人次/年)	博弈觀光人口數 (人次/年)	純觀光用水需求量 (立方公尺/日)	博弈觀光用水需求量 (立方公尺/日)	總觀光用水需求量 (立方公尺/日)
南竿	105	46,747	0	81	0	81
	110	60,005	0	103	0	103
	115	73,183	31,034	125	5	130
	120	73,183	31,034	125	5	130
	130	73,183	31,034	125	5	130
	140	73,183	31,034	125	5	130
北竿	105	39,984	0	69	0	69
	110	51,323	0	88	0	88
	115	62,595	31,034	107	5	112
	120	62,595	31,034	107	5	112
	130	62,595	31,034	107	5	112
	140	62,595	31,034	107	5	112

另與表 8-3 生活用水需求量來比較，目標年民國 140 年因博弈產生的人口成長所需增供水量相比（南竿 196 CMD；北竿 46 CMD），約僅占 2.5%及 10.8%，顯示在此情境下，生活用水量將是整體需求成長的主要原因。

博弈情境 2 各目標年觀光用水需求推估結果如表 8-7 所示，南竿地區目標年民國 140 年博弈觀光用水需求 106 CMD，總觀光用水需求 231 CMD。北竿地區目標年民國 140 年博弈觀光用水需求 106 CMD，總觀光用水需求 213 CMD。由於此情境博弈觀光人數相當大，因此博弈遊客至南、北竿地區產生的用水需求合計達 212 CMD。

表 8-7　考量博奕情境各目標年觀光用水需求推估（情境 2）

鄉	目標年	純觀光人口數 (人次/年)	博弈觀光人口數 (人次/年)	純觀光用水需求量 (立方公尺/日)	博弈觀光用水需求量 (立方公尺/日)	總觀光用水需求量 (立方公尺/日)
南竿	105	46,747	0	81	0	81
	110	60,005	0	103	0	103
	115	73,183	147,541	125	24	149
	120	73,183	312,541	125	51	176
	130	73,183	477,541	125	78	203
	140	73,183	642,541	125	106	231
北竿	105	39,984	0	69	0	69
	110	51,323	0	88	0	88
	115	62,595	147,541	107	24	131
	120	62,595	312,541	107	51	158
	130	62,595	477,541	107	78	185
	140	62,595	642,541	107	106	213

三、博弈情境下馬祖地區各目標年總用水需求推估

根據生活、博弈情境觀光用水量推估成果，加上前述水資源需求推估中的國防用水量，即為馬祖地區各目標年總用水需求，詳表 8-8 及表 8-9 所示。目標年民國 140 年之總用水需求，情境 2 較情境 1 增加 203 CMD。顯示在博弈特區水源自籌的前提下，其他衍生的用水需求並不顯著。情境 1 與第參章水資源需求推估成果相比（表 3-23），目標年民國 140 年全區用水需求將增加 276

CMD；情境 2 與第參章水資源需求推估成果相比，目標年民國 140 年全區用水需求將增加 479 CMD。經評估用水需求的增加主要來自生活用水的成長。

表 8-8　博弈情境 1 下馬祖地區各目標年總用水需求推估值

地區	目標年	生活用水需求量 (立方公尺/日)	觀光用水需求量 (立方公尺/日)	國防用水需求量 (立方公尺/日)	總用水需求量 (立方公尺/日)
南竿	105	1,734	81	545	2,360
	110	1,976	103	538	2,617
	115	1,976	130	538	2,644
	120	1,976	130	538	2,644
	130	1,976	130	538	2,644
	140	1,976	130	538	2,644
北竿	105	365	69	126	560
	110	394	88	124	606
	115	394	112	124	630
	120	394	112	124	630
	130	394	112	124	630
	140	394	112	124	630
東莒	105	65	19	39	123
	110	82	23	39	144
	115	82	29	39	150
	120	82	29	39	150
	130	82	29	39	150
	140	82	29	39	150
西莒	105	113	12	104	229
	110	127	16	102	245
	115	127	19	102	248
	120	127	19	102	248
	130	127	19	102	248
	140	127	19	102	248
東引	105	197	34	723	954
	110	221	43	714	978
	115	221	52	714	987
	120	221	52	714	987
	130	221	52	714	987
	140	221	52	714	987
全區	105	2,474	214	1,536	4,224
	110	2,800	273	1,516	4,589
	115	2,800	342	1,516	4,658
	120	2,800	342	1,516	4,658
	130	2,800	342	1,516	4,658
	140	2,800	342	1,516	4,658

表 8-9　博弈情境 2 下馬祖地區各目標年總用水需求推估值

地區	目標年	生活用水需求量 (立方公尺/日)	觀光用水需求量 (立方公尺/日)	國防用水需求量 (立方公尺/日)	總用水需求量 (立方公尺/日)
南竿	105	1,734	81	545	2,360
	110	1,976	103	538	2,617
	115	1,976	149	538	2,663
	120	1,976	176	538	2,690
	130	1,976	203	538	2,717
	140	1,976	231	538	2,745
北竿	105	365	69	126	560
	110	394	88	124	606
	115	394	131	124	649
	120	394	158	124	676
	130	394	185	124	703
	140	394	213	124	731
東莒	105	65	19	39	123
	110	82	23	39	144
	115	82	29	39	150
	120	82	29	39	150
	130	82	29	39	150
	140	82	29	39	150
西莒	105	113	12	104	229
	110	127	16	102	245
	115	127	19	102	248
	120	127	19	102	248
	130	127	19	102	248
	140	127	19	102	248
東引	105	197	34	723	954
	110	221	43	714	978
	115	221	52	714	987
	120	221	52	714	987
	130	221	52	714	987
	140	221	52	714	987
全區	105	2,474	215	1,537	4,226
	110	2,800	273	1,517	4,590
	115	2,800	380	1,517	4,697
	120	2,800	434	1,517	4,751
	130	2,800	488	1,517	4,805
	140	2,800	544	1,517	4,861

四、博弈特區情境下水資源供需情勢

馬祖地區總人口數受到博弈公投影響而有所提升，惟常駐人口部分於東莒、西莒及東引三座島嶼提升有限，且特區初步規劃將設在北竿地區，故觀光人口部分以南、北竿地區提升較顯著。

在博弈特區水源自籌的前提下，依各島現有水資源供給能力來看，東莒、西莒及東引三座島嶼，既有海淡廠合約到期後進行更新改善，皆能滿足此增加的需求水量。

南竿地區，於博弈情境 1 及 2 下，加計既有海淡廠合約到期後進行更新改善，且於民國 106 年恢復后沃水庫供水，將能滿足此增加的需求水量（如圖 8-1 所示）。

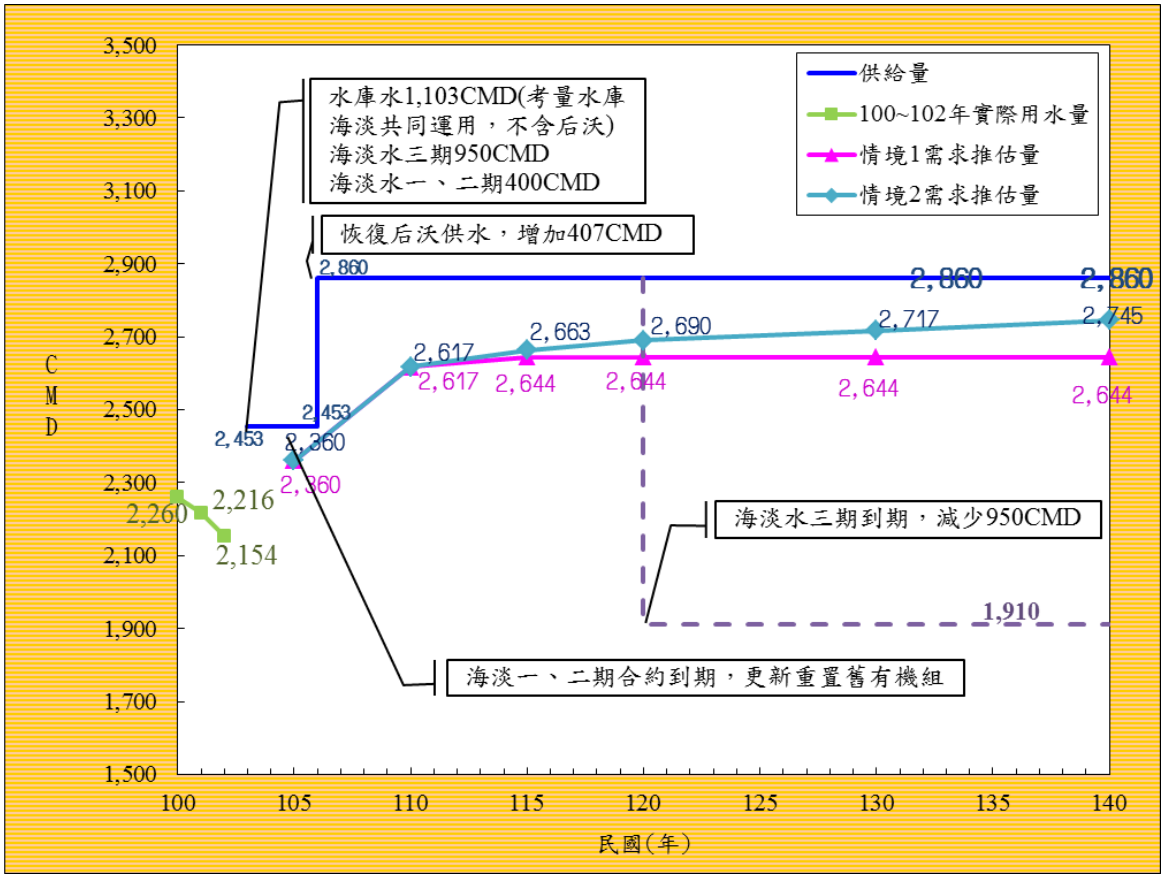


圖 8-1　南竿地區水資源供需情勢圖（博弈情境）

北竿地區，於博弈情境 1 下，加計既有海淡廠合約到期後進行更新改善，即能滿足此增加的需求水量，但於博弈情境 2 下，於民國 110 年恢復中興水庫供水，尚需增供 28 CMD 方能滿足此增加的需求水量（如圖 8-2 所示）。

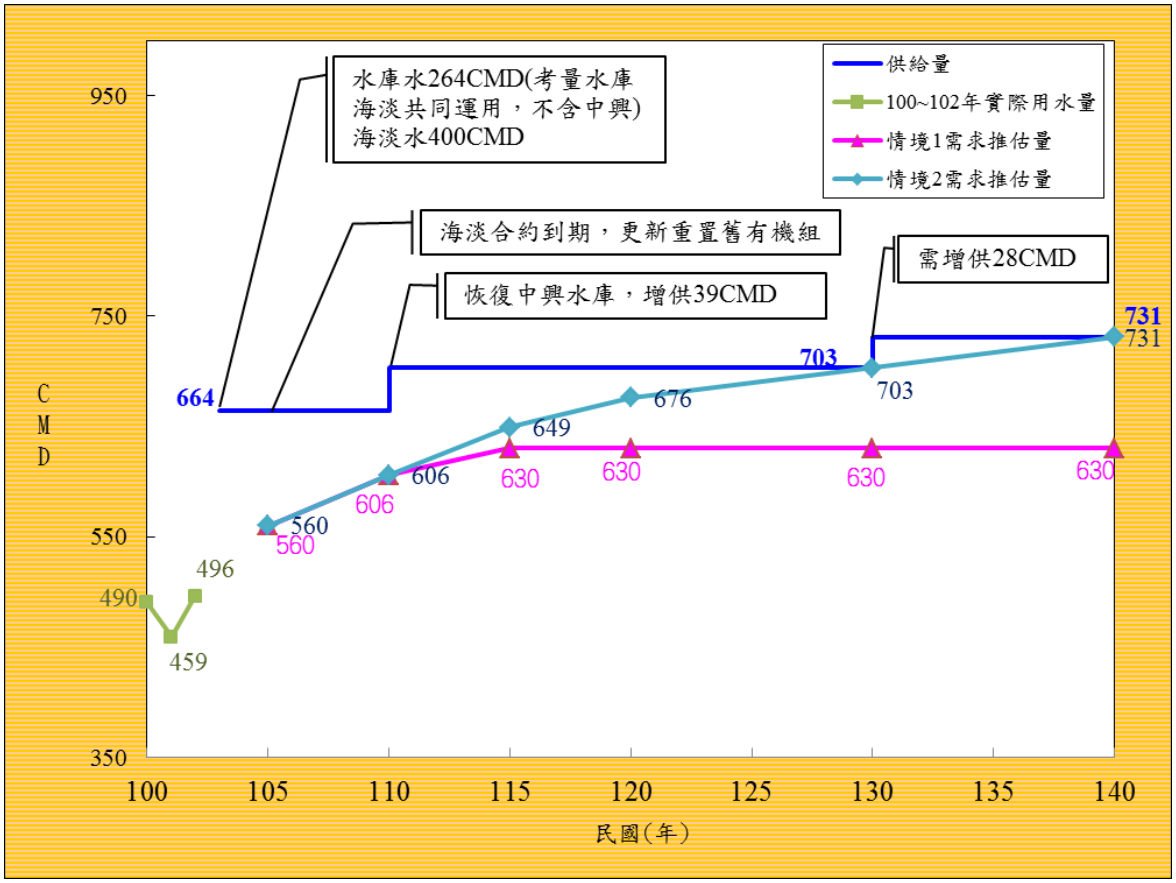


圖 8-2　北竿地區水資源供需情勢圖（博弈情境）

若考慮馬祖地區未來生活水準提高，除南竿地區外，其餘地區每人每日用水量調整為 200CMD，則民國 140 年時南竿、北竿、東莒、西莒及東引各島總用水需求於博弈情境 1 下，分別為每日 2,644、669、203、268 及 1,158 立方公尺（合計 4,942 立方公尺）；於博弈情境 2 下，北竿總用水需求為每日 770 立方公尺，其餘不變（合計 5,144 立方公尺）。北竿地區於博弈情境 2 條件下，在目標年民國 140 年有供需缺口，建議於民國 125 年檢討馬祖地區發展趨勢及水資源供需情勢。

第玖章 水資源經營策略及方案研擬

一、 配合低碳島及因應博弈開發之策略研擬

二、 水源調配策略與開發方案檢討

三、 後續推動策略研擬

四、 開發利用與備援方案研擬

第玖章　水資源經營策略及方案研擬

馬祖地區受地形氣候限制，湖庫供水量不穩定，且水質呈現優養化或鹽化，導致現有供應水源多仰賴高耗能的海水淡化廠。考量低碳島之發展政策，加上民國 101 年通過設置觀光博奕特區公投，連帶周邊觀光產業發展可能會提高用水需求，本計畫重新考量馬祖地區既有水資源設施的供水能力，在海淡廠有效使用年限內，尚可滿足用水需求，惟為配合低碳島之發展策略，在整體水資源經營管理上應先充分利用既有湖庫供水，逐步降低海淡水之依賴，達到水資源循環利用、低碳建設、二元供水系統建置等水資源目標。

一、配合低碳島及因應博弈開發之策略研擬

(一)配合低碳島之策略研擬

1、增加湖庫使用量，逐步減少海淡水依賴

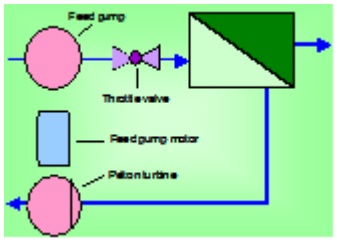
南竿地區湖庫年運用水量自民國 95 年最高值 66.6 萬立方公尺降至目前最低值 35.9 萬立方公尺，尤其自民國 100 年以來下降幅度甚大，主要原因為南竿三期海淡廠加入營運的影響，其他各島因配合水庫改善工程後，湖庫的運用水量則多呈現持平或上昇趨勢。

另南竿地區因湖庫原水水質優養及海淡廠購水契約量及動力費影響，致使勝利淨水場出水量較低，尤其在民國 100 年南竿三期海淡廠供水後，湖庫水使用比例也逐年降低（詳表 2-7 所示）。

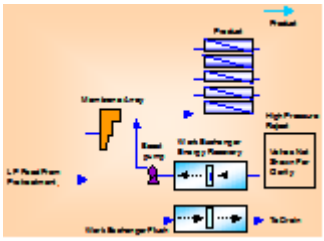
為達到節能減碳之目的，建議及早恢復后沃水庫供水及進行湖庫水質改善，增加湖庫使用量，逐步減少高耗能的海淡水依賴。

2、規定海水淡化廠整廠用電

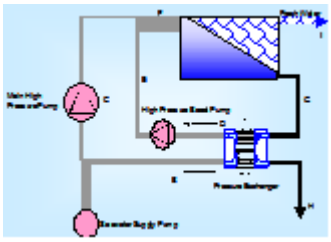
近年來逆滲透海水淡化廠為了降低海淡廠耗能與供水成本，多裝置各種節能設施，運用未通過薄膜但帶有高流勢能的鹵水，回收其能量再提供淡化製程使用。節能設施型式主要有以下 3 種，如圖 9-1 所示：



(1) 脈衝渦輪



(2) 功率轉換



(3) 壓能交換

圖 9-1 海淡廠節能設施型式圖

(1)脈衝渦輪（Impulse Turbine）

例如 Pelton Wheel 或是 Hydeaulic Turbocharger 等均屬此類，利用高壓鹵水推動渦輪機，再傳動力至進料馬達的方式，運用水利與機械傳送原理，屬於傳統型能源回收裝置，因經過多次能量轉換故其效率最差。目前應用此類設備的有千里達海淡廠及大金門海淡廠。

(2)功率轉換（Work Exchanger）

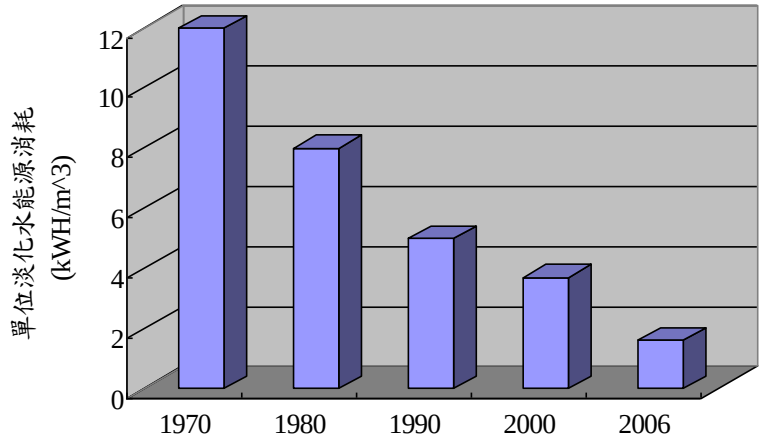
利用活塞（Piston）回收鹵水功率，商業運轉多年的 DWEER 系統即屬之。目前應用此類設備的有以色列艾希克隆海淡廠及澎湖烏崁海淡套裝模組。

(3)壓能交換（Pressure Exchanger）

此為近年來發展頗為迅速的節能技術，主要利用具壓力能鹵水與進料海水作近乎直接而短暫的接觸，以傳遞交換勢能，為現今轉換效率最高的回收裝置。目前應用此類

設備的有塞浦路斯海淡廠及西莒海淡廠。

根據國際淡化協會資料顯示，西元 1,980 年使用逆滲透法處理每立方公尺淡化水平均仍需要約 8 度的電能，以現今的技術，經過適當的能源回收後可降至 2 度以內（如圖 9-2），而整廠用電可達每立方公尺淡化水約 3~5 度，大幅地降低淡化水的造水成本。



資料來源：Desalination & Water Reuse Vol. 16/2, 2006

圖 9-2　海水淡化單位產水耗能演進

馬祖地區既有海水淡化廠（南竿一、二期；北竿；西莒及東引）用電統計詳表 9-1 所示，由表中可知產水平均運轉電量約為 4.4~18.91kwh/m^3（以南竿為例），另南竿三期海水淡化廠整廠產水平均運轉電量約為 5.8kwh/m^3，RO 系統產水平均運轉電量約為 3.4kwh/m^3（分析期間:民國 99 年 11 月 24 日~民國 100 年 4 月 30 日）。

然台電公司在離島地區，多採用柴油發電，發電成本高，在澎湖發電的成本每度是 8 元、金門 10 元、馬祖 14 元，因離島地區享有「離島建設條例」規定的補貼，只能依台灣本島用電計價，以馬祖地區平均每度電價 3.11 元計算，台電每度電得補貼高達 11 元成本。

表 9-1　馬祖地區海水淡化廠耗電量統計表（民國 101 年）

		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
南竿	供水量（噸）	—	—	—	2,146	3,522	0	0	0	7,872	8,564	11,351	9,201
	用電量（度）	—	—	—	40,584	42,840	0	0	0	36,720	39,120	49,980	43,200
	每噸水耗電量	—	—	—	18.91	12.16	停產	停產	停產	4.66	4.57	4.40	4.70
北竿	供水量（噸）	—	—	—	5,827	6,425	645	0	5,501	6,500	7,500	7,311	6,930
	用電量（度）	—	—	—	73,770	102,870	10,230	0	26,240	27,480	27,760	28,320	43,200
	每噸水耗電量	—	—	—	12.66	16.01	15.86	停產	4.77	4.23	3.70	3.87	6.23
東引	供水量（噸）	—	—	—	8,370	12,383	10,720	12,080	12,080	10,720	12,080	11,680	11,188
	用電量（度）	—	—	—	50,110	68,160	59,280	70,200	72,060	61,260	68,400	62,760	61,440
	每噸水耗電量	—	—	—	5.99	5.50	5.53	5.81	5.97	5.71	5.66	5.37	5.49
西莒	供水量（噸）	—	—	—	6,127	6,317	5,928	6,832	6,742	5,741	5,631	5,807	5,023
	用電量（度）	—	—	—	37,140	33,360	31,470	35,760	37,620	25,110	26,820	27,540	24,930
	每噸水耗電量	—	—	—	6.06	5.28	5.31	5.23	5.58	4.37	4.76	4.74	4.96

備註：　a.6~9月為夏月　　b.南竿廠　　c.北竿廠6/10~7/31

資料來源：連江縣自來水廠

馬祖地區的海水淡化廠委託操作之電價採統一電費，實際上淡化水成本遠高於現有成本，故在後續海水淡化廠委託操作時，需要求操作廠商於需裝設節能裝置並要求整廠用電限制，以達節約能約的目標。

3、供水系統操作程序制度化

馬祖地區各供水系統中操作方式，由水廠操作人員依經驗法則來操作，因應即時狀況因應不同對策，基本上各湖庫間以串連方式操作。

水源供給充足時將水庫原水貯蓄至其他水庫，有需要時再重新加壓送至淨水場，輸水皆需加壓傳送，以動力費為前提考量，優先使用較靠近淨水場之湖庫水。並依據中央氣象局預報中心報告，當雨季來臨前，因擔心暴雨使得湖庫滿庫溢流造成浪費，預先騰出水庫蓄水空間，將水先抽至最接近使用之淨水場水池或蓄水池，以平均蓄水之概念，盼各湖庫皆能蓄得雨量。另抽水機皆訂定的契約容量，在各湖庫間水源的調度水廠也會考量電費。目前水庫水源調度方式應建立操作程序制度化及經驗傳承。

(二)因應博奕開發之策略研擬

根據第捌章的分析，若博弈能順利推動，除觀光人口增加外，特區衍生的產業人口需求亦會造成居住人口的增加，進而提高生活用水需求。由水資源需求推估，目標年民國 110 年南竿地區生活用水需求增加 196 CMD 最大，北竿地區增加 46 CMD 次之。

在觀光用水量的部分，依照博弈特區推動原則，特區內各項用水需求將由業者投資興建水資源設施來供應。但若遊客離開特區至其他景點旅遊，將會使用自來水系統之水源。

依水資源供需情勢來看，東莒、西莒及東引三座島嶼，在既有海淡廠合約到期後進行更新改善後，於各目標年皆能滿足此增加的需求水量。南竿地區若於民國 110 年恢復后沃水庫供水，將能滿足此增加的需求水量。北竿地區於博弈情境 2 下，既有水資源供給能力不足，尚需增供至少 28 CMD 方能滿足此需求水量。

爰此，馬祖各島因應博弈開發之策略說明如下：

1、 南竿地區

(1)供需情勢：目標年供給可滿足需求。

(2)策略：民國 105 年重置更新既有海淡機組，民國 110 年恢復后沃水庫供水。民國 115 年後重新檢討水資源供需情勢，據以擬定南竿三期海淡廠合約到期之後續因應方案。

2、 北竿地區

(1)供需情勢：博弈情境 2 目標年民國 130 年供給未能滿足需求。

(2)策略：民國 105 年重置更新既有海淡機組，民國 110 年恢復中興水庫供水。民國 125 年檢討水資源供需情勢，若需求水量確如博弈情境 2 之預測，應評估增加既有海淡機組提升供水能力之可行性。

3、 東莒地區

(1)供需情勢：目標年供給可滿足需求。

(2)策略：因應博弈特區設立衍生之生活用水需求，考量地下水保育，以多元化水源開發的方式，尋找其他可用水源來降低缺水風險。包括福正水庫改善及後續考量福正水庫水源與地下水聯合運用等。

4、 西莒地區

(1)供需情勢：目標年供給可滿足需求。

(2)策略：民國 105 年重置更新既有海淡機組。

5、東引地區

(1)供需情勢：目標年供給可滿足需求。

(2)策略：民國 105 年重置更新既有海淡機組。

二、水源調配策略與開發方案檢討

馬祖地區水源調配策略與開發方案檢討主要為滿足各島與供需平衡為主，並在合理有效使用水量，確保水源穩定供應之前提下來研擬。

(一)水源調配策略

馬祖地區可利用的水源有湖庫水、地下水、海淡水、再生水，以及雨水貯留等。一般水資源運用優先使用地面水（川流水、湖庫水等）與地下水，馬祖地區以往採用相同方式進行水資源聯合運用，近年則逐漸倚重海水淡化，綜合考量各項水源供水特性，馬祖地區各水源定位不同，可以同時開發運用，無互相競合之虞。

1、常態供水策略

(1)南竿、北竿、西莒、東引地區

A、主要水源：以湖庫水與海淡水為主，優先使用湖庫水。

B、備用水源：海水淡化廠備載機組作為備用水源。

C、輔助水源：再生水、貯集雨水作為輔助水源，提供生活次級用水（沖廁、澆灌），減少自來水使用量。

(2)東莒地區

A、主要水源：以地下水及湖庫水（福正水庫更新改善）為主要水源。

B、備用水源：福正水庫水源與地下水聯合運用作為緊急

情況時的備用水源。

C、 輔助水源：再生水、貯集雨水作為輔助水源，提供生活次級用水（沖廁、澆灌），減少自來水使用量。

2、 緊急備援供水策略

馬祖地區緊急備援供水策略規劃如下：

(1)既有海水淡化廠機組備載增加產水量

既有海水淡化廠增設備載機組，缺水時可短期產水供應各島用水所需。

(2)北竿水源就近供應南竿缺水風險（船運）

北竿地區用水需求已降低，板里水庫及北竿海水淡化廠之水源可就近供應南竿所需。

(3)既有 4 座委託操作的海水淡化廠統一調度

4 座海水淡化廠委託同一廠商，除降低操作成本外，水源亦可調度，供應缺水之區域。

(4)台灣運水

(二)開發方案檢討

本計畫分別針對既有水庫蓄水容量增加及新設湖庫或其他新興水源開發進行評估，綜合前述章節評估結果彙整如下：

1、 既有湖庫增加庫容

本計畫針對未來需求水量成長、水庫運用率、庫容改善工程、水源及水質、庫容增加及成本等因子分別對 14 座水庫加以評選後，以東引地區紫沃、東湧水庫評分最高，可列為最優先考慮增加庫容之水庫；至於南竿、北竿及西莒列為較優先序位者分別為儲水沃水庫、午沙水庫及菜埔沃水庫。

另比較東湧水庫、紫沃水庫水源利用情形知，東湧水庫運用率及水源利用率分別為 1.08、1.0，紫沃水庫運用率及

水源利用率則分別為 2.94、0.24，比較水源限制條件下，紫沃水庫庫容增加較具可能性。

然經工程經費估算及增供水量分析，紫沃水庫庫容增加工程受限於水文、地形條件，無法大幅度增加供水量，致造成單位原水成本偏高，紫沃水庫庫容增加之年計成本約為 419 萬元，以水庫共同運作年增加水量 18,697 立方公尺估算，單位原水成本約為 224 元/立方公尺。

2、新設湖庫

本計畫針對馬祖地區四鄉五島之集水區，以非屬水庫集水區、非已（或規劃）納入水庫雨水截流系統之集水區、非屬高度開發之集水區、存在既有水路之集水區等因子進行篩選工作，由於馬祖地區水源開發已推動多年，已無適宜壩址或集水區作為新設湖庫開發之用，故日後欲提升區域水資源供水能力，可針對其他新興水源探討開發利用之可行性。

3、其他新興水源

本計畫評估之新興水源包括生活污水、海水及貯留雨水等三大類別。

再生水部分，在考量可供水量及供水標的後，以南竿介壽污水處理廠放流水作為再生水水源進行規劃，經評估後，在供水規模達 134 CMD 的條件下，水再生利用產水年計成本約 128 萬元，單位產水成本約 25.85 元/立方公尺。

馬祖地區雨水貯留部份，針對公有建築物不同利用型態，分別完成短、中、長期雨水貯集利用規劃，其中在短期優先推動計畫中，可施作雨水貯留系統計 13 所機關學校，總成本約需 606 萬元，年總出水量可達 6,400 立方公尺可提供一般雜用水使用，各處所處理原水成本約在 44.0 元/立方

公尺~71.7 元/立方公尺間。

新設海水淡化廠廠址考量，因馬祖地區四鄉五島除東莒外皆有設置海水淡化廠，另依據各島水資源供需情勢來看，目前也僅東莒使用地下水，為使地下水能永續經營，東莒地區的水資源應多元開發，基於前述原因，海水淡化的設置位置以東莒為優先，開發規模為 200CMD。海水淡化廠建造年計成本約分別為 378 萬元，營運年計成本約為 326 萬元，單位產水成本在利息為 6%時，約為 101.51 元／立方公尺，其中單位建造成本為 54.52 元／立方公尺，單位營運成本為 46.98 元／立方公尺。若以實際發電成本每度 14 元估算，單位營運成本為 139.98 元／立方公尺，單位產水成本為 194.5 元／立方公尺。

各開發方案中以產水成本來看，再生水的產水成本最低，庫容增加則最高。考量目前新興水源推動狀況、民眾接受度及保育地下水的情況下，可考量在東莒地區進一步評估福正水庫恢復供水。另雨水貯留建議可先行辦理示範計畫，藉由實務上運用與操作後，再來評估推動的可行性。

三、後續推動策略研擬

全球氣候變遷造成降雨型態極端化日益顯著，未來可能影響湖庫水源、地下水等供水能力，因應馬祖地區特性及為達穩定供水目標，同時配合低碳島示範計畫及在博亦特區設立後用水之成長，在水資源經營管理上以確保湖庫水充分利用，推動二元供水系統設置，及降低海淡水依賴的原則下，馬祖地區水資源推動策略則朝向雨水貯集、節約用水等方向發展，並於適宜地區推動二元供水系統（如設置加水站供應海淡水），湖庫水仍供應其他用水，以提高水資源運用效率，另將水質要求較低的生活次級用水

（如沖廁、澆灌）改由成本較低廉的雨水貯留加以替代，避免發生處理成本昂貴的海淡水作為生活次級用水的資源浪費情況，逐步達到水資源循環利用及低碳建設等水資源目標。水資源整體性推動策略如下:

1、 推動二元供水系統(飲用分離)設置

離島地區中金門及澎湖已先後設置加水站，並以高單價及優質的海淡水作為飲用水水源。然馬祖地區在民國 102 年水源使用中約有 50.32%使用海淡水，在現有自來水差價由政府補貼政策下，將海淡水用於次級用水實不合理，馬祖地區應參酌金門及澎湖推動情形，盡早實施飲用分離，將高單價的海淡水作為飲用水，初期先以加水站方式供應，讓民眾瞭解水源的珍貴。

2. 家戶雨水貯留系統推廣

家戶雨水貯留具有設置簡易，減少自來水使用量的優點，且雨水貯留設備已模組化，可降低成本。另配合建築法規的要求，及地方政府建照審核機制或補助方式，提高裝設率。初期可先在機關及學校推動，進而要求旅館或民宿設置，最後推廣至家戶。

3. 湖庫水質改善

馬祖地區湖庫水質普遍存在優養化問題，南竿勝利水庫雖仍持續供水，但因水質不佳而無法充分利用；后沃水庫因為水質鹽化問題而未使用，已於今（民國 103）年度發包后沃水庫水質探析，調查下游壩面滲水可能原因。北竿中興水庫因水質不佳，並未使用。西莒菜埔沃水庫則因樂道沃水庫水量充足，並為使用菜埔沃水庫原水，導致水質不佳。東莒福正水庫也未使用，福正水庫改善工作也應及早進行。

建議為充分利用湖庫水源，積極治理保育水庫集水區，並持續執行水庫清淤浚渫，以強化蓄水建造物設施功能及維護營運正常，加強污染源管制與排放削減，降低水庫優養化程度，降低淨水場處理成本，提高湖庫水使用率，減少海淡水供應量。

4. 供水系統操作程序制度化

目前各湖庫在水源運用及調配上，水場人員都以經驗法則來操作。建議依現有湖庫串連操作及水源調度方式，建立供水系統操作手冊，提升湖庫供水效率。

5. 既有海水淡化廠辦理委託操作

馬祖地區約 50%的用水由海水淡化廠供應，然目前四座海水淡廠建置時間均達 10～12 年，部份設施老舊不勘使用，降低產水之效能。在湖庫水可穩定供應需求前，海水淡化廠仍需辦理委託操作，購水契約中限制整廠用電（依湖庫供水能力提升而訂）。

6. 博弈特區內用水由開發廠商自籌

博弈開發所產生的觀光用水及所帶動產業的影響下，依照博弈特區推動原則，特區內各項用水需求將由開發廠商自行籌措，另遊客離開特區及所衍生的產業人口等用水，則由自來水系統供應。

四、開發利用與備援方案研擬

(一)開發利用方案研擬

本計畫依照前述經營管理策略，針對馬祖地區四鄉五島分別擬定短中長程推動方案，以達水資源永續利用之目標，結果詳如表 9-2 所示，並說明如下。

表 9-2　馬祖地區短、中、長程供水推動方案彙整表

地區	短程		地區	中長程
	共同性方案	地區性方案		
南竿	1. 以海淡水作為飲用水源，辦理飲用水分離措施試辦計畫(東莒地區除外)。 2. 補助機關、學校辦理雨水貯留試辦計畫。 3. 檢討二元供水系統相關法規，提高設置誘因。 4. 依現有湖庫串連操作及水源調度方式，建立供水系統操作手冊，提升湖庫供水效率(東莒地區除外)。 5. 重新辦理各水庫庫容測量，建立相關資料庫提升管理效率。 6. 辦理各湖庫水質改善工作，集水區污水確實截流，改善湖庫優養化問題。 7. 淨水場效能提升，改善供水品質。 8. 減少未計價水量與汰換舊漏管線。 9. 推動馬祖地區節約用水計畫。 10. 淡化水彈性調度，提升供水穩定性。	1. 后沃水庫鹽化改善恢復供水。 2. 南竿一、二期海淡廠委託操作(限制整廠用電及購水契約)。	南竿	1. 劃設湖庫水源水質保護區。 2. 執行水價分級收費制度。 3. 推動飲用分離計畫，海淡水專管供應至用戶端(東莒除外)。 4. 家戶裝設雨水貯集，訂定財源補助及獎勵優惠措施。 5. 水價合理化。 6. 減少未計價水量與汰換舊漏管線。 7. 推動馬祖地區節約用水計畫。 8. 東莒地區其他替代水源開發可行性評估。
北竿		1. 中興水庫水質改善恢復供水 2 北竿海淡廠委託操作(限制整廠用電及購水契約)。	北竿	
東莒		1. 設置地下水監測系統，定期紀錄水位並檢測水質。 2. 辦理福正水庫改善，增設簡易淨水場，充分利用湖庫水。 3. 評估資源回收貯存場遷移可行性，避免地下水污染。	東莒	
西莒		1. 菜埔沃水庫改善恢復供水。 2. 西莒海淡廠委託操作(限制整廠用電及購水契約)。	西莒	
東引		1. 東引海淡廠委託操作(限制整廠用電及購水契約)。	東引	

1、短期方案：

馬祖地區相關推動計畫與方案，將分為共同性方案及地區性分案方案。

(1)共同性方案

A、以海淡水作為飲用水源，辦理飲用水分離措施試辦計畫（東莒地區除外）。

B、補助機關、學校辦理雨水貯留試辦計畫。

C、檢討二元供水系統相關法規，提高設置誘因。

D、依現有湖庫串連操作及水源調度方式，建立供水系統

操作手冊，提升湖庫供水效率（東莒地區除外）。

E、 重新辦理各水庫庫容測量，建立相關資料庫提升管理效率。

F、 辦理各湖庫水質改善工作，集水區污水確實截流，改善湖庫優養化問題。

G、 淨水場效能提升，改善供水品質。

H、 減少未計價水量與汰換舊漏管線。

I、 推動馬祖地區節約用水計畫。

J、 淡化水彈性調度，提升供水穩定性。

(2)南竿地區

A、 后沃水庫鹽化改善恢復供水。

B、 南竿一、二期海淡廠委託操作（限制整廠用電及購水契約）。

(3)北竿地區

A、 中興水庫水質改善恢復供水。

B、 北竿海淡廠委託操作（限制整廠用電及購水契約）。

(4)東莒地區

A、 設置地下水監測系統，定期紀錄水位並檢測水質。

B、 辦理福正水庫改善，增設簡易淨水場，充分利用湖庫水。

C、 評估資源回收貯存場遷移可行性，避免地下水污染。

(5)西莒地區

A、 菜埔沃水庫改善恢復供水。

B、 西莒海淡廠委託操作（限制整廠用電及購水契約）。

(6)東引地區

A、 東引海淡廠委託操作（限制整廠用電及購水契約）。

2、中長期方案：

(1)劃設湖庫水源水質保護區。

(2)執行水價分級收費制度。

(3)推動飲用分離計畫，海淡水專管供應至用戶端（東莒除外）。

(4)家戶裝設雨水貯集，訂定財源補助及獎勵優惠措施。

(5)水價合理化。

(6)減少未計價水量與汰換舊漏管線。

(7)推動馬祖地區節約用水計畫。

(8)東莒地區其他替代水源開發可行性評估。

(二)備援方案研擬

備援系統係指原本基載供水系統因故無法滿足用水需求時，可緊急啟動增加供水能力的預備系統。馬祖地區可運用的水資源相當有限，以往南竿地區曾發生嚴重缺水危機，水利署為抒解缺水壓力，緊急自台運水支援馬祖地區，每立方公尺運水成本約高達 400 元。有此可知，南竿地區確有設置備援供水系統之必要。

以南竿地區供需情勢為例（表 9-3），南竿地區完成新建 950 立方公尺海水淡化廠後，水資源供需比已達 1.17 以上，表示尚有用水需求量約 20%以上（約每日 452~489 立方公尺）的水量可供備用。然考量湖庫供水能力穩定性較差，南竿地區供水備援系統採用海水淡化廠設置備用機組方式。

表 9-3 南竿地區供需情勢綜合整理

地區	項目	民國 100 年	民國 105 年	民國 110 年	民國 115 年	民國 120 年	民國 130 年	民國 140 年
南竿	供水能力(CMD)	2,638	2,638	2,860	2,860	2,860	2,860	2,860
	用水需求(CMD)	2,260	2,293	2,421	2,443	2,443	2,443	2,443
	供需比	1.17	1.15	1.18	1.17	1.17	1.17	1.17

建議後續可恢復南竿一、二期每日 1,000 立方公尺設計產水量，平常產水美日 400 立方公尺，每日有 600 立方公尺備載備援能力。依此規劃，南竿地區平時海水淡化廠產水量為每日 1,350 立方公尺，可於水文異常時期增加供水能力，海水淡化供水總量將可達 1,950 立方公尺。其他各島亦可依此方式辦理。

參考文獻

參考文獻

1、 經濟部水利署，『臺灣離島水資源經理基本計畫(草案)』，民國101年10月。

2、 經濟部水利署水利規劃試驗所，『離島地區中長程供水檢討規劃』，民國99年12月。

3、 王先登，『淺談香港海水沖廁成功經驗』，工研院能資所節水團，民國88年。

4、 行政院經濟建設委員會，『金馬中長期經濟發展規劃(馬祖篇)』，民國98年2月。

5、 行政院經濟建設委員會人力規劃處，『中華民國台灣地區民國97年至145人口推計』，民國97年。

6、 林連山、王國樑、盧瑞興，『台灣及離島地區海水淡化廠現階段推動策略探討』，中國工程師學會會刊，79(3)，民國95年6月，p.118-130。

7、 香港特別行政區政府發展局水務署，『香港的全面水資源管理』，民國97年。

8、 連江縣政府，『馬祖地區水再生利用規劃及試驗計畫先期研究(期末報告修訂稿)』，民國99年7月。

9、 連江縣政府，『連江縣第二期（96～99年）離島綜合建設實施方案』，民國95年12月。

10、 連江縣政府，『連江縣第三期（100～103年）離島綜合建設實施方案』，民國100年1月。

11、 連江縣政府，『連江縣第四期（104～107年）離島綜合建設實施方案』，民國103年1月

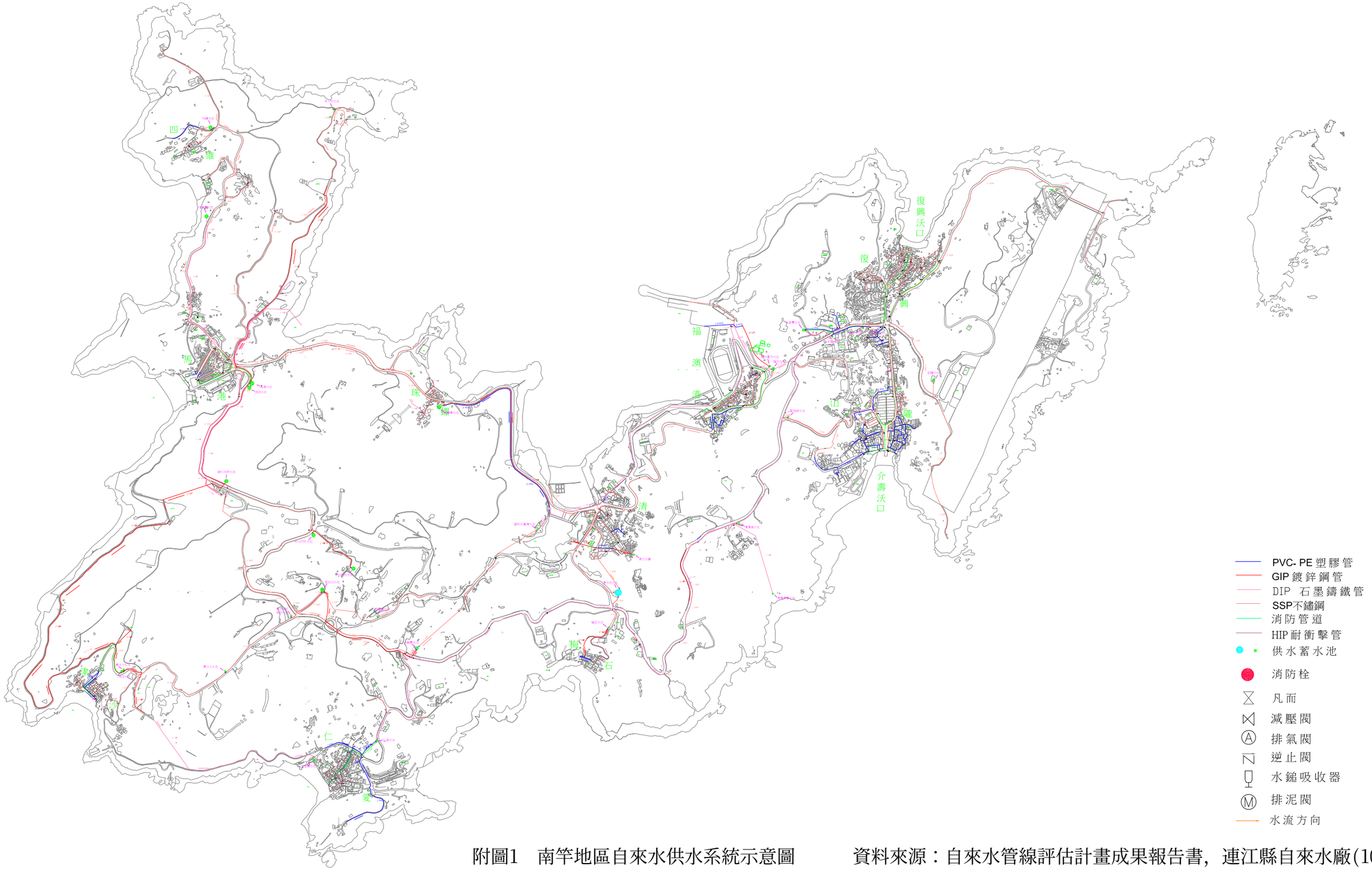
12、 連江縣自來水廠，『東西莒海底輸水管線工程可行性研究評估』，民國97年12月。

13、 連江縣政府環保局，『九十四年度連江縣水體水質改善計畫』，民國 94 年 12 月。
14、 財團法人國土規劃及不動產資訊中心，『台灣國土及區域發展實施方案』，民國 97 年。
15、 陳尉平，『應用河川流量歷線推估台灣地下水補注量』，國立成功大學資源工程學系博士論文，民國 95 年。
16、 經濟部水利署，『離島地區供水改善計畫(第 1 次修正)』，民國 99 年 11 月。
17、 經濟部水利署，『台灣地區水資源需求潛勢評估及經理策略檢討』，民國 98 年 12 月。
18、 經濟部水利署，『離島地區供水改善規劃（核訂本）』，民國 95 年 8 月。
19、 經濟部水利署，『馬祖地區水庫集水區整體治理規劃』，民國 94 年 12 月。
20、 經濟部水利署，『離島地區雨水貯留利用規劃(2/2)』，民國 94 年 12 月。
21、 經濟部水利署，『離島地區雨水貯留利用規劃(1/2)』，民國 93 年 12 月。
22、 經濟部水利署水利規劃試驗所，『98 年度新興水開發技術與政策宣導』，民國 99 年 4 月。
23、 經濟部水利署水利規劃試驗所，『馬祖東莒福正地下水庫初步規劃』，民國 98 年 12 月。
24、 經濟部水利署水利規劃試驗所，『馬祖東莒大坪地下水庫初步規劃』，民國 98 年 12 月。
25、 經濟部水利署水利規劃試驗所，『澎湖與馬祖地區地下水資源調查規劃(2)』，民國 96 年 12 月。

26、 經濟部水利署水利規劃試驗所，『馬祖地區地下水資源調查規劃』，民國 95 年 12 月。
27、 經濟部水利署水利規劃試驗所，『馬祖地區供水改善規劃』，民國 94 年 12 月。
28、 經濟部水利署，『馬祖北竿地區水資源調查利用規劃』，民國 100 年 12 月
29、 臺北市立教育大學，『馬祖列島東引鄉地質地形初探』，民國 98 年。
30、 經濟部水利規劃試驗所，『馬祖地區地下水資源調查規畫』，民國 95 年 12 月
31、 經濟部水資源統一規劃委員會，『馬祖地區水資源勘查報告』，民國 82 年

附圖表

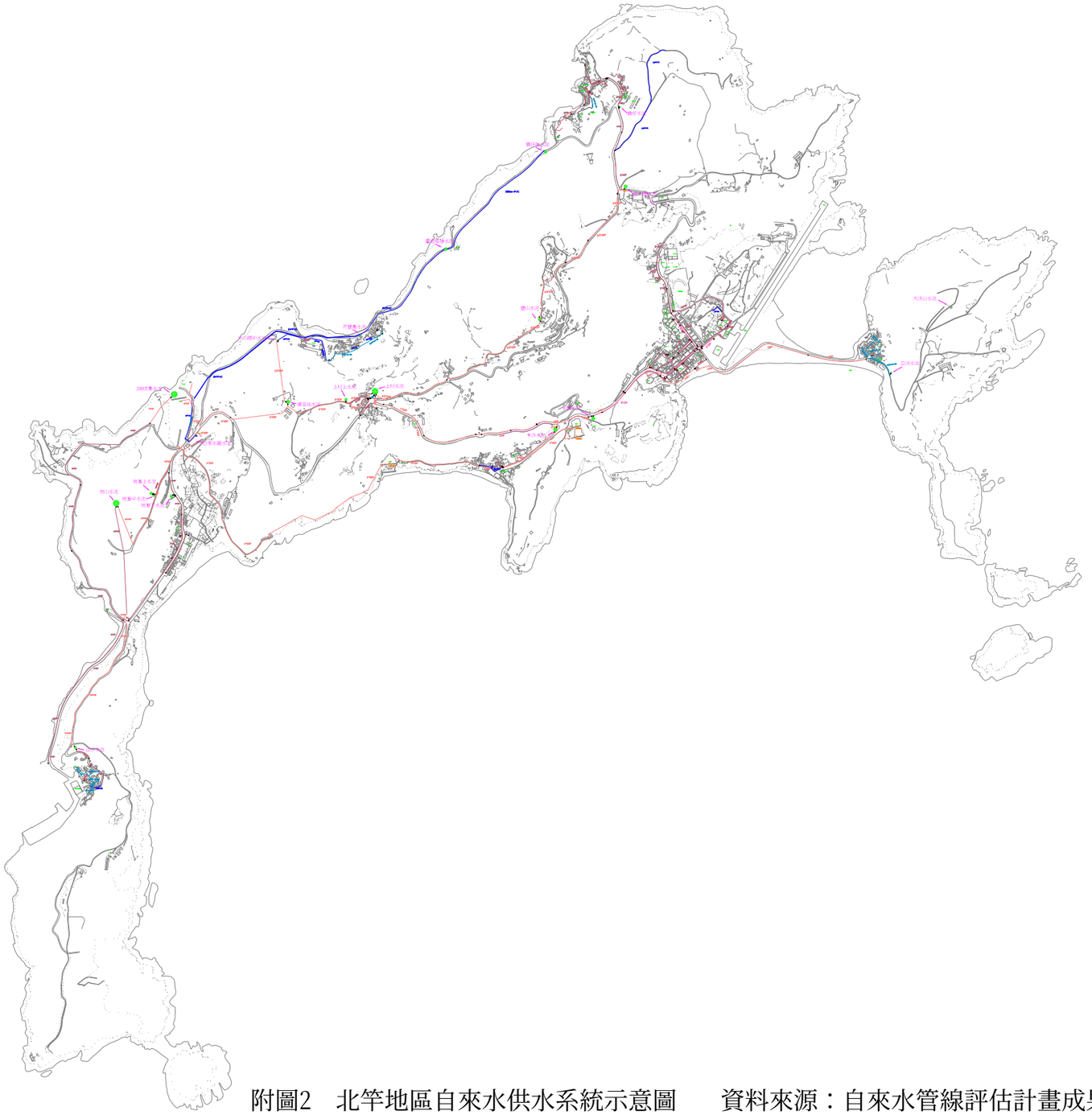
附圖-1



附圖1　南竿地區自來水供水系統示意圖　　資料來源：自來水管線評估計畫成果報告書，連江縣自來水廠(102)

正友工程顧問有限公司	單　位: M	版次	日期	說　明	計畫名稱	馬祖地區自來水管線評估計畫	張數 1/11	圖號 A-1	簽章
	比例尺: 1:1000		102/8/20		圖樣內容	南竿地區自來水管線配置圖	編碼 無		

- DIP石墨鑄鐵管
- HIP耐衝擊管
- PVC-PE塑膠管
- PVC塑膠管
- SSP不鏽鋼管
- 供水蓄水池
- 消防栓
- 凡而
- 減壓閥
- 排氣閥
- 逆止閥
- 水錘吸收器
- 排泥閥
- 水流方向

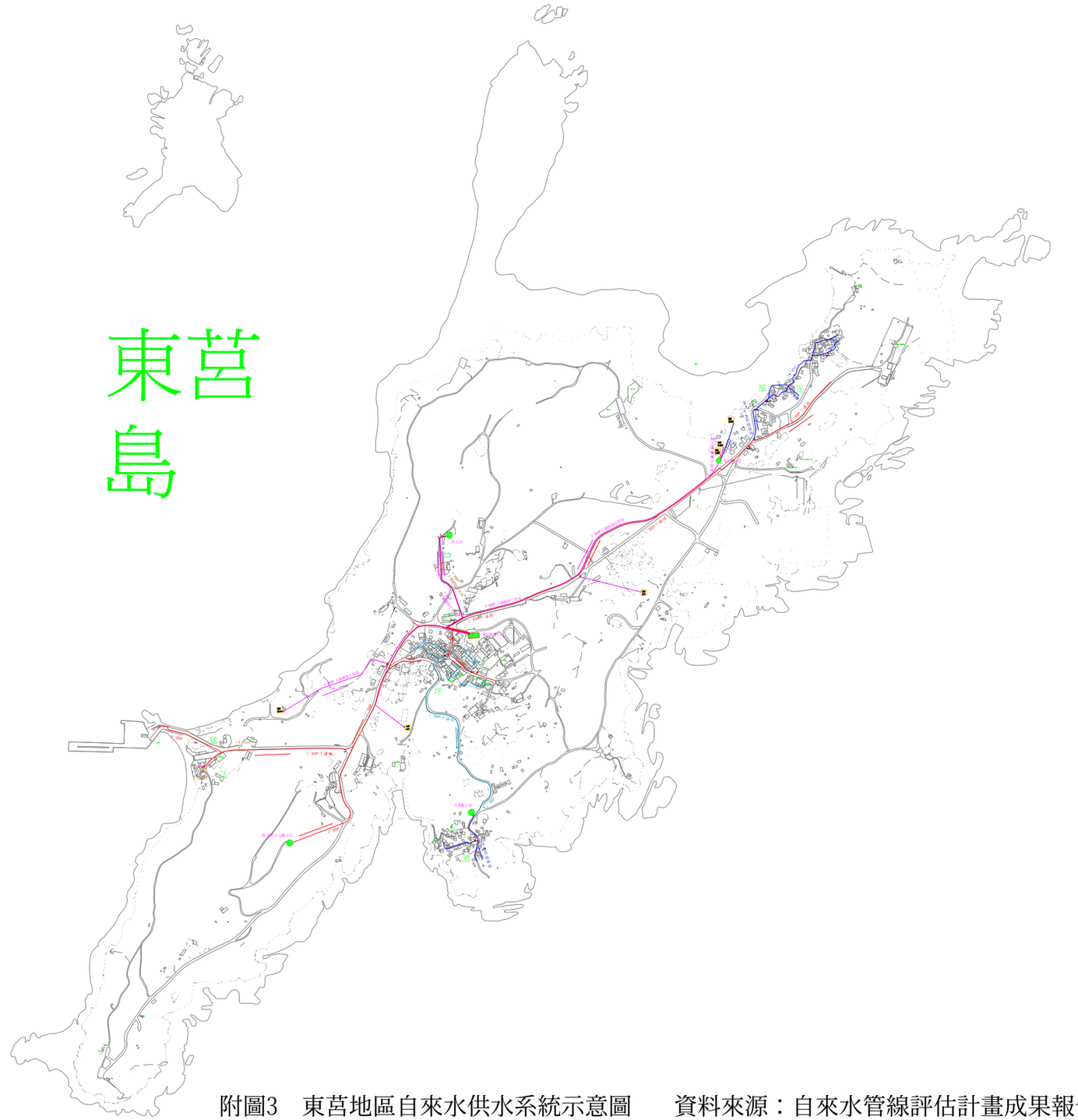


附圖2　北竿地區自來水供水系統示意圖　　資料來源：自來水管線評估計畫成果報告書，連江縣自來水廠(102)

正友工程顧問有限公司	單　位: M	版次	日期	說　明	計畫名稱	馬祖地區自來水管線評估計畫	張數 1/9	圖號 B-1	簽章
	比例尺: 1:1000		102/8/20		圖樣內容	北竿地區自來水管線配置圖	編碼 無		

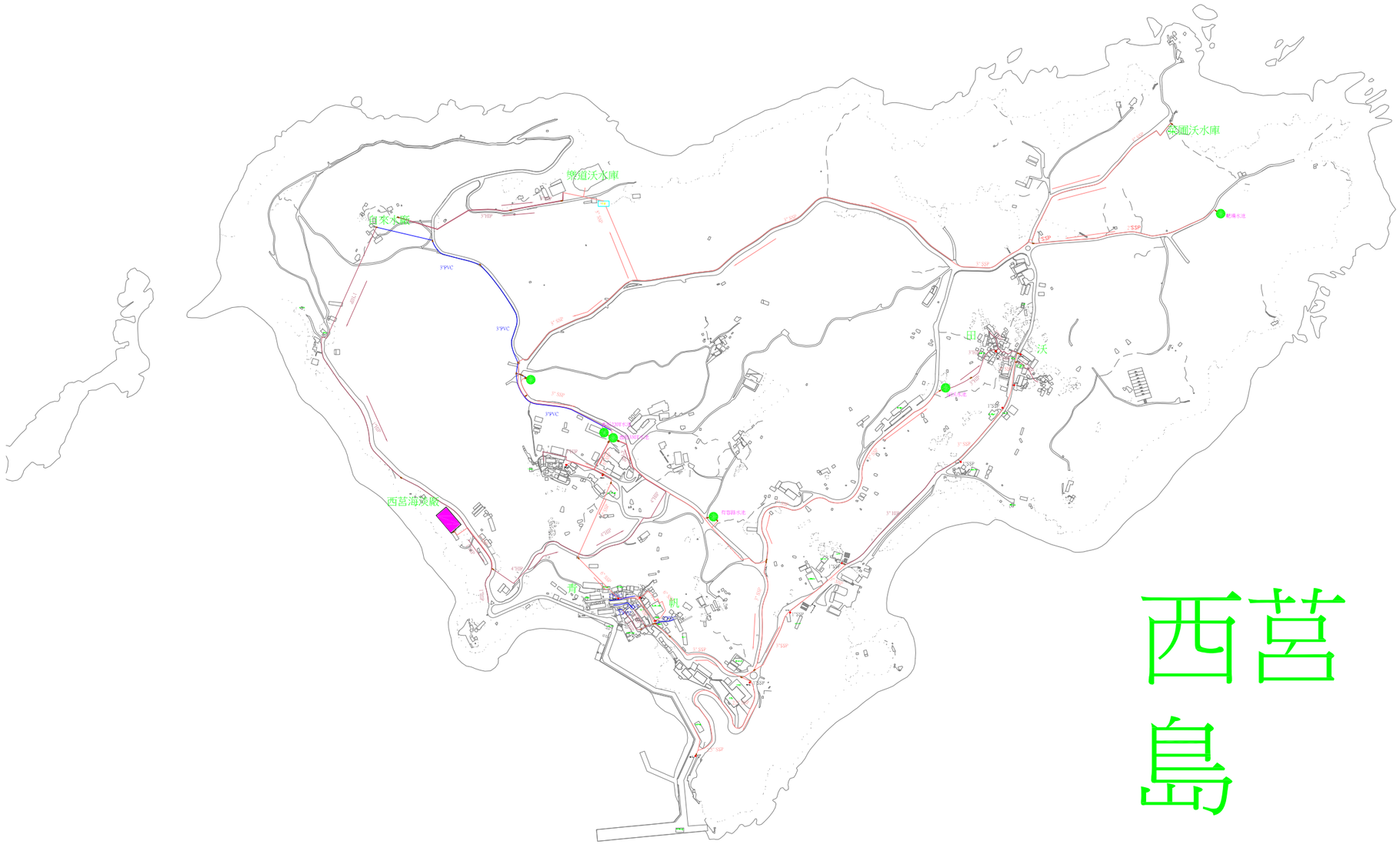
附圖-3

東莒島



附圖3　東莒地區自來水供水系統示意圖　　資料來源：自來水管線評估計畫成果報告書，連江縣自來水廠(102)

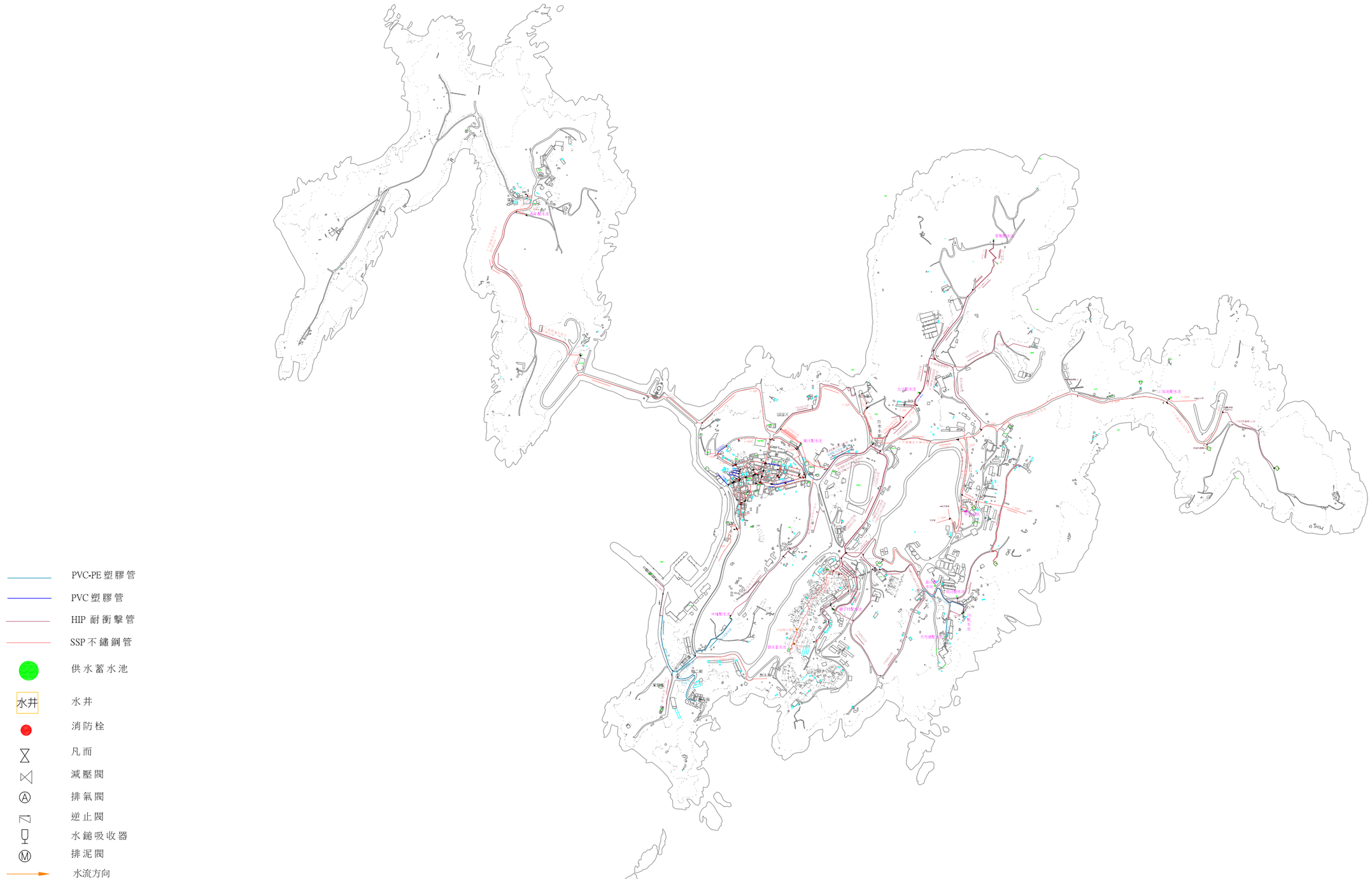
正友工程顧問有限公司	單　位: M	版次	日期	說　明	計畫名稱	馬祖地區自來水管線評估計畫	張數 1/5	圖號 C-1	簽章
	比例尺: 1:1000		102/8/20		圖樣內容	東莒地區自來水管線配置圖	編碼 無		



附圖4　西莒地區自來水供水系統示意圖　　資料來源：自來水管線評估計畫成果報告書，連江縣自來水廠(102)

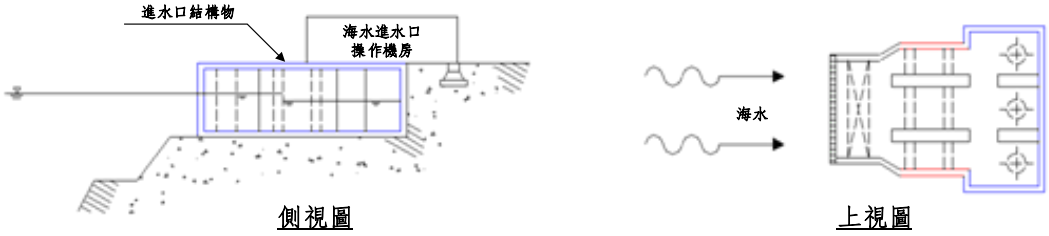
正友工程顧問有限公司	單　位: M	版次	日期	說　明	計畫名稱	馬祖地區自來水管線評估計畫	張數 1/4	圖號 D-1	簽章
	比例尺: 1:1000		102/8/20		圖樣內容	西莒地區自來水管線配置圖	編碼 無		

附圖-5

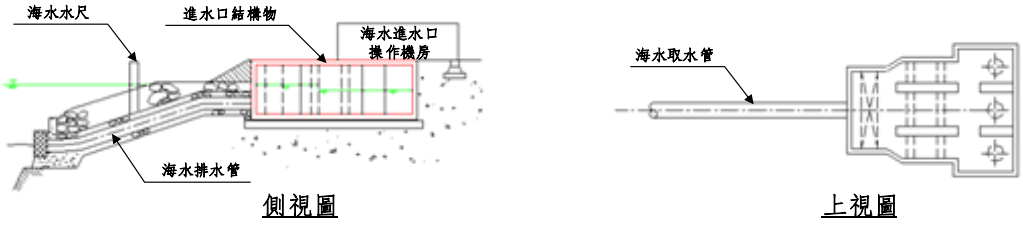


附圖5　東引地區自來水供水系統示意圖　　資料來源：自來水管線評估計畫成果報告書，連江縣自來水廠(102)

正友工程顧問有限公司	單　位: M	版次	日期	說　明	計畫名稱	馬祖地區自來水管線評估計畫	張數 1/3	圖號 E-1	簽章
	比例尺: 1:1000		102/8/20		圖樣內容	東引地區自來水管線配置圖	編碼 無		

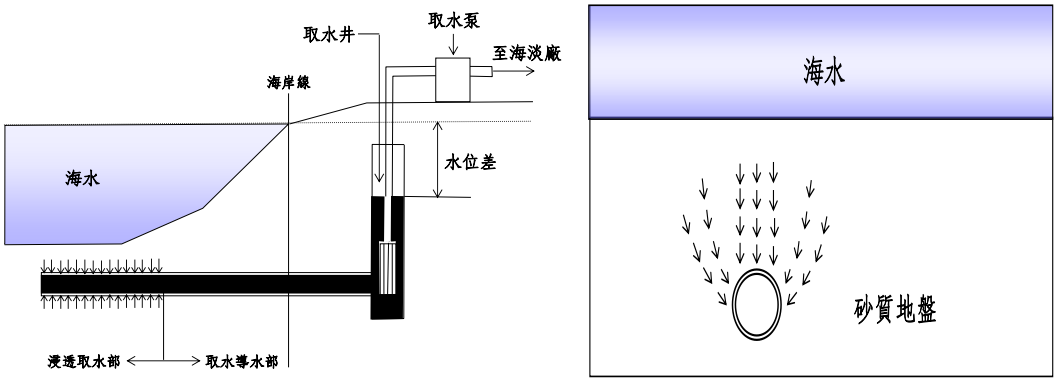


【表面取水式】

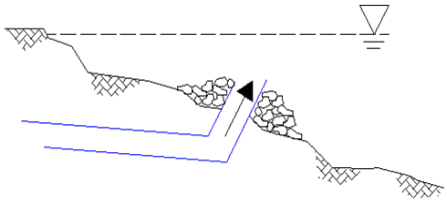


【地下埋管式】

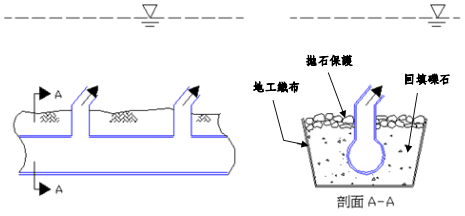
附圖6　取水設施示意圖



附圖7　浸透取水方式示意圖



【單點排放式】



【埋管多點排放式】

附圖8　排放設施示意圖

附表 1 馬祖地區民國43~102年每月降雨量統計表

單位：毫米

月份 / 年份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	排序	全年	機率	備註
43	58.3	83.5	55.4	164.5	102.7	124.3	23.7	62	26.5	0.7	67.1	11.6	10	780.3	18.52%	
44	16.6	36	88.4	68.9	398.1	92.7	58.9	169.9	3.6	-	42.3	18.5		-		
45	37.2	79.8	96.6	100.1	297.5	50.3	122.2	66.9	397.9	55.6	23.3	52.6	43	1380	79.63%	
46	61.4	185	113.7	57.9	217.1	110	-	48.5	144.5	135	13.1	37.4		-		
47	58.7	106.3	175.4	91.4	178.1	136.5	32.6	38.8	240.5	26.5	16.9	18.2	31	1119.9	57.41%	
48	12.7	293.2	65.8	116.7	111.8	326.4	151.9	97.5	291.5	5.8	0	17.3	49	1490.6	90.74%	
49	18.7	1.6	168.4	113.3	211.2	148.7	37	450.7	56.2	1.3	12.8	2.1	37	1222	68.52%	
50	33.7	58.4	180.2	133.3	203.6	220.4	35.5	35.5	254.3	4.1	124.7	45.9	40	1329.6	74.07%	
51	35.1	51.7	39.2	93.5	216	244.4	82.9	213.8	195.1	94.7	26.3	1	39	1293.7	72.22%	
52	-	14.9	45.9	145.8	56.1	131.6	174.1	7.8	457.2	2.5	55.8	22.7		-		
53	226.4	102.8	42.9	28.1	151	225.4	-	73.8	57.3	11.5	0	14.7		-		
54	27.1	39	119.9	102.8	120.9	359.5	44.3	230.7	37.2	50	49.2	25.1	34	1205.7	62.96%	
55	7.1	69.7	73.7	194.1	102	200.3	180	63	72.6	56.1	7	30.5	26	1056.1	48.15%	
56	48.3	58	49.2	98.4	44	46.8	99.7	30.1	10.4	2.6	25.2	14	1	526.7	1.85%	
57	8.2	113.1	61.2	41.2	125.9	299.8	21.9	31.2	19.2	5.2	5.6	23.4	6	755.9	11.11%	枯水年
58	97.6	29.5	32.8	13.6	73.5	151.2	1.5	73.7	203.9	3.2	2.1	4.5	4	687.1	7.41%	
59	44.2	7.5	154.4	103.2	78.2	55.1	25.1	27.4	128	43.6	3.3	67.5	5	737.5	9.26%	
60	64	37.5	15.1	41.5	115.5	171.3	37.6	5	352.4	13.7	0	80.7	17	934.3	31.48%	
61	21.1	81.2	2.5	72.1	18	225.8	119.7	70	11.8	13.2	14.4	-		-		
62	31.3	43.4	55.5	307.6	301.9	200.1	55.2	57.4	115	69.5	93.4	2.2	41	1332.5	75.93%	
63	15.9	36.1	62.3	105.1	168.8	233.2	14	89.4	56.1	47.4	94.9	104	23	1027.5	42.59%	
64	168.5	101.9	225.2	99.7	307.2	159.8	3.8	70	40.7	93.1	46.5	149	46	1465.5	85.19%	
65	3.5	127.2	247.1	264.9	179.4	358.2	40	40.9	28.7	107.8	4.9	4.4	45	1407	83.33%	
66	15.5	11.2	5	23.2	23.6	167	162	187.7	30.5	67.5	24.4	87.3	12	804.9	22.22%	
67	19	70.1	82.2	109.5	252.1	152.7	5.4	139	48.5	58.9	54.5	29.3	22	1021.2	40.74%	
68	12.6	32.2	236.6	84.3	193.5	191.7	16.1	56.3	148.2	-	55.7	5.9		-		
69	52.6	115.9	104.5	175.7	79.7	9	4.4	141.5	15.9	33.6	44.9	2.3	9	780	16.67%	
70	4.6	39.1	58.3	56.9	108.9	94.7	149.5	27.1	94.9	83.4	23.8	21	7	762.2	12.96%	
71	7.9	38.6	72.1	60.8	104.5	200.5	155	113.9	63.2	61.1	99.7	4.4	20	981.7	37.04%	
72	37.6	65.6	90.2	75.2	109	159.8	-	165.3	29	3.8	-	31.4		-		
73	34.2	39.3	74.4	141.3	203.7	67.6	118.1	168	199.7	8.6	3.8	11	28	1069.7	51.85%	
74	42.4	175.6	106	46.8	55.8	60.7	19.1	147.7	155.1	4.2	11.2	23	15	847.6	27.78%	
75	7.6	53.5	350	113	105.5	106.5	32	44.2	62.6	73	154.5	10	30	1112.4	55.56%	
76	24.1	56.8	295.6	194.3	128.8	70	35.1	1.9	70.6	27.4	125	16.6	25	1046.2	46.30%	
77	5.1	47.3	240.9	150.8	137.8	285.1	8.3	17.6	314.3	52	20.3	62.4	42	1341.9	77.78%	
78	93	11.3	58.4	233.3	141.1	95.4	92	94.7	353.9	22.3	41.1	13.2	38	1249.7	70.37%	
79	76	57.6	32.8	191.1	212.9	139	7.7	206.3	184.7	12.9	29.5	5.4	32	1155.9	59.26%	
80	37	13.1	71.6	42.9	52.3	169.6	-	41.8	37.6	43.4	5.9	13.3		-		
81	5	86.1	217.3	176.7	155.4	207.5	226.6	349.6	203.6	4.4	29.5	46.5	51	1708.3	94.44%	
82	52.4	51.3	61.8	110.6	150.9	170.5	15.9	0	62.1	34.7	38.3	18.4	8	766.9	14.81%	
83	0	1.5	62.4	0.2	44.1	15	100.3	95.3	118.6	21.3	6.3	75.7	2	540.7	3.70%	
84	80.6	32.7	59.6	62.2	219.5	267.4	51.6	25.2	21.6	2	8.5	13.3	14	844.2	25.93%	
85	5.2	105.9	143.4	351.1	348.3	30.4	158.9	110.7	94.4	11.1	19.8	3.3	44	1382.5	81.48%	
86	35	73.3	132	44.7	101.9	222.9	17.5	37	26.8	15.4	82.1	33.7	13	822.3	24.07%	
87	48.3	173.7	99.5	83.2	60.2	125	65.4	57.3	87.7	117.2	3.6	36.4	18	957.5	33.33%	
88	35.5	0.1	58.3	99.4	218.7	173.3	140.4	174	71.5	481	0	16.5	48	1468.7	88.89%	豐水年
89	11.5	114.5	47	220	11	510.5	226	308.5	14.5	0.7	2	71.5	50	1537.7	92.59%	
90	29.25	35.25	76	80.76	95.25	172.51	111.5	85.25	155.3	12.25	5.5	27.8	16	886.52	29.63%	
91	68	8.5	48	31	64.75	254.25	107	204	53	73.25	20.5	35.3	19	967.5	35.19%	
92	65	25	44	88.25	103.06	121	0	49	30.25	40.75	37	1.75	3	605.06	5.56%	
93	25.5	61	154.5	64.1	77	62	49	103	343.5	3	13.5	59.7	21	1015.8	38.89%	
94	9.5	129	80.5	28.5	275.5	151	233.5	101.5	133.5	41	15	9.5	36	1208	66.67%	
95	6.3	116.7	117	131.4	325.5	280	185.3	82.8	76.5	1.7	68.9	76.4	47	1468.5	87.04%	
96	50.5	57.7	74.9	161.1	53.2	193.3	0	222.6	22.2	157.2	48.5	47.5	29	1088.7	53.70%	
97	74.4	39.3	64	95.5	136.8	126.9	231.7	13.9	129.1	118.2	27.8	1.4	27	1059	50.00%	平水年
98	30	6.4	99	87.3	50.8	241.3	143.5	232.1	141.1	14.4	83.1	41.6	33	1170.6	61.11%	
99	41.3	154.9	170	293	141.7	208.9	5.9	19.7	59.8	50.7	19.2	41.1	35	1206.2	64.81%	
100	16.9	55.4	16.9	39.6	230.5	58.1	33.8	71.6	4.5	61.5	185.2	18.8	11	792.8	20.37%	
101	179.5	153.6	115.5	196.2	165.2	261	41.3	302.3	187.7	10	222	80.1	52	1914.4	96.30%	
102	3	49.8	113	120	182.3	168.6	44.1	145.4	23	3.2	72	109	24	1033.4	44.44%	
平均	41.31	68.603	101.73	113.69	148.32	171.04	77.777	106.6	117.8	46.04	41.21	33		1067.22		

註：“-”表缺資料

資料來源：連江縣政府與空軍氣象聯隊，民國43~92年；交通部中央氣象局，民國93~102年。

附表 2　馬祖地區民國93~102年月平均蒸發量統計表

單位：公厘(mm)

月份 / 年份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	總和值
93	45.50	65.60	63.10	91.00	96.70	123.40	201.20	156.40	106.00	128.60	74.10	48.50	1200.10
94	51.80	34.20	60.30	80.90	95.10	100.10	198.30	120.90	123.50	107.90	66.60	65.50	1105.10
95	40.80	42.70	60.40	71.20	69.80	114.80	160.60	109.60	116.30	106.80	74.20	57.70	1024.90
96	44.30	43.90	50.70	70.40	110.20	92.70	180.80	113.20	102.30	91.20	71.60	55.90	1027.20
97	39.20	41.70	60.90	54.60	98.60	103.80	104.10	135.10	101.10	76.20	75.60	60.70	951.60
98	48.60	38.30	49.60	73.30	57.40	62.10	138.70	131.60	99.40	59.80	34.90	47.70	841.40
99	36.5	32.2	66.9	57.1	69.3	72.7	144.4	155.9	104.7	71.6	60	53.7	925
100	48.9	40.1	59.5	86.7	79.7	120.6	171	160.8	36.5	70.7	49.4	62.4	986.3
101	31	31.6	55.6	57.6	87.1	112.2	161.8	135.5	107.5	106.8	54.4	42.3	983.4
102	44.3	30	76.7	77.2	76.7	118.2	187.7	146.4	134.1	143	64.7	60.6	1159.6
月平均	43.09	40.03	60.37	72.00	84.06	102.06	164.86	136.54	103.14	96.26	62.55	55.5	1020.46

資料來源：交通部中央氣象局，民國 93~102 年

附表 3 馬祖地區民國45~102年人口成長資料一覽表

項次 年度	歷年人口數	總增減		年平均成長率	項次 年度	歷年人口數	總增減		年平均成長率
		人口數	增減率				人口數	增減率	
45	10,984	-	-		74	6,926	-197	-2.84%	
46	11,411	427	3.74%		75	6,693	-233	-3.48%	
47	11,883	472	3.97%		76	6,411	-282	-4.40%	
48	12,370	487	3.94%		77	6,158	-253	-4.11%	-5.83%
49	12,973	603	4.65%		78	5,898	-260	-4.41%	
50	13,417	444	3.31%		79	5,585	-313	-5.60%	
51	13,625	208	1.53%		80	5,547	-38	-0.69%	
52	14,400	775	5.38%		81	5,958	411	6.90%	
53	14,886	486	3.26%		82	5,603	-355	-6.34%	
54	15,868	982	6.19%		83	5,566	-37	-0.66%	
55	15,868	0	0.00%		84	5,856	290	4.95%	
56	16,208	340	2.10%		85	6,061	205	3.38%	
57	16,481	273	1.66%		86	8,419	2,358	28.01%	3.48%
58	16,755	274	1.64%		87	6,655	-1,764	-26.51%	
59	16,939	184	1.09%		88	6,560	-95	-1.45%	
60	17,088	149	0.87%	2.89%	89	6,733	173	2.57%	
61	16,750	-338	-2.02%		90	8,851	2,118	23.93%	
62	16,215	-535	-3.30%		91	8,763	-88	-1.00%	
63	14,844	-1,371	-9.24%		92	8,806	43	0.49%	
64	13,719	-1,125	-8.20%		93	9,359	553	5.91%	
65	12,804	-915	-7.15%		94	10,345	986	9.53%	
66	11,422	-1,382	-12.10%		95	9,786	-559	-5.71%	
67	10,678	-744	-6.97%		96	9,946	587	5.90%	1.23%
68	9,809	-869	-8.86%		97	9,755	-590	-6.05%	
69	9,058	-751	-8.29%		98	9,919	133	1.34%	
70	8,199	-859	-10.48%		99	9,944	25	0.25%	
71	7,511	-688	-9.16%		100	10,106	162	1.60%	
72	7,338	-173	-2.36%		101	11,310	1,204	10.65%	8.84%
73	7,123	-215	-3.02%	-5.83%	102	12,165	855	7.03%	

資料來源：連江縣政府民政局

附表 4 馬祖地區歷年商店種類及家數

單位：家

類別 / 年度別	總計	農林漁牧業	土石採取業及礦業	製造業	水電燃氣業	營造業	批發及零售業	住宿及餐飲業	運輸倉儲及通信業	金融及保險業	不動產及租賃業	專業科學及技術服務業	教育服務業	醫療保健及社會福利服務業	文化運動及休閒服務業	其他服務業	公共行政業	其他不能歸類行業
80年底	1,094	-	-	55	-	-	534		99	-		-		294		-	-	112
81年底	1,032	-	-	53	-	-	491		110	-		-		260		-	-	118
82年底	903	-	-	23	-	-	526		24	-		-		233		-	-	97
83年底	831	-	-	32	-	-	453		16	-		-		238		-	-	92
84年底	761	-	-	29	-	-	416		17	-		-		205		-	-	94
85年底	736	-	-	29	-	-	390		17	-		-		197		-	-	103
86年底	724	-	-	25	-	-	390		25	-		-		182		-	-	102
87年底	726	-	-	24	-	-	388		26	-		-		179		-	-	109
88年底	748	-	-	23	-	18	384		29	-		-		178		-	-	116
89年底	754	-	-	23	-	21	378		35	-		-		180		-	-	117
90年底	798	-	-	24	-	25	392		52	-		-		188		-	-	117
91年底	1,100	6	-	29	-	59	456	170	84	-	15	15	0	0	146	###	-	0
92年底	1,118	7	-	29	-	62	457	179	87	-	15	15	-	-	148	###	-	-
93年底	1,116	7	-	29	-	70	453	183	88	-	15	15	-	-	142	###	-	-
94年底	1,136	5	-	29	-	74	467	179	90	-	16	15	-	-	146	###	-	-
95年底	1,124	5	-	30	-	73	###	175	90	-	15	17	-	-	145	###	-	-
96年底	1,102	6	-	30	-	72	###	174	88	-	14	18	-	-	134	###	-	-
97年底	1,097	5	-	29	-	73	###	173	85	-	14	16	-	-	132	###	-	-
98年12月	1,104	5	-	30	-	74	###	175	84	-	15	23	-	-	134	###	-	-
99年底	783	18	0	22	2	60	292	155	60	0	46	11	0	0	69	48	0	0
100年底	782	19	0	23	2	58	286	153	61	0	48	12	0	0	70	50	0	0
101年底	777	19	0	23	2	56	288	155	60	0	42	12	0	0	70	50	0	0
102年底	809	21	0	24	2	53	288	162	62	0	50	13	0	0	82	52	0	0

資料來源：連江縣政府工商課

附表 5 馬祖地區民國87~102年每月旅遊人口統計表

年度	87年			88年			89年			90年			91年			92年		
月份	台馬輪	立榮航空	月統計	台馬輪	立榮航空	月統計	台馬輪	立榮航空	月統計	台馬輪	立榮航空	月統計	台馬輪	立榮航空	月統計	台馬輪	立榮航空	月統計
一月	588		588	338	1,280	1,618	644	1,853	2,497	1,394	1,959	3,351	1,854	2,459	4,313	1,279	3,332	4,611
二月	1,135		1,135	844	1,264	2,108	969	1,889	2,858	1,459	1,798	3,256	2,058	3,042	5,100	1,925	3,340	5,265
三月	979		979	690	107	797	1,024	1,745	2,769	1,749	1,713	3,463	1,934	2,545	4,479	999	3,398	4,397
四月	1,554		1,554	2,254	—	2,254	1,641	1,430	3,071	2,349	1,597	3,946	2,464	2,188	4,652	1,331	2,376	3,706
五月	1,549		1,549	1,902	1,497	3,399	1,525	1,733	3,258	2,442	1,442	3,884	2,616	1,987	4,603	1,338	1,973	3,311
六月	1,845		1,845	1,778	3,767	5,545	1,871	1,474	3,345	2,511	1,669	4,211	2,761	2,606	5,367	1,281	2,724	4,005
七月	1,568	1,151	2,719	2,780	3,900	6,680	2,536	1,929	4,465	2,989	2,105	5,094	2,881	2,789	5,670	2,292	4,785	7,076
八月	2,272	926	3,198	284	3,959	6,796	2,049	2,006	4,055	3,582	2,153	5,735	2,693	3,235	5,928	2,635	5,152	7,786
九月	1,214	1,217	2,431	1,648	3,803	5,451	2,044	2,261	4,306	831	1,563	2,394	2,085	2,547	4,632	1,692	4,892	6,585
十月	947	1,030	1,977	1,336	3,913	5,249	1,123	1,974	3,097	2,343	2,320	4,663	1,195	3,328	4,523	1,176	5,049	6,225
十一月	670	1,075	1,745	1,011	4,059	5,069	1,117	1,918	3,035	1,814	2,568	4,383	1,012	3,178	4,190	981	4,955	5,936
十二月	458	1,495	1,953	907	2,124	3,031	989	2,246	3,235	1,218	2,801	4,018	1,334	2,088	3,423	1,029	4,761	5,790
年統計	14,776	6,895	21,670	18,323	29,672	47,995	17,532	22,460	39,992	24,681	23,717	48,398	24,887	31,992	56,879	17,958	46,736	64,695
年度	93年			94年			95年			96年			97年			98年		
月份	台馬輪	立榮航空	月統計	台馬輪	立榮航空	月統計	台馬輪	立榮航空	月統計	台馬輪	立榮航空	月統計	台馬輪	立榮航空	月統計	台馬輪	立榮航空	月統計
一月	1,451	4,662	6,113	1,586	5,206	6,792	1,067	3,940	5,007	1,032	3,875	4,907	1,029	2,962	3,992	1,528	5,795	7,323
二月	1,075	4,651	5,726	1,649	4,417	6,066	863	4,282	5,145	2,104	3,943	6,047	891	4,794	5,685	2,052	3,199	5,251
三月	1,456	4,678	6,135	1,027	4,346	5,373	1,172	3,636	4,808	1,485	3,003	4,487	1,219	4,200	5,419	3,074	4,007	7,081
四月	1,532	4,791	6,322	1,626	4,700	6,325	1,901	3,414	5,315	1,815	3,118	4,933	2,079	3,924	6,003	2,391	4,409	6,800
五月	1,153	5,401	6,554	1,923	4,515	6,439	1,501	3,647	5,148	2,171	3,557	5,728	2,020	4,494	6,515	3,171	5,078	8,249
六月	1,178	5,723	6,901	1,828	5,303	7,131	2,727	3,792	6,520	2,611	3,711	6,322	2,073	5,460	7,533	2,305	3,940	6,245
七月	2,130	6,610	8,740	2,672	6,435	9,107	1,929	4,964	6,893	2,512	6,056	8,567	2,600	6,041	8,641	3,114	7,267	10,381
八月	1,478	6,136	7,613	1,674	6,146	7,820	2,454	5,390	7,844	2,242	4,757	6,999	2,340	6,698	9,083	2,635	6,265	8,900
九月	1,869	5,674	7,543	1,473	5,364	6,838	1,802	4,826	6,628	2,181	4,938	7,120	1,626	5,460	7,086	1,796	4,972	6,768
十月	512	6,378	6,891	972	5,778	6,750	1,800	5,995	7,795	1,180	5,848	7,028	1,878	6,447	8,325	1,512	5,742	7,253
十一月	336	6,043	6,379	1,301	4,477	5,778	1,229	4,857	6,086	348	8,815	9,163	1,399	5,347	6,747	1,058	5,072	6,130
十二月	414	5,942	6,356	779	5,474	6,253	708	4,101	4,809	1,010	3,673	4,683	471	5,150	5,621	991	4,710	5,701
年統計	14,584	66,689	81,273	18,511	62,161	80,672	19,153	52,845	71,998	20,692	55,292	75,984	19,627	60,978	80,605	25,625	60,457	86,082
年度	99年			100年			101年					102年						
月份	台馬輪	立榮航空	月統計	台馬輪	立榮航空	小三通	月統計	台馬輪	立榮航	小三通	月統計	台馬輪	立榮航	小三通	月統計			
一月	1,101	4,204	5,304	525	5,228	752	6,504	1,597	5,380	977	7,954	705	4,702	375	5,783			
二月	1,820	4,293	6,113	1,221	4,879	800	6,901	1,272	4,061	668	6,001	1,579	4,722	823	7,124			
三月	1,493	3,592	5,086	978	5,011	422	6,411	1,504	4,172	482	6,158	1,328	5,233	382	6,943			
四月	2,324	3,890	6,215	1,852	5,685	897	8,434	2,052	4,517	627	7,195	1,528	5,738	660	7,926			
五月	3,020	3,719	6,739	2,440	4,156	541	7,137	2,318	6,359	833	9,510	3,205	4,745	318	8,268			
六月	2,863	3,836	6,699	1,975	6,673	580	9,228	1,873	6,193	571	8,637	2,119	7,628	400	10,147			
七月	2,754	6,717	9,472	2,288	8,812	1,127	12,227	2,640	9,259	926	12,825	1,874	9,752	449	12,075			
八月	2,074	6,530	8,604	1,090	7,799	593	9,481	1,131	7,234	444	8,809	1,464	8,764	508	10,736			
九月	1,601	5,827	7,427	1,625	7,760	576	9,961	1,393	8,090	392	9,875	1,309	8,959	437	10,705			
十月	976	5,985	6,961	1,318	7,270	586	9,175	907	8,471	503	9,881	753	9,240	492	10,485			
十一月	1,280	5,475	6,755	978	5,357	404	6,739	1,097	5,711	431	7,239	638	7,122	456	8,216			
十二月	832	4,724	5,556	381	5,316	350	6,047	492	5,025	350	5,867	373	5,230	2,624	8,228			
年統計	22,138	58,792	80,931	16,670	73,947	7,630	98,247	18,275	74,473	7,202	99,950	16,876	81,836	7,924	106,635			

註：1.本表立榮航空人數為紅色者乃包含台北--馬祖來回合計

2.遊客人數推估方式:遊客量=(海運總載運量×0.385)+(空運總載運量×0.517)

3.經94年委託中華民國戶外遊憩學會辦理「馬祖國家風景區遊客意向調查暨遊客人次推估模式建立之研究」，依研究結果，將遊客人次計算方式改為上開計算方式。

4.100年起開始計算小三通旅遊人數

資料來源：交通部觀光局馬祖國家風景區管理處網站（www.matsu-nsa.gov.tw）

附表 6 臺馬輪103年8月份船期表

區分	航線	日期
臺馬輪	東馬東航線 （基隆→東引→南竿→東引→基隆）	1、3、7、9、11、13、15、17、21、23、25、27、29、31
	先東後馬航線 （基隆→東引→南竿→基隆）	2、4、6、8、10、14、16、18、20、22、24、28、30
合富輪	先馬後東線 （基隆→南竿→東引→基隆）	無航班
	先東後馬線 （基隆→東引→南竿→基隆）	12、26

附表 7 馬祖島際航班參考表

航線(航程時間)	開航時間	
南竿-北竿(約 20 分鐘)	07:00-17:10，間隔一小時一班	
北竿-南竿(約 20 分鐘)	07:30-17:30，間隔一小時一班	
南竿-莒光(約 55 分鐘)	07:00、11:00、14:30 單月先西後東：福澳港-西莒-東莒 雙月先東後西：福澳港-東莒-西莒	
西莒-南竿(約 55 分鐘)	單月	07:50、11:50、15:20
	雙月	08:10、12:10、15:40
東莒-南竿(約 55 分鐘)	單月	08:10、12:10、15:40
	雙月	07:50、11:50、15:20
西莒-東莒(約 15 分鐘)	07:30、10:00、14:00、17:10	
東莒-西莒(約 15 分鐘)	07:50、10:20、14:20、17:30	
南竿-東引(約 2 小時)	需依臺馬輪「先東後馬」船班之航班時間	
東引-南竿(約 2 小時)	須依臺馬輪「先馬後東」船班之航班時間	

附表 8 兩馬小三通103年8月份航班表

日期	船舶	馬祖→馬尾		馬尾→馬祖		備註
		開航時間	抵達時間	開航時間	抵達時間	
8/1~8/3	安麒			09:15	10:45	
		14:00	15:30			
8/4	閩珠 2 號	07:00	08:30			空船
8/4~8/7	閩珠 2 號			09:15	10:45	
		14:00	15:30			
8/7	閩珠 2 號			16:00	17:40	空船
8/8~8/10	安麒			09:15	10:45	
		14:00	15:30			
8/11	金龍	07:00	08:30			空船
8/11~8/20	金龍			09:15	10:45	
		14:00	15:30			
8/21	金龍			09:15	10:45	
8/21	閩珠 2 號	14:00	15:30			
8/22~8/31	閩珠 2 號			09:15	10:45	
		14:00	15:30			

附表 9 東莒地區民國97年地下水水質檢測成果表

檢測項目	單位	飲用水水源水質標準	地下水管制標準（第2類）	地下水監測基準（第2類）	第1次檢測(97.8.12)			第2次檢測(97.10.16)		
					1號井	6號井	9號井	1號井	6號井	9號井
水溫	℃	--	--	--	24.4	22.8	23.4	24.4	23.6	22.3
導電度	μmho/cm	--	--	--	484	366	676	452	332	572
pH值	--	--	--	--	7.4	6.8	7.0	6.9	6.5	6.7
溶氧	mg/L	--	--	--	4.8	3.2	2.4	4.0	4.5	2.0
濁度	NTU	4	--	--	450*	13*	6.1*	220*	2.0	5.4*
鹼度	$mgCaCO_3/L$	--	--	--	91.1	50.4	80.4	71.8	35.7	27.1
總溶解固體量	mg/L	500	--	1250	292	226	426	316	198	402
氯鹽	mg/L	250	--	625	81.8	51.8	141	82.6	62.2	106
硫酸鹽	mg/L	250	--	625	15.3	15.7	16.3	17.0	13.6	16.5
氨氮	mg/L	1	--	0.25	0.05	0.3△	0.09	0.08	0.11	0.45△
硝酸鹽氮	mg/L	10	100	25	0.85	0.5	0.25	1.75	0.51	1.26
亞硝酸鹽氮	mg/L	0.1	10	--	<0.01	0.19*	0.03	<0.01	<0.01	0.02
大腸桿菌群	CFU/100mL	20000 (具備消毒單元者) 50 (未具備消毒單元者)	--	--	120	530	100	<10	<10	<10
砷	mg/L	0.05	0.5	0.25	0.0005	0.0003	0.0006	0.0004	0.0003	0.0003
鉻	mg/L	0.05	0.5	0.25	ND<0.0171	ND<0.0171	ND<0.0171	ND<0.0171	ND<0.0171	ND<0.0171
鎘	mg/L	0.01	0.05	0.025	ND<0.0025	ND<0.0025	ND<0.0025	ND<0.0025	0.006	ND<0.0025
銅	mg/L	1	10	5	<0.01	ND<0.0025	<0.01	<0.01	<0.01	ND<0.0025
鋅	mg/L	5	50	25	<0.01	0.03	0.04	<0.01	0.03	0.01
鉛	mg/L	0.05	0.5	0.25	ND<0.028	ND<0.028	ND<0.028	ND<0.028	ND<0.028	ND<0.028
鐵	mg/L	0.3	--	1.5	0.06	0.02	0.04	0.07	ND<0.0146	0.03
錳	mg/L	0.05	--	0.25	0.02	0.07*	0.20*	<0.01	0.05	0.02

註：1.* 表示超出飲用水水源水質標準，△表示超出地下水第2類監測基準。

2.當檢測值小於環檢所規定之檢測報告位數時，以<該最小表示位數表示，如<0.01。

資料來源：馬祖東莒大坪地下水庫初步規劃

附表 10 東莒地區民國98年地下水及福正水庫水質檢測成果表

檢測項目	單位	飲用水水源水質標準	地下水污染管制標準（第2類）	地下水污染監測基準（第2類）	第1次檢測(98.9.10)				第2次檢測(98.10.28)			
					福正寬口井	水井98I	福正水庫上庫	福正水庫下庫	福正寬口井	水井98I	福正水庫上庫	福正水庫下庫
水溫	℃	--	--	--	26.1	24.3	27.7	27.9	24.2	23.4	23.9	23
導電度	μmho/cm	--	--	--	579	474	797	720	542	385	195	205
pH值	--	--	--	--	6.7	7.1	7.2	7.4	7	6.8	8.7	8.8
氧化還原電位	mV	--	--	--	245	214	196.0	184	116	171	195	205
溶氧	mg/L	--	--	--	7.1	7.9	6.5	7.4	7.1	8.1	6.2	7.1
濁度	NTU	4	--	--	0.75	3.9	15*	6.6*	1.4	0.5	9.5*	5.8*
總鹼度	mg$CaCO_3$/L	--	--	--	119.0	95.0	66.0	70.4	51.6	105	67.6	77.1
總溶解固體量	mg/L	500	--	1250	376	311	486	443	345	223	492	436
氯鹽	mg/L	250	--	625	92.4	79.0	192.0	162.0	115	108	191	166
硫酸鹽	mg/L	250	--	625	17.9	18.8	27.4	24.0	27.1	13.5	45.1	32.9
氨氮	mg/L	1	--	0.25	0.07	0.05	0.17	0.05	0.05	0.09	0.06	0.08
硝酸鹽氮	mg/L	10	100	25	0.9	1.2	ND<0.022	ND<0.022	1	1.04	0.03	ND<0.022
亞硝酸鹽氮	mg/L	0.1	10	--	ND<0.001	ND<0.001	ND<0.001	ND<0.001	ND<0.001	ND<0.001	<0.01	<0.01
大腸桿菌群	CFU/100mL	20000 (具備消毒單元者) 50 (未具備消毒單元者)	--	--	<10	55*	<10	60*	80*	<10	<10	10
砷	mg/L	0.05	0.5	0.25	0.0003	0.0008	0.0005	0.0008	0.0003	0.0003	0.0008	0.0007
鉻	mg/L	0.05	0.5	0.25	ND<0.0119	ND<0.0119	ND<0.0119	ND<0.0119	ND<0.0119	ND<0.0119	ND<0.0119	ND<0.0119
鎘	mg/L	0.01	0.05	0.025	0.004	0.004	0.014*	0.011*	0.005	0.003	ND<0.0021	0.006
銅	mg/L	1	10	5	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.01
鋅	mg/L	5	50	25	0.01	0.01	0.02	0.03	0.02	0.01	0.02	0.03
鉛	mg/L	0.05	0.5	0.25	0.07*	0.06*	0.14*	0.04	ND<0.034	ND<0.034	0.05	ND<0.034
鐵	mg/L	0.3	--	1.5	0.07	0.13	0.64*	0.27	0.02	0.03	0.29	0.17
錳	mg/L	0.05	--	0.25	0.01	0.01	0.37△	0.16*	ND<0.0032	ND<0.0032	0.11	0.07*

註：1. * 表示超出飲用水水源水質標準，△表示超出地下水第2類監測基準。

2.當檢測值小於環檢所規定之檢測報告位數時，以<該最小表示位數表示，如<0.01。

參考資料：馬祖東莒福正地下水庫初步規劃

附錄一　審查意見及處理情形

「馬祖地區水資源整體規劃檢討(1)」
評選會議審查意見及處理情形(1/3)

壹、會議日期：民國 103 年 2 月 6 日（星期四）
貳、會議地點：本所霧峰辦室區 B 棟 2 樓會議室
參、主持人(副召集人)：蔡副召集人展銘記錄：謝孟勳
肆、會議紀錄發文日期：民國 103 年 2 月 14 日
伍、會議紀錄發文字號：水規源字第 10308004020 號

審查意見	處理情形	答覆說明納入報告	
		章節/圖/表	頁次
一、委員 1			
1. 簡述馬祖地區合適的庫容增加之評估方法，有何依據?	1. 馬祖地區適合增加容量水庫之方式，本計畫建議採用加權計分和方式評選，以研定辦理之優先順序。並藉由未來需求水量、庫容改善工程、水源、水質、庫容增加及成本等 6 項篩選因子進行評估。	第陸章 表 6-3	P.6-10
2. 馬祖地區大多以抽水(由湖庫到蓄水池)方式供水為主，若以低炭島策略而言，實屬耗能且背道而行，貴公司有何解決方法?	2. 馬祖地區由於受到既有湖庫特性的限制，目前部分水源的調配方式，水源供給充足時將水庫原水貯蓄至其他水庫，有需要時再重新加壓送至淨水場（如南竿供水系統中之后沃水庫與勝利水庫），此操作方式需要耗費額外的能源。 為達到節能減碳之目的，本計畫後續將配合各設施所在位置高程，檢討現有各供水系統水源調配方式，期能藉由調整水源抽、蓄方式，降低抽水量及能源需求。	第肆章 第五節	P4-61
二、委員 2			
1. 自來水廠各淨水設備部分已老舊，水質優養化問題亦嚴重，針對淨水場處理能力、後續更新建議及因應策略，是否能納入本計畫評估?	1. 後續有關淨水場改善，湖庫優養化及改善方式等將納入本計畫評估範圍。	第玖章 第三節	P9-10

「馬祖地區水資源整體規劃檢討(1)」
評選會議審查意見及處理情形(2/3)

審查意見	處理情形	答覆說明納入報告	
		章節/圖/表	頁次
2. 本計畫須針對未來至民國 140 年之水資源供需進行檢討，由於不確定因素多，且推估時間長，將如何評估(主要因子為何?)，此外，該地區降雨量少，水資源珍貴，針對當地截流系統是否有改善空間?	2. 馬祖地區未來發展，主要仍以觀光產業為主，由其是考量博奕開發後之影響。本計畫將分為兩種情境進行分析。	第參章 第捌章	P.3-1 P.8-11
三、委員 3			
1. 請說明未來博弈用水量推估方式。(如人數及 Lpcd?)	1. 馬祖地區未來可能設立博弈特區，將吸引更多觀光人口，故本計畫將參考國外案例及國內相關研究成果，評估其所可能帶來的用水需求成長，並透過情境模擬的方式，分別檢討、推估不同情境（一般、博弈）下目標年之用水需求。	第參章 表 3-13	P3-13
2. 請說明如何保證履約完成。(貴公司為近 2 年成立，所列軟硬體似乎較少，且人員是否有流動性高問題?)	2. 本公司成員為志同道合的工程師供同成立，工作經驗至少 10 年以上，有能力可完成本計畫。	—	—
四、委員 4			
1. 至目標年之人口成長與產業發展仍具有甚多不確定性，以之推估水資源需求與供應，如何驗證本規劃結果之妥適性?	1. 馬祖地區未來可能設立博弈特區，將吸引更多觀光人口，故本計畫將參考國外案例及國內相關研究成果，評估其所可能帶來的用水需求成長，並透過情境模擬的方式，分別檢討、推估不同情境（一般、博弈）下目標年之用水需求。	第參章 第捌章	P.3-1 P.8-11
2. 本計畫是否檢討馬祖地區資源之限制性，作為推估用水需求之依據?	2. 遵照辦理，將考量相關資源限制後，以作為推估之依據。	第參章	P3-1

「馬祖地區水資源整體規劃檢討(1)」
評選會議審查意見及處理情形(3/3)

審查意見	處理情形	答覆說明納入報告	
		章節/圖/表	頁次
3. 本計畫之經濟效益是否會將政策因素納入考慮?	3. 遵照辦理。	—	—
五、委員 5			
1. 本地區既有水庫增加庫容的評估，是否會將概估經費及期程一併於期中報告中提出?以列入期末成果之參據。	1. 遵照辦理。	第陸章 表 6-6 表 6-7	P.6-19 P.6-21
2. 本四鄉五島之深層地下水附存狀況如何?如搭配地熱能源(節省加熱成本)一併列入效益分析，是否值得列入開發可行性之研究項目?	2. 本計畫將蒐集相關資料後，再進一步評估。	—	—
六、委員 6			
1. 目前馬祖地區海淡廠每立方公尺營運成本約多少?	1. 以南竿三期海淡廠為例，每立方公尺單位成本為 65.12 元，其中營運成本為 32.3 元，另由連江縣自來水廠告知莒光、東引、北竿等海淡廠的每立方公尺營運成本分別為 88、54、54 元。因馬祖地區享有「離島建設條例」規定的補貼，只能依台灣本島用電計價，本計畫建議馬祖地區現有及後續興建的海水淡化廠可朝減少海淡廠耗能，以降低海水淡化廠整廠用電量。	第玖章 第一節	P.9-4
2. 海淡廠南竿一期設計供水量500立方公尺/日，為何目前停止運轉?	2. 南竿一期海淡廠因機組問題導致無法正常取水，目前暫時停止運轉。	—	—
3. 馬祖地區水庫水質普遍優養化，貴公司認為可改善該問題可行的工程及非工程處理方式為何?	3. 非工程方式除定期辦理檢測之外，周邊農地宣導施肥勿過量及家庭廢水排水控制；工程方式則利用集水區上游控制法(點源、非點源)及湖庫縣地改善(底泥)。	—	—

「馬祖地區水資源整體規劃檢討(1)」(案號：102065)
委託服務案期初簡報暨工作執行計畫書
審查意見及處理情形(1/27)

壹、會議日期：民國 103 年 7 月 30 日（星期三）上午 10 時 00 分

貳、會議地點：本所霧峰辦室區 B 棟 2 樓會議室

參、主持人：陳副所長春宏　　記錄：謝孟勳

肆、會議紀錄發文日期：民國 103 年 8 月 11 日

伍、會議紀錄發文字號：水規源字第 10308023260 號

審查意見	處理情形	答覆說明納入報告	
		章節/圖/表	頁次
一、游委員繁結			
1. P4-3，文謂水規所民國 99 年規劃檢討，已確保馬祖地區至民國 120 年之需求無虞，何以如此肯定？	1. 謝謝指正，相關用詞已修正。本計畫已重新檢討馬祖地區水資源供需檢討。	第壹章	P.1-1
2. P4-3，逕流係數之選用影響逕流量估算甚大，本計畫僅依表 4-2 與表 4-3 即加以選用，是否合宜？以往均無此等觀測資料可供驗證否？同樣，入滲量亦是？而表 4-18，採依日降雨量大小對應不同逕流係數估算之方式較為合理，惟該等逕流係數是否仍有低估之可能，宜用其他參數或觀測數據，予以佐證為宜。	2. 由於過去馬祖地區缺乏對於逕流係數之整體性調查，故在逕流量計算上，需依靠土地利用資料，配合衛星影像及地圖研判馬祖地區土地利用概況，依照不同土地使用狀況，參考 Chow et al.（1988）之建議值設定逕流係數。另入滲量的估算方式，過去亦缺乏整體性調查，故本計畫根據水規所民國 95 年「馬祖地區地下水資源調查規劃」中所採用的一維垂向入滲量推估法，依照土地利用情形、土壤飽和入滲率、降雨量紀錄與有效降雨量等數據進行計算，以期能在有限資料的情形下，較為準確的推估入滲量。另有關表 4-18 所採用的逕流係數值，係參考 99 年「離島地區中長程供水檢討規劃」之成果設定，其以下儲水沃水庫作為評估逕流係數之研究區域。經評估近 40 場之日降雨量與入流量資料，求得下儲水沃水庫逕流係數與日降雨量之關係迴歸式，應用此式為計算依據本計畫將日降雨量分成 8 個區間對應不同之逕流係數。	第肆章	P.4-1~7

「馬祖地區水資源整體規劃檢討(1)」(案號：102065)
委託服務案期初簡報暨工作執行計畫書
審查意見及處理情形(2/27)

審查意見	處理情形	答覆說明納入報告	
		章節/圖/表	頁次
	由於缺乏觀測數據，較難以佐證，為提升未來湖庫供水能力計算之精確度，本計畫已於第肆章建議於各湖庫增設水位自動觀測設施及監視設備，並重新辦理水庫淤積測量等工作。		
3. 馬祖地區之特殊地理條件，水資源之規劃仍宜以地表水之蓄留為主要規劃方式，海水淡化等耗能且在成本未真正呈現之前提下，似無需納入水資源整體規劃之考量，而可作為緊急備援，政策考量之項目為宜。	3. 本計畫已重新檢討馬祖地區各島水資源供需情勢，並針對各島特性提出水資源設施定位檢討。	第肆章 第六節	P4-63～65
4. 每人每日用水量仍宜依當地生活方式，詳加評估，以作為水資源合理需求之推估依據。	4. 本計畫以試誤法率定民國 98~102 年每人每日實際用水量，作為重新訂定每人每日用水量標準之參考，並盡可能掌握實際用水人數，以期各目標年用水需求推估結果盡可能符合未來用水變化趨勢(詳第肆章所示)。	第參章 表 3-13	P.3-1~13
5. 博弈特區之進駐人口數應考慮交通、天氣條件之限制，不宜以最佳狀態之條件推估之。	5. 本計畫觀光用水需求推估中，已考量交通狀況，包括航空、船班、小三通等因子的影響，期能確實反應現況並準確推估未來成長。但博弈特區之設立至今仍處於前置作業階段，相關資料仍多所欠缺，故本計畫採用情境模擬的方式，設定因博弈產生的觀光人口。依目前的相關規劃來看，未來博弈特區設立時，廠商投資北竿機場的改善為主要項目之一，故本計畫設定於民國 110 年成立博弈特區，並以未來因交通改善可負荷所有觀光人數為前提進行試算，詳第肆章說明。	第捌章	P.8-1

「馬祖地區水資源整體規劃檢討(1)」(案號：102065)
委託服務案期初簡報暨工作執行計畫書
審查意見及處理情形(3/27)

審查意見	處理情形	答覆說明納入報告	
		章節/圖/表	頁次
6. 博弈特區既為未來水資源需求之主要考量，則水資源規劃應將成本效益詳加分析之。並研擬該開發計畫之水資源自行處理之對策。	6. 馬祖博弈特區之推動目的，係因馬祖地區由於受到地理位置、天候、地形等影響，基礎建設不足，交通不便，故而希望透過觀光博弈引進民間資本，投注相關基礎民生設施的建設，如機場改善，水資源供應、電力供給、資源回收及廢棄物處理等。因此特區設立後，區內各項用水需求將由業者投資興建水資源設施來供應。但若遊客離開特區至其他景點旅遊，將會使用自來水系統之水源。本計畫為推估觀光用水需求，本計畫將觀光人口分為兩類，一是純至馬祖觀光人口，一是博弈觀光人口。其中博弈觀光人口假設觀光人口之用水習慣與台灣地區相同，且觀光客在馬祖停留 4 天，其中 3 天因特區中尚有觀光度假區，故假設均留在特區中，剩餘 1 天則離開特區旅遊。考量特區位置及各島交通便利性，假設離開特區遊客僅至南竿及北竿旅遊，故博弈觀光人口將均分至南、北竿地區。故在需求推估上僅以每人每日用水量的 20%計算博奕觀光人口至南、北竿旅遊使用之水量。	第捌章	P.8-1
7. 污水處理提升至三級處理之可行性及效益似可再分析評估之。	7. 連江縣政府已興建的水資源回收中心，以提供再生水給各界使用，目前正進行第二期計畫，預計興建 22 座水資源回收中心。	第貳章 第十節	P.2-46
二、李委員鐵民			
1. 馬祖地區歷年來曾辦理多次用水規劃檢討，建議分別說明各次規劃分析之重點，短中長程之供需情形，本次之整體檢討與前多次之規劃有何差異性。	1. 已增列馬祖地區水資源規劃與開發等歷程與成果。	第壹章 第六節	P.1-9

「馬祖地區水資源整體規劃檢討(1)」(案號：102065)
委託服務案期初簡報暨工作執行計畫書
審查意見及處理情形(4/27)

審查意見	處理情形	答覆說明納入報告	
		章節/圖/表	頁次
2. 前曾完成之短中長程供水改善策略規劃(行政院 95 年核定)，截至目前各期程應推動方案之辦理情形如何？宜有說明。	2. 「離島地區供水改善計畫－馬祖地區」各項工程已於 102 年 4 月完成所有工項。	第壹章 第六節 表 1-4~1-6	P.1-18~20
3. 本計畫擬檢討現有各供水系統水源調配方式，除檢討外建議建立最佳水量運用及能源效率之操作模式，供實務上可應用。	3. 本計畫今年度重點在既有水資源設施的盤點及功能評估，並釐清未來水資源之供需情勢。因此在各供水系統水源條配方式上，將參考經濟部水利署於 103 年度委託辦理「馬祖地區自來水管理制度之研究」成果，評估此工作所需基本資料（如各淨水場進水量、海淡廠供水量、設施高程、抽水機操作紀錄、動力費、加藥費、需求水量等），並於後續評估可能的執行方式。	第肆章 第五節	P.4-58～61
4. 馬祖之水源水量水質皆有先天上之困難與不足，前曾研擬自大陸之境外引水，現金門之境外引水已順利推動中，在政治上考量已可解決，建議參考前曾規劃方案，從技術上、經濟性、水質等各層面進一步評析境外引水之可行性。	4. 馬祖地區自大陸引水計畫共分海底管線及船運兩種類，經分析後建議以船運為主(成本較低)，且 91 年馬祖缺水時，已先行試辦過一次，未來若仍缺水，建議可採此方式辦理。	第貳章 第十一節	P.2-58
三、簡委員俊彥			
1. 馬祖為離島，水資源的供需規劃應以務實，因地制宜及以供定需為基本原則，建議不要太理論。	1. 本計畫在水資源供需分析上，皆以連江縣自來水場所提供的資料進行分析。	第參章	P.3-5

「馬祖地區水資源整體規劃檢討(1)」(案號：102065)
委託服務案期初簡報暨工作執行計畫書
審查意見及處理情形(5/27)

審查意見	處理情形	答覆說明納入報告	
		章節/圖/表	頁次
2. P.4-7 每人每日生活用水量，建議以現況實際統計用水量為基礎酌予考量未來增加量而決定，觀光用水量也應務實估計。	2. 本計畫以試誤法率定 98~102 年每人每日實際用水量，作為重新訂定每人每日用水量標準之參考，並盡可能掌握實際用水人數，以期各目標年用水需求推估結果盡可能符合未來用水變化趨勢。	第參章	P.3-5
3. 既有水庫是否能為擴增容量，及是否有新增地面湖庫水源，建議以實際調查規劃資料為主，充分考量其可行性而決定之。	3. 本計畫已重新檢討馬祖地區各島水資源供需情勢，並針對各島特性提出水資源設施定位檢討。後續將針對各島水源特性及各湖庫現場調查結果再進行評估新增湖庫或擴充容量的可行性。	第陸章 第柒章 第一節	P.6-1 P.7-1
4. 馬祖現況供水設施及供水能力所面臨的主要課題，建請深入瞭解掌握並加以分析，如有可改善空間也請提出建議。	4. 根據連江縣自來水場所提供歷年供水資料顯示，近年來受限海水淡化廠購水契約量，多使用海淡水，湖庫水有減少供應趨勢(如南竿地區)，本計畫已針對各島提出水資源設施定位檢討。	第伍章	P.5-1
5. 博弈開發特區的觀光用水，應以自籌納入該計畫同時解決為原則，博弈計畫有可能成為帶動馬祖社經發展的火車頭計畫，外來資源的投入(包括水資源開發資金投入)勢在必行，建請妥為規劃因應。	5. 有關博奕開發之分析，請詳第捌章所示。	第捌章	P.8-1
6. P.4-51 各項子題的探討，涵蓋面甚廣，研究範圍可大可小，建請甲、乙雙方適當界定之，以利進行。	6. 有關馬祖地區水資源經營策略及方案研擬部分，將待本計畫所提各島水資源設施定為確認後，再予研擬。	—	—
7. 本項工作執行計畫書原則可行，建請修正後接受之。	7. 已於 8 月 13 日提送修正版。	—	—

「馬祖地區水資源整體規劃檢討(1)」(案號：102065)
委託服務案期初簡報暨工作執行計畫書
審查意見及處理情形(6/27)

審查意見	處理情形	答覆說明納入報告	
		章節/圖/表	頁次
8. 馬祖水資源的缺乏，成本高導致開發資金及營運維護資金籌措困難是主要因素之一。建議考量由觀光事業及博弈計畫與可能的烏坵核廢料存放計畫等酌量收取水資源開發基金，用於提升馬祖居民的生活福祉。	8. 委員意見將納入後續執行考量。	—	—
四、廖委員培明			
1. page1-1，計畫緣起最後一段宜刪除。	1. 已刪除，請詳第壹章所述。	第壹章	P.1-1
2. page1-9，表 1-2 南竿鄉秋桂山水庫，北竿鄉中興水庫，北竿鄉坂里水庫在 98 年之水文現象水庫運用次數小於 1，則增加庫容其可行性偏低，也許以增加截水或許較可行宜詳評。	2. 工作執行計畫書中表 1-2 包含水庫別、位置、有效蓄水容量、集水區面積和民國 98 年實際供水量，未包含水庫運用次數。本計畫於期中報告第參章表 3-8 中，整理自民國 95~102 年水庫之歷年運用水量數據，結果顯示南竿水庫年運用水量自民國 95 年最高值 66.6 萬立方公尺降至目前最低值 35.9 萬立方公尺，尤其自民國 100 年以來下降幅度甚大。而其他各島配合水庫改善工程運用水量程現持平或上昇趨勢。另比較各島水庫供水能力分析結果、現況供水量及各目標年水庫計畫需求水量，除東引地區現況供水量高於供水能力之外，其他地區水庫供水能力相較於現況供水量尚有餘裕，惟南竿地區扣除后沃水庫供水能力後，則僅能滿足現況用水需求。故後續將根據水資源供需情勢分析，進一步探討增加庫容、增設雨水截流設施增加湖庫集水量等方案之可行性。	第肆章 表 4-16	P.4-44

「馬祖地區水資源整體規劃檢討(1)」(案號：102065)
委託服務案期初簡報暨工作執行計畫書
審查意見及處理情形(7/27)

審查意見	處理情形	答覆說明納入報告	
		章節/圖/表	頁次
3. page1-10，東莒鄉既有湖庫水源不用卻完全來自地下水，是否曾評估該地區未來地下水最大可開發量。	3. 依水利署水規所 97 年「馬祖東莒大坪地下水庫初步規劃」及 98 年「馬祖東莒福正地下水庫初步規劃」成果，保守估計大坪地區及福正地區之安全出水量分別約 56 及 110 CMD，合計 166 CMD，對照目前實際用水量來看仍在安全範圍內。惟東莒地區無常年流動溪流，地下水補注來源完全仰賴降雨後的地表入滲，在全球氣候變遷的影響下，屬高缺水風險地區，加上未來觀光用水需求的可能成長，本計畫已建議後續以多元化水源開發的方式，尋找其他可用水源來降低缺水風險。	第伍章 第一節	P.5-1
4. page1-11，提升自來水普及率至 99%是否會高估宜檢討。	4. 民國 98~102 年馬祖地區自來水普及率，均接近 98%，最高達 98.54%，但 101 及 102 年則逐漸降低。對照馬祖地區戶籍人數變化趨勢，推測是因 101 年 7 月份博弈公投前民眾欲參與投票而遷籍回馬祖，及通過後預期的相關福利措施之誘因，使得有意願將戶口遷入馬祖的人數增加，但僅設戶籍未申請自來水使用，因此使得普及率降低。由歷年資料來看，目標年普及率提升之設定應可達到 98%。	第參章 表 3-18	P.3-19
5. page1-13，海水淡化廠可否穩定供水將主宰馬祖地區整體供水趨勢，其效益未來將作為評估基準。	5. 本計畫已針對既有海淡廠進行現地調查，據以評估與檢討設施現況功能。此外，亦針對早期興建營運的海水淡化廠所面臨的問題，包括初期參與廠商的經驗與財務均不足、初期試車條件太長、前期委託代操作之合約型式與內容等進行探討，並提出後續興辦方式及未來操作營運合約擬定之相關建議。	第肆章 第六節	P.4-65

「馬祖地區水資源整體規劃檢討(1)」(案號：102065)
委託服務案期初簡報暨工作執行計畫書
審查意見及處理情形(8/27)

審查意見	處理情形	答覆說明納入報告	
		章節/圖/表	頁次
6. page2-2，工作目標似乎只是將合約工作項目擬為目標，建議應更明確些。	6. 已修正。	第壹章 第二節	P.1-2
7. 報告內有關本工作團隊建議均修正為本計畫。	7. 遵照辦理，已修正。	—	—
8. page4-23，馬祖地區既無其他可調度水源，除非有地下水或海水淡化之聯合運用否則不宜定缺水指數，只需探討缺水率等。	8. 水庫供水能力的計算主要是了解下游需水量未來能夠由水庫獲得多少水量及可承受的缺水頻率為何來訂定。因此一般採用美國陸軍工程師團所發展的缺水指數來計算。一般水資源規劃允許某種程度之缺水，故水資源開發計畫均採用缺水指數等於 1.0 為供水標準，以評估各水資源開發計畫之供水能力。過去馬祖地區因缺乏足夠水源之調配能力來滿足供水需求，因此基於供水穩定之因素下，採用缺水指數等於 0.3 之供水標準，來檢討馬祖地區湖庫之供水能力。本計畫考量目前馬祖地區除東莒外，均設有海淡廠供水，故回歸至台灣地區一般水資源開發計畫的設定，以 SI = 1 推估各湖庫的供水能力。	第肆章 第四節	P.4-43~52
9. page4-29，既有水庫運用次數偏低則蓄水容量增加可行性應甚低，不如以水質較佳增加集水面積方面探討。	9. 本計畫比較各島水庫供水能力分析結果、現況供水量及各目標年水庫計畫需求水量，結果顯示南竿地區扣除后沃水庫供水能力後，則僅能滿足現況用水需求。由於后沃水庫因水質問題至今尚未使用，故本計畫後續將往水質改善之方向進行探討。另設置雨水截流系統增加湖庫集水量亦是後續執行時的重點項目之一。	第玖章 表 9-2	P.9-13

「馬祖地區水資源整體規劃檢討(1)」(案號：102065)
委託服務案期初簡報暨工作執行計畫書
審查意見及處理情形(9/27)

審查意見	處理情形	答覆說明納入報告	
		章節/圖/表	頁次
10. page4-32，文敘剩餘可開發水量綽綽有餘，惟需增加那些措施才能達成未來將是本計畫之重點。	10. 本計畫後續執行時將根據現有水資源設施功能評估檢討成果，配合水資源供需情勢分析，針對用水需求不足的部分，評估相關開發方案。	第玖章 表 9-2	P.9-13
11. page4-41，表 4-18 日雨量與日逕流係數是否尚需檢討。	11. 馬祖地區由於缺乏相關數據的觀測資料，因此本計畫參考 99 年「離島地區中長程供水檢討規劃」之成果設定，其以下儲水沃水庫作為評估逕流係數之研究區域。經評估近 40 場之日降雨量與入流量資料，求得下儲水沃水庫逕流係數與日降雨量之關係迴歸式，應用此式為計算依據本計畫將日降雨量分成 8 個區間對應不同之逕流係數。另為提升未來湖庫供水能力計算之精確度，本計畫已於第參章建議於各湖庫增設水位自動觀測設施及監視設備，並重新辦理水庫淤積測量等工作。	—	—
五、陳委員義平			
1. 基本資料蒐集除計畫所列自然環境(5 項)及社會環境(3 項)之外請增列現有島嶼面積，及目前水源供給及需求情形。	1. 遵照辦理，已增列。	第貳章 第參章 第伍章	P.2-1 P.3-1 P.5-1
2. 馬祖地區之水源需求建議分中長程推估，中程以民國 120 年為目標年，長程目標年以民國 140 年之需水量。	2. 遵照辦理，請詳第參章所述。	第參章	P.3-1～25

「馬祖地區水資源整體規劃檢討(1)」(案號：102065)
委託服務案期初簡報暨工作執行計畫書
審查意見及處理情形(10/27)

審查意見	處理情形	答覆說明納入報告	
		章節/圖/表	頁次
3. 需求量之需求推估其中觀光需增供水量以新加坡聖淘沙各勝世界，博弈產業作為參考推估依據，鑒於馬祖地區地形條件及交通問題，此照聖淘沙各勝世界需求量推估可能高估。	3. 遵照辦理，請詳第捌章第二節所述。	第捌章 第二節	P.8-3
4. 為現有水源穩定供水，及依需求之增加，需增供水源，宜優先檢討現有湖庫供水情形，做更新改善，再進一步考慮回收水再利用，最後再以海水淡化，另地下水(除東莒島外)宜做為救旱之備用水源。	4. 本計畫已重新檢討馬祖地區各島水資源供需情勢，並針對各島特性提出水資源設施定位檢討。	第伍章 第三節	P.5-7~10
5. 馬祖地區自來水系統均為獨立系統，請檢討將各島做連結管網各島可相互支援，另將飲用水及一般次級公共用水分開，以海水淡化之水量做為飲用水，其餘水源做為一般用水，建設另一套管路系統等評估其可行性。	5. 參酌「東西莒海底輸水管線工程可行性研究評估」成果，東西莒海底輸水管線工程的經濟效益不高(益本比約為0.34)，後續可考量島際間以船運方式辦理。另有關飲用水及一般次級公共用水分開方式，參酌澎湖馬公經驗先行試辦將海淡水以加水站方式供應飲用，後續再評估管線分開供應之可行性。	—	—

「馬祖地區水資源整體規劃檢討(1)」(案號：102065)
委託服務案期初簡報暨工作執行計畫書
審查意見及處理情形(11/27)

審查意見	處理情形	答覆說明納入報告	
		章節/圖/表	頁次
六、孫委員思優			
1. 本計畫於 P4-1 流程圖中標示將收集「地形」、「地質」二項因子，於 P4-2 提及將收集「地質」、「水文地質」二項因子，但於表 4-1 中卻僅將對航測所的 1/5000 地形圖進行，顯有不足，可對馬祖地區既有資源規劃、工程施工案例及其他文獻、出版品多加涉獵。	1. 相關地形與地質資料請詳第貳章第三節所示。	第貳章 第三節	P.2-4
2. 「土壤」分布對築堰材料研選，地質條件對堰型研選都有其意義，對本計畫書肆、三、供需檢討之(四)(五)皆有幫助，請一併納入收集成果呈現。	2. 後續評估時將納入考量。	第貳章 第三節	P.2-4
3. 各既有取(井)蓄(湖庫)水設施分別位於何土壤、地表分區，請將可收集得之設施，套疊於各圖中，一併分析其有否相關性，以決定是否納入各項評分或評選之主次要因素。	3. 後續評估時將納入考量。	—	—

「馬祖地區水資源整體規劃檢討(1)」(案號：102065)
委託服務案期初簡報暨工作執行計畫書
審查意見及處理情形(12/27)

審查意見	處理情形	答覆說明納入報告	
		章節/圖/表	頁次
七、陳委員美金			
1. 針對既有水源設施，實際盤點，如何提升其效能、重新檢討效率、效益評估是重點之一(水資源開發已三期)。	1. 本計畫已透過資料蒐集和現地調查等方式，實際盤點既有水資源設施，並進行功能評估與檢討工作。	第肆章 第五節	P.4-58～61
2. 馬祖地區每年度 122 萬噸供水量，但卻必須有十座廠及一個供水站提供，各島之間無法調度應用，該如何有效率的運用降低成本，列入本計畫評估。	2. 依照目前馬祖地區水資源供給方式來看，主要是以湖庫及海淡水供應，且由歷年資料可知湖庫供給量逐年下降。由於海淡水產水成本較高，且需耗費較大電力，故若以低碳島發展為目標，應先充分利用既有地面水收集設施，如既有水庫更新改善、壩體加高、增加水庫庫容或新增湖庫等。本計畫後續將依照各島供需情勢，評估規劃各項方案，期能以有效利用、降低成本的方式滿足各目標年之水資源需求。	第玖章 表 9-2	P.9-13
3. 供水量若以水廠的資料為基本資料是低估狀態，因為早期農復會開發許多的寬口井，部份民眾自行抽取利用。	3. 本計畫水資源需求推估模式中，以民國 98~102 年的實際供水量，反推每人每日用水量數據，再由未來人口成長及常駐人口比例設定，分生活、觀光及國防三個部分計算總用水需求量。因此民眾自行取水的部分，已反應在每人每日用水量內。另各目標年用水需求以總人口數而非使用自來水系統人口數來推估，應符合實際狀況，不至過於低估。	第參章 第二節	P.3-5

「馬祖地區水資源整體規劃檢討(1)」(案號：102065)
委託服務案期初簡報暨工作執行計畫書
審查意見及處理情形(13/27)

審查意見	處理情形	答覆說明納入報告	
		章節/圖/表	頁次
4. 供給面的部份，必須考量海淡的效能及湖庫水可用的現況評估，像后沃 46 萬噸，佔南竿一半蓄水量，但實際並不堪用，海淡設計量雖各 500 噸，但設備均不堪使用必須更新重置後才可提昇效能，未更新前均不該列入供給量。	4. 本計畫水資源供需情勢中，后沃水庫已不納入供給曲線內。另既有海淡廠供水能力均以合約購水量設定之，且民國 105 年後除南竿三期外，均不納入供給量內，以符合實際狀況。	第伍章 第二節	P.5-3
5. 為節水考量原水，配水輸水管路更新納入評估。	5. 連江縣自來水廠於民國 102 年委託辦理「馬祖地區自來水管線評估計畫」，計畫中已針對配水、給水管線進行評析，並針對老舊管線提出改善建議及期程。本計畫後續執行時，將納入相關方案之評估。	—	—
八、李委員佩芸(書面意見)			
1. 報告中部分時間點過久，未更新，如：第 1-4 頁：紫沃水庫改善工程提及 99 年 8 月 30 日完成修正招標文件，目前辦理第 3 次招標作業中，惟至今已 103 年相關作業應已完成，請修正。表 1-2 仍引用 98 年供水量，請更新，並請統計馬祖四鄉五島用水量並繪製用水變化曲線。第 4-17 頁西莒地區樂道沃水庫更新改善工程及第 4-20 頁東引地區紫沃水庫改善工程，是否均已完工？	1. 相關資料已更新，請詳第壹章及第貳章所示。	第壹章 第貳章	P.1-1～23 P.2-1～58

「馬祖地區水資源整體規劃檢討(1)」(案號：102065)
委託服務案期初簡報暨工作執行計畫書
審查意見及處理情形(14/27)

審查意見	處理情形	答覆說明納入報告	
		章節/圖/表	頁次
2. 圖 2-1，比例尺有誤，另圖面文字過小不清楚，請修正，並建立 GIS 供水系統圖(即整合圖 4-2~圖 4~6，內容至少包含水庫、地下水井、海淡廠、淨水場、供水管網、截水系統、主要聚落及道路等)。此外，第 4-15 頁第 1 行提及 6 座集水池抽水站，但圖 4-2 僅標註珠螺集水池，原因為何？	2. 已修正。	第肆章 圖 4-26~30 附圖 1~5	P.4-59~61
3. 圖 4-1 針對現況供給面檢討部分，無潛能量推估，另依表 4-14 東莒地下水井現地調查資料表所示，其水井均無申請水權，各水庫是否相同？請調查並建議各用水單位依水利法辦理。	3. 本計畫已重新檢討馬祖地區水資源供需檢討。另水權部分將轉連江縣政府查詢。	第伍章	P.5-1～11
4. 針對現行連江縣各海水淡化廠之營運操作模式(契約)、如何與湖庫聯合運用，請檢討目前機制並提出最佳操作方案。	4. 本計畫已將聯合運用修正為共同運用。	第肆章	P.4-50 P.4-51
5. 各水庫集水區範圍且降雨量小，故截流系統的改善相對重要，請徹底調查流路並提出具體改善建議，提升水量利用效率。	5. 目前各截流系統所截留之水量皆納入湖庫中運用。	第肆章 第四節	P4-43~52

「馬祖地區水資源整體規劃檢討(1)」(案號：102065)
委託服務案期初簡報暨工作執行計畫書
審查意見及處理情形(15/27)

審查意見	處理情形	答覆說明納入報告	
		章節/圖/表	頁次
6. 水庫水質優養化嚴重，請提出具體改善策略。	6. 本計畫經初步分析各湖庫都優養情形及水質問題，初步探討其原因可能為湖庫小，上游污水截留不足及湖庫底泥影響。以往連江縣政府執行湖庫底擬清除工程，惟效果不好，後續將針對以往執行成效及湖庫特性提出改善方式。	第貳章 第七節	P.2-26
7. 第 4-29 及 4-30 頁針對馬祖地區既有水庫介紹重複，請修改；圖 4-12 係指水質普養狀態發生頻率？亦或是水質因子？請確認。	7. 本計畫經初步分析各湖庫優養情形及水質問題。	第貳章 第七節	P.2-26
九、蔡委員展銘			
1. 本計畫 6 大項主要工作(如 chap3 文敘)且已呈現其完整工作流程(如圖 4-1)，惟該流程是否能達到前揭工作要求，應請敘明其間關聯性且增補各項工作的工作或分析流程(如圖 4-9 及 4-16)。	1. 遵照辦理，相關工作流程請詳第壹章第五節所示。	第壹章 第五節	P.1-3
2. 「基本資料蒐集與調查」應加強用水、人口資料更新、各湖庫歷次更新及安評、低碳島、博奕、境外引水相關計畫資料等工作。	2. 遵照辦理，請詳第貳章所示。	第貳章	P.2-1～68

「馬祖地區水資源整體規劃檢討(1)」(案號：102065)
委託服務案期初簡報暨工作執行計畫書
審查意見及處理情形(16/27)

審查意見	處理情形	答覆說明納入報告	
		章節/圖/表	頁次
3. 現有(或新增)湖庫供水能力分析擬依水平衡法(如 P4-24)及流程(P.4-25 圖 4-7)，惟至目前為止尚未見各湖庫入流量資料(以往均由滲漏及蒸發量間接推估如 P.4-40 公式及表 4-18)，請敘明有何做法可以完成本項工作。	3. 湖庫供水能力分析請詳第肆章第四節所示。	第肆章 第四節	P4-43～52
4. 為達節能減碳(低碳島)目的，應檢討馬祖地區現況水源及自來水系統(如 P.4-27 圖 4-8)內之水源量及能源等，惟應請優先取得該系統各水源點之高程及位置資料，並進而重新檢算各湖庫 HAV，供水量等資料。	4. 本計畫已取得各供水系統水源點高程及相對供應方式，請詳第肆章第五節所示。湖庫供水能力分析請詳第肆章第四節所示。	第肆章 第四、五節	P.4-43～62
5. 針對「既有水庫蓄水容量增加」工作流程(如圖 4-9)內所列工作及納入評估項目(如 P.4-40 表 4-17)，惟其合理性尚待檢討，並請參酌本所前期完成「水庫加高可行性評估計畫」成果。	5. 遵照辦理，後續將納入考量。另本計畫已重新檢討馬祖地區各島水資源供需情勢，並針對各島特性提出水資源設施定位檢討(詳第伍章第三節所示)。後續將針對各島水源特性及各湖庫現場調查結果再進行評估新增湖庫或擴充容量的可行性。	第伍章 第三節	P.5-7

「馬祖地區水資源整體規劃檢討(1)」(案號：102065)
委託服務案期初簡報暨工作執行計畫書
審查意見及處理情形(17/27)

審查意見	處理情形	答覆說明納入報告	
		章節/圖/表	頁次
6. 針對「新設湖庫可行性評估」須先就非屬水庫、非截水系統及非高度進行評選，惟請應先敘明其合適性，並請儘速完成初步勘選等前置準備工作，俾利本所協助安排或參與。	6. 本計畫已重新檢討馬祖地區各島水資源供需情勢，並針對各島特性提出水資源設施定位檢討(詳第伍章第三節所示)。後續將針對各島水源特性及各湖庫現場調查結果再進行評估新增湖庫或擴充容量的可行性。相關湖庫勘查已於 8 月底辦理完成。	第伍章 第三節	P.5-7
7. 針對「水資源經營策略及方案研擬」工作，理應經辦理本計畫前揭相關工作後再予研擬，爰目前報告所研提 4 子題及 7 方案(P.4-51)應有所交待及說明。	7. 有關馬祖地區水資源經營策略及方案研擬部分，將待本計畫所提各島水資源設施定為確認後，再予研擬。	—	—
十、福建省連江縣政府顧課長迪士			
1. chap2，工作目標建議增列「海水淡化廠」穩定供水(硬體設施、營運管理)檢討、評估與建議(P2-2)。	1. 有關海水淡化廠相關調查與分析成果，請詳海水淡化廠相關調查分析請詳第肆章第三節所示。	第肆章 第三節	P.4-9～42
2. chap3 之四，既有水庫蓄水容量增加可行性評估：(二)可利用水源及開發潛能分析-建議參考方向： (1) 雨水截流再利用-增加水源、防止坍塌之評估 (2) 雨水貯留推動障礙-水價過低之檢討 建議對設置雨水貯留設施之家戶及機構實施差別費率獎勵之可行性評估(非接觸用水佔28%)(P.3-1)以呼應低碳島計畫。	2. 本計畫已重新檢討馬祖地區各島水資源供需情勢，並針對各島特性提出水資源設施定位檢討(詳第伍章第三節所示)。後續將針對各島水源特性及各湖庫現場調查結果再進行評估新增湖庫或擴充容量的可行性。	第伍章 第三節	P5-7

「馬祖地區水資源整體規劃檢討(1)」(案號：102065)
委託服務案期初簡報暨工作執行計畫書
審查意見及處理情形(18/27)

審查意見	處理情形	答覆說明納入報告	
		章節/圖/表	頁次
3. 95、99、100 年已做規劃檢討，本計畫除評估博弈效應外，希望對實際供水面臨之困境有實質評估及建議。	3. 本計畫除調查各水資源設施現況功能外(詳第肆章)，另已重新檢討馬祖地區各島水資源供需情勢，並針對各島特性提出水資源設施定位檢討(詳第伍章第三節所示)。	第伍章 第三節	P.5-7
十一、經濟部水利署許副工程司宏達			
1. 連江縣政府就東莒供水水源，有設立海淡廠供應之構想，本項構想可行性，請納入計畫內評估。	1. 遵照辦理，後續將針對東莒地區水源供應方式，提出綜合評估。	—	—
2. 水利署於 100 年辦理馬祖北竿地區水資源調查利用規劃，請納入參考文獻。	2. 敬悉，將納入考量。	—	—
3. 馬祖博弈用水因屬特定目的用水，考量離島地區水源開發不易，成本高，其用水應由開發單位自行開發為原則。	3. 遵照辦理。	第捌章	P.8-1~11
4. 每人每日用水量請依節約用水政策方向考量，以符政策目標。	4. 本計畫以試誤法率定民國 98~102 年每人每日實際用水量，作為重新訂定每人每日用水量標準之參考，並盡可能掌握實際用水人數，以期各目標年用水需求推估結果盡可能符合未來用水變化趨勢(詳第參章所示)。	第參章 第二節	P.3-5

「馬祖地區水資源整體規劃檢討(1)」(案號：102065)
委託服務案期初簡報暨工作執行計畫書
審查意見及處理情形(19/27)

審查意見	處理情形	答覆說明納入報告	
		章節/圖/表	頁次
5. 地下水供水能力推估，以歷年出水量為推估量，應檢討地下水位之變化，在確定無超抽下，才可以歷年出水量為供水能力。	5. 依民國 95~102 年供水資料來看，東莒地區因觀光客人數日益增加，日用水量呈現逐年上升的趨勢（78→109 CMD）。根據現地調查成果，在目前的操作下地下水水位雖有起伏，但各井均未發生枯井的狀況，且水質檢測結果亦未顯示有水質鹽化之趨勢。另依水利署水規所 97 年「馬祖東莒大坪地下水庫初步規劃」及 98 年「馬祖東莒福正地下水庫初步規劃」成果，保守估計大坪地區及福正地區之安全出水量分別約 56 及 110 CMD，合計 166 CMD，對照目前實際用水量來看仍在安全範圍內。惟東莒地區無常年流動溪流，地下水補注來源完全仰賴降雨後的地表入滲，在全球氣候變遷的影響下，屬高缺水風險地區，加上未來觀光用水需求的可能成長，建議後續以多元化水源開發的方式，尋找其他可用水源來降低缺水風險。	第伍章 第一節	P.5-1
6. 為符低碳島目標，請檢討再生能源或境外引電作為海淡廠能源之可行性。	6. 有關海淡廠用電及後續委辦方式，後續將一併評估。另境外引電應牽涉高壓直流技術(國內目前未應用)，且台灣交流電是 60Hz（赫茲），大陸是 50Hz，需用高壓直流輸電，雙邊都要設換流站，價格昂貴，建議不考量境外引電。	—	—
7. 離島地區天然水資源利用率皆偏低，此為離島自然條件之限制，惟外界仍有質疑，請加強評估其原因並說明。	7. 遵照辦理，主要還是湖庫小及優養化嚴重，目前連江縣政府已積極辦理污水下水道系統，及軍方污水改善工程，對後續使用湖庫水將會提升。	—	—

「馬祖地區水資源整體規劃檢討(1)」(案號：102065)
委託服務案期初簡報暨工作執行計畫書
審查意見及處理情形(20/27)

審查意見	處理情形	答覆說明納入報告	
		章節/圖/表	頁次
十二、經濟部水利署北區水資源局廖工程員雯雯(書面意見)			
1. 海淡水為馬祖用水穩定之重要命脈，惟部分海淡廠之設備較老舊，產水效率及穩定度較不如新廠，建議確實調查海淡廠供水穩定所需之設備更新或資源，並估算經費及排定優先順序，以維馬祖穩定水源來源。	1. 海水淡化廠相關調查分析請詳第肆章第三節所示。另南竿一、二期等 4 廠代操作合約在民國 105 年到期，建議另案辦理後續執行方式。	第肆章 第三節	P.4-9
2. 除水資源開發（水源需求）外，湖庫水之水質亦為馬祖面臨之重要問題，建議不論現況分析或後續水源開發皆須將水質納入分析及考量。	2. 遵照辦理，已納入考量。	第貳章 第伍章	P.2-26
十三、經濟部水利署北區水資源局謝工程員幸君(書面意見)			
1. 先前委員有問到海淡水供水成本，是否會針對供水成本及穩定度進行詳細調查與說明。	1. 海水淡化廠相關調查分析請詳第肆章第三節所示。	第肆章 第三節	P.4-9
2. 是否可針對歷年颱風、豪雨對馬祖地區供水之影響進行調查以及未來因應規劃。	2. 本計畫已購買歷年日雨量資料，並將相關資料進行湖庫供水能力分析中。	第貳章 第二節	P.2-2~3
十四、本所水資源規劃課			
1. 期初報告著重方法論，工作執行計畫第壹章歷年相關計畫彙整了多項馬祖曾經規劃辦理之計畫，應加強與本計畫關聯性，並凸顯馬祖地區水資源關鍵課題，強化本計畫辦理之重點，請補充。	1. 遵照辦理，相關說明請詳第壹章所示。	第壹章	P1-1～25

「馬祖地區水資源整體規劃檢討(1)」(案號：102065)
委託服務案期初簡報暨工作執行計畫書
審查意見及處理情形(21/27)

審查意見	處理情形	答覆說明納入報告	
		章節/圖/表	頁次
2. 本計畫請加強整體工作流程以了解執行之方法及各項工作之關聯性，並補充各工作要項範疇及流程圖。	2. 遵照辦理，相關工作流程請詳第壹章第五節所示。	第壹章 第五節	P.1-3
3. 推求未來至民國 140 年水資源供需及考量博弈情境是本計畫辦理重點項目，故基本資料蒐集與調查分析，未來應加強蒐集與調查(包括自來水系統及非自來水系統)，另針對水資源設施現況及原有設計的功能比較，若不如原先設計，請了解其原因。	3. 遵照辦理，相關水資源設施功能及調查請詳第肆章所示。	第肆章 第三節	P.4-9
4. 本計畫未來採「一維垂向入滲推估法」計算年入滲量，非採其他方式，例如 MODFLOW，請就方法選定、使用條件、模式驗證等詳加敘明。	4. 在地質構造上，馬祖列島各島嶼之基盤岩層皆由中生代之花崗岩類構成，並在地表局部覆有上侏羅紀之流紋岩質火山岩系；另在花崗岩質岩體中又有後期之岩脈及小侵入岩體之穿切，及遭受動力壓碎作用或熱力變質作用，局部花崗岩體已變質為片麻岩或熱力蝕變與礦化現象。依現有之鑽探資料以及過去各單位所完成的地球物理探測結果顯示，馬祖地區地層組織約可分為三層，上層為堆積層或沖積層，中為風化岩石裂隙層，下為堅硬之岩盤，上中二層含水層厚在 40 公尺之內，而堆積層及沖積層受地形支配而分散於各沃口。由於馬祖地區地下水含水層較為破碎不均勻，目前水位及水文地質資料尚無法以一般地下水模式（如 MODFLOW）模擬其狀況，因此在本計畫在入滲量推估中，採用「一維垂向入滲推估法」計算，建議後續進行詳細水文地質調查後，考量採裂隙流（Fracture flow）的地下水模式進行數值模擬，更能符合馬祖地區地下水實際情況。	附錄四	—

「馬祖地區水資源整體規劃檢討(1)」(案號：102065)
委託服務案期初簡報暨工作執行計畫書
審查意見及處理情形(22/27)

審查意見	處理情形	答覆說明納入報告	
		章節/圖/表	頁次
5. 連江縣常駐人口與戶籍人口比例，將如何調查，請針對各島情形分析並提出說明。	5. 由於馬祖各島嶼人口較少，用水需求推估應以實際用水人口（亦即常駐人口）推估較為合理。為進一步釐清各島使用自來水之常駐人口比例，本計畫初步採用自來水用戶轉換人口的方式進行計算。根據連江縣自來水廠提供之自來水用戶數統計結果，本計畫參考台灣自來水公司之作法，以一般用戶每戶平均3人或4人進行計算，將用戶數轉換為供水人數。依本計畫用水需求分類方式，總用水量扣除國防用水量及觀光用水量後，即為生活用水量。本計畫依照自來水用戶分類結果，將軍方及岸巡歸類於國防用水，商業歸類於觀光用水，剩餘類別則歸類於生活用水。並分別依照每戶平均3人或4人進行生活用水常駐人口的轉換。綜整前期計畫設定值及本計畫現地訪談結果，在常駐人口的設定上，將以每戶 4 人轉換為實際用水人數訂之，分別為南竿 83.8%、北竿 76.2%、東引 85.7%、東莒 78.3%、西莒 70.1%。	第參章 第二節	P.3-5
6. P.4-8 計畫書提及現觀光用水標準 154 公升偏高，建議可往下修正，請就各環節之關聯性蒐集完整資料分析並提出說明。	6. 假設觀光人口之用水習慣與台灣地區相同，且每位觀光客在馬祖地區停留3天，包含2天住宿。依據每人每日不同用途用水比例（廁所 28%、洗衣 22%、洗澡 25%、廚房 15%、其他 10%），區分觀光住宿與觀光非住宿用水量。住宿用水量扣除洗衣用水，以每人每日用水量之 78%估算；非住宿用水量扣除洗衣用水與盥洗用水，以台灣地區每人每日用水量之 53%估算。依據經濟部水利署各項用水統計資料庫得知，民國 98~102 年台灣地區平均每人每日用水量約為 268~271 公升，按比例推估馬祖地區觀光住宿每人每日用水量及觀光非住宿每人每日用水量。平均住宿觀光用水量為 210 公升，非住宿 143 公升。	第參章 第二節	P.3-5

「馬祖地區水資源整體規劃檢討(1)」(案號：102065)
委託服務案期初簡報暨工作執行計畫書
審查意見及處理情形(23/27)

審查意見	處理情形	答覆說明納入報告	
		章節/圖/表	頁次
7. 海淡廠委外操作營運方式針對採購法或促參條例似無定論，請詳細評析服務品質、財務、人事、彈性等因素，並針對採購法及促參條例等相關案例進行了解，再選擇政府採購法或促參法推動。	7. 海水淡化廠相關調查分析請詳第肆章第三節所示。另南竿一、二期等 4 廠代操作合約在 105 年到期，建議另案辦理後續執行方式。	第肆章 第三節	P.4-9
8. 博弈開發及觀光發展情境考量以新加坡賭場作為案例基礎，據以評估觀光人口及用水需求，請就案例選定地區之選擇、相關條件等詳加敘明，以確認其案例可供作之參考運用。	8. 民國 101 年 7 月份博弈公投後，預期的相關福利措施誘因，使得有意願將戶口遷入馬祖的人數增加。故若後續博弈能順利推動，除了觀光人口增加外，特區衍生的產業人口需求亦會造成居住人口的增加，進而提高生活用水需求。因此本計畫對於博弈開發的影響評估，將包括生活用水及觀光用水兩個部分。另觀光用水量受(1)特區設置期程、(2)特區位置及設置型式、(3)特區遊客人數、(4)觀光用水型態及用水量等因子之影響。由於現階段僅通過博弈公投，後續相關的發展均尚未有明確規劃，故本計畫參考民國 102 年「馬祖博弈公投通過後因應措施方案」及新加坡綜合度假區案例，採情境分析的方式推估各目標年觀光用水需求。	第捌章 第三節	P.8-8
9. P.4-40 水庫優先順序評選計分表各評分級距如何制定?各評估項目請思考是否會有相依或競合關係，造成適合增加庫容的水庫集中在某區域可能性。	9. 遵照辦理，後續將納入考量。另本計畫已重新檢討馬祖地區各島水資源供需情勢，並針對各島特性提出水資源設施定位檢討(詳第伍章第三節所示)。後續將針對各島水源特性及各湖庫現場調查結果再進行評估新增湖庫或擴充容量的可行性。	第伍章 第三節	P.5-7

「馬祖地區水資源整體規劃檢討(1)」(案號：102065)
委託服務案期初簡報暨工作執行計畫書
審查意見及處理情形(24/27)

審查意見	處理情形	答覆說明納入報告	
		章節/圖/表	頁次
10. 馬祖地區地表逕流超過50%直接入海，造成水資源無法充分利用，且目前東莒僅有地下水單一水源可以使用，考量地下水保育及水資源備援等條件，可能水源勘選仍應更全面，不應只侷限在南、北竿。	10. 謝謝建議。	—	—
11. 馬祖地區天然水資源利用率低，應全面調查湖庫狀況，包括是否溢流等資訊，俾做為湖庫加高或浚深之重要參考依據。	11. 遵照辦理，相關調查成果請詳第肆章所示。	第肆章 第三節	P.4-9
12. 設置逕流截流系統但未處理污水排放問題，即引入水庫，將使得目前水庫水質不佳情形更加惡化，相關配套應通盤考量。	12. 本計畫經初步分析各湖庫都優養情形及水質問題，相關分析請詳第貳章第七節所示，初步探討其原因可能為湖庫小，上游污水截留不足及湖庫底泥影響。以往連江縣政府執行湖庫底擬清除工程，惟效果不好，後續將針對以往執行成效及湖庫特性提出改善方式。	第貳章 第七節	P.2-26
13. 本計畫將推求未來至民國 140 年水資源供需，考量各島目前水資源運用仍各自獨立，無法相互資源，水資源供需情勢分析應針對四鄉五島各別評析。	13. 遵照辦理，已針對四鄉五島分別評析各自之水資源供需情勢，並檢討各項水資源定位，做為後續水資源經營策略及方案研擬時之依據。	第伍章 第三節	P.5-7

「馬祖地區水資源整體規劃檢討(1)」(案號：102065)
委託服務案期初簡報暨工作執行計畫書
審查意見及處理情形(25/27)

審查意見	處理情形	答覆說明納入報告	
		章節/圖/表	頁次
14. 有關雨水貯集、水再生利用、二元供水系統等策略，請評估是否可利用示範區模式進行，藉由獎勵補助方式提高策略執行可行性，或參考澎湖地區之作法，修改地方自治條例等面向來著手。	14. 遵照辦理，有關馬祖地區水資源經營策略及方案研擬部分，將待本計畫所提各島水資源設施定為確認後，再予研擬。	—	—
15. 建設低碳島是馬祖地區未來發展重點，請於水資源策略研擬時應多予著墨，並評估再生能源及境外引水、引電可行性。	15. 馬祖地區自大陸引水計畫共分海底管線及船運兩種類，經分析後建議以船運為主(成本較低)，且 91 年馬祖缺水時，已先行試辦過一次，未來若仍缺水，建議可採此方式辦理。相關成果請詳第貳章第十一節所示。另境外引電應牽涉高壓直流技術(國內目前未應用)，且台灣交流電是 60Hz（赫茲），大陸是 50Hz，需用高壓直流輸電，雙邊都要設換流站，價格昂貴，建議不考量境外引電。	第貳章 第十一節	P.2-58
16. P.4-50 研提許多未來將研析之策略，請於水資源策略研擬時應考量在不同時間點之差異，提出短、中、長期水資源經理策略及方案。	16. 有關馬祖地區水資源經營策略及方案研擬部分，將待本計畫所提各島水資源設施定為確認後，再予研擬。	—	—

「馬祖地區水資源整體規劃檢討(1)」(案號：102065)
委託服務案期初簡報暨工作執行計畫書
審查意見及處理情形(26/27)

審查意見	處理情形	答覆說明納入報告	
		章節/圖/表	頁次
結論			
1. 馬祖地區歷年來曾辦理多次用水規劃檢討，請分別說明各次規劃分析之重點，並敘明本次之整體檢討與前期之規劃有何差異性。	1. 遵照辦理，已增列馬祖地區水資源規劃與開發等歷程與成果，請詳第壹章第六節所示。	第壹章 第六節	P.1-9
2. 請檢討民國 95 年奉行政院核定辦理之「離島地區供水改善計畫」策略推動方案執行情形，針對未執行原因予以了解，並進行現況及原目標達成之差異評析，於後續推動應加以檢討並提出對策。	2. 遵照辦理，「離島地區供水改善計畫－馬祖地區」各項工程已於民國 102 年 4 月完成所有工項。	第壹章 表 1-4~1-6	P.1-18～20
3. 針對目前馬祖地區供水系統操作方式，請連江縣自來水廠提供相關資料，俾供執行團隊進行相關檢討。	3. 本計畫已取得各供水系統水源點高程及相對供應方式，請詳第肆章第五節所示。	第肆章 第五節 圖 4-26~30	P4-58~61
4. 請檢討自連江縣境外引水、電之可行性。	4. 馬祖地區自大陸引水計畫共分海底管線及船運兩種類，經分析後建議以船運為主(成本較低)，且 91 年馬祖缺水時，已先行試辦過一次，未來若仍缺水，建議可採此方式辦理。相關成果請詳第貳章第十一節所示。另境外引電應牽涉高壓直流技術(國內目前未應用)，且台灣交流電是 60Hz（赫茲），大陸是 50Hz，需用高壓直流輸電，雙邊都要設換流站，價格昂貴，建議不考量境外引電。	第貳章 第十一節	P.2-58

「馬祖地區水資源整體規劃檢討(1)」(案號：102065)
委託服務案期初簡報暨工作執行計畫書
審查意見及處理情形(27/27)

審查意見	處理情形	答覆說明納入報告	
		章節/圖/表	頁次
5. 請從務實面檢討馬祖地區之水資源供需問題，並針對執行面遭遇狀況、穩定供水及備援水源、能源等問題進行通盤檢討，據以提出具體對策。	5. 遵照辦理，有關馬祖地區水資源經營策略及方案研擬部分，將待本計畫所提各島水資源設施定為確認後，再予研擬及提出具體對策。	—	—
6. 期中報告書繳交期限訂為民國 103 年 9 月 10 日，另期末報告書繳交期限請依契約規定期程(民國 103 年 10 月 15 日前)提送。	6. 遵照辦理。	—	—
7. 行政配合及後續進度管控，請水源課召開工作會議加強管控。	7. 遵照辦理。	—	—
8. 請依各委員意見修正工作執行計畫書，於民國 103 年 8 月 15 日前提送工作執行計畫書修正稿一式 3 份到所，後續請水源課本權責審核後，依行政程序簽核，委員及單位代表意見納入期中報告，並於附錄作具體回應。	8. 遵照辦理。	附錄一	—

「馬祖地區水資源整體規劃檢討(1)」
委託服務案期中報告書審查意見及處理情形(1/25)

壹、會議日期：民國 103 年 9 月 25（星期四）上午 10 時 00 分
貳、會議地點：本所霧峰辦室區 A 棟 4 樓會議室
參、主持人：陳副所長春宏記錄：謝孟勳
肆、會議紀錄發文日期：民國 103 年 10 月 3 日
伍、會議紀錄發文字號：水規源字第 10308031560 號

審查意見	處理情形	答覆說明納入報告	
		章節/圖/表	頁次
一、游委員繁結(書面意見)			
1. 表 3-8，有關水庫歷年運用水量表應探討該等變動量是需求面的改變或是供應面的改變，以釐清水庫運用之成效。(供應面係指降雨量，而非水庫供水)	1. 主要為南竿三期海淡廠加入營運後(民國 100 年)，每日產水量約 900 立方公尺的影響(契約購水)，造成南竿地區湖庫水供應量降低。而其他各島配合水庫改善工程後，各湖庫運用水量呈現持平或上昇趨勢。	第肆章 表 4-16	P.4-44
2. 水庫現有蓄水體積之總量約僅佔年降雨量之 3.5%，相對比例甚低，雖然水庫之良好區位不易覓得，但規劃分散式小型埤塘之可行性如何?似可加以考慮。	2. 馬祖地區因受限於島嶼地形，可資運用之土地面積本不大，稍為平坦區域皆為地區開發之用，餘幾皆納入水庫及截水設施工程建設，欲再尋得適宜地點作為埤塘用地實屬不易。		
3. 再生水利用應是未來水資源利用之必要手段，故完整下水道規劃應有完整之計畫。	3. 連江縣政府已於民國 103 年分二期完成馬祖地區污水下水道系統，四鄉五島共有 29 座水資源回收中心。本計畫也針對再生水利用進行評估。	第貳章 第十節 表 2-9 第柒章 第二-(一)節	P.2-47~48 P.7-8~25
4. 除了境外引水以外，海淡廠是未來水資源開發之最終選項，惟如何與能源利用或開發相配合，似可斟酌。	4. 近年來海水淡化廠已開始裝置各種節能設施，運用未通過薄膜但帶有高流勢能的鹵水，回收其能量再提供淡化製程使用，以現今的技術，經過適當的能源回收後可降至 2 度以內（淡化機組部分），而整廠用電可達每立方公尺淡化水約 3~5 度。新設或改善之海水淡化廠建議規定整廠用電限制及彈性購水契約，以符合節能減碳新思維。	第玖章 第一-(一)節	P.9-1~5

「馬祖地區水資源整體規劃檢討(1)」
委託服務案期中報告書審查意見及處理情形(2/25)

審查意見	處理情形	答覆說明納入報告	
		章節/圖/表	頁次
二、簡委員俊彥			
1. 本項期中報告已依契約項目辦理各項工作獲得成果，值得肯定。	1. 謝謝。		
2. 第貳章蒐集資料很豐富，但所佔篇幅達96頁似太多，建請酌減。	2. 第貳章報告內容已刪減。	第貳章	
3. 第參章建請加強之處如下，請酌予補充： (1) 各水庫歷年實際供水量表。 (2) 馬祖地區歷年缺水情形及缺水量。 (3) 請補充第參章的小結，指出現況需待解決的重要課題。	3. (1) 已補充各水庫歷年實際供水量表。 (2) 已補充。 (3) 謝謝委員指教，已增列。	第肆章 表 4-7 第肆章 第二節 第肆章 第七節	P.4-11~12 P.4-8 P.4-70~72
4. 第肆章請補充一個小結，述明整體供需情形及未來需待開發的水量。	4. 已根據調整後之章節目錄，說明整體供需情形及各島未來需開發的水量於期末報告第伍章。	第伍章	P.5-3~7
5. 本計畫的重要成果著重在工作項目的(四)、(五)、(六)三項，目前的成果收斂性不足，能否產出上述(四)、(五)、(六)具體可行成果，有點令人擔心。建請後續工作加強辦理，過程中需要取得共識的一些方向、方法及重要參數、數據等，請儘快以工作會議方式做決定。	5. 已於報告繳交前先行召開工作會議及加強辦理。 另工作項目的(四)、(五)、(六)等三項已完成。	第陸章 第柒章 第玖章	

「馬祖地區水資源整體規劃檢討(1)」
委託服務案期中報告書審查意見及處理情形(3/25)

審查意見	處理情形	答覆說明納入報告	
		章節/圖/表	頁次
三、廖委員培明			
1. page2-4，表 2-2，民國 43~102 年月平均雨量統計過程中，有民國 44 年等 10 年之資料遺漏，是否有補遺或用推估方式，否則如何作統計分析，相對的，該遺漏年份之資料在水源運用上，如何處理請補充說明。	1. 民國 43 年~93 年氣象資料由空軍氣象聯隊及連江縣政府進行監測，相關資料多有短缺或遺失，本計畫已蒐集較完整資料，相關表單詳附表 1 所示。另中央氣象局在民國 92 年設置氣象站，民國 93 年起才有完整資料，故本計畫在後續水源運用上以近 10 年雨量資料進行分析，詳第肆章所述。	附表 1 第肆章	 P.4-49
2. page2-43，有關勝利水庫壩頂標高及最大壩身高度均為 22 公尺何者正確，儲水沃水庫上壩內容與表 2-18 不符。	2. 謝謝委員指正，已修正。	第肆章 第三節 表 4-6	P.4-9~10
3. page2-45，福正水庫目前為閒置狀態，原由宜交代。	3. 福正水庫下池有漏水問題，上池需浚深，及無淨水處理設施，目前處於閒置狀態，並未使用，民國 103 年 7 月自來水廠已開始辦理本湖庫更新改善工程，包含庫區清淤，水庫取水設施改善等工項。相關說明已增列。	第肆章 第三節	P.4-27
4. page2-47 之表 2-19，統計有誤。	4. 本表呈現方式已重新編排。	第肆章 表 4-9	P.4-18
5. page2-67，建議雨污水分流規劃，惟未來如何實施，且優先順序如何請補敘。	5. 經與連江縣自來水場討論後，目前污水下水道多已施作，雨污水分流規劃在馬祖並不適合，故相關用詞已刪除。		

「馬祖地區水資源整體規劃檢討(1)」
委託服務案期中報告書審查意見及處理情形(4/25)

審查意見	處理情形	答覆說明納入報告	
		章節/圖/表	頁次
6. page2-95，輸水方案及工程佈置在第肆章馬祖地區水資源供需檢討內研討。	6. 因馬祖四鄉五島為獨立系統，輸水方案並無經濟效益，請詳第貳章所述。	第貳章	P.2-68
7. page3-20，表 3-8 及圖 3-19 明顯的南竿地區湖庫水運用水量逐年較其它地區降低甚多，原因宜說明更清楚些。	7. 主要為南竿三期海淡廠加入營運後(民國 100 年)，每日產水量約 900 立方公尺的影響(契約購水)，造成南竿地區湖庫水供應量降低。而其他各島配合水庫改善工程後，各湖庫運用水量呈現持平或上昇趨勢。	第肆章 表 4-16	P.4-44
8. page3-22，水庫日入流量之估算方法，期初及委員意見均有回應，惟報告內均已不描述或置於附錄內，因該項資料為供水能力重要參考依據。	8. 水庫日入流量之估算方法係採合理化公式法，以日雨量(93 年~102 年)資料配合表 4-18 所列逕流係數及水庫集水區面積估算。	第肆章 第四-(一)節	P.4-44 P.4-45~46
9. page3-23 南竿后沃水庫於 96 年完成，蓄水容積達 46.5 萬立方公尺，使南竿地區之庫容由 36.4 萬增加至 82.9 萬，然 96 年之後(表 3-8)水庫運用水量不升反降，為何如此?	9. 主要原因為后沃水庫水質問題(導電度過高)至今尚未使用。連江縣政府於 103 年度辦理相關調查計畫(滲漏及 TDS 防制對策)。	第貳章 圖 2-22	P.2-34
10. page3-25，表 3-11 依 SI=1.0 供水能力分析結果，有一半以上之水庫幾乎無法滿庫，是否應考慮分析方式較妥。	10. 馬祖地區湖庫受限地形影響，集水面積不大，相對容積稍大水庫集水量低於庫容，多餘水庫容積配合現地各水庫聯合運用，以充分利用水資源。	第肆章 第四-(一)節	P.4-43~51

「馬祖地區水資源整體規劃檢討(1)」
委託服務案期中報告書審查意見及處理情形(5/25)

審查意見	處理情形	答覆說明納入報告	
		章節/圖/表	頁次
11. 第肆章馬祖水資源供需檢討，係本計畫之重點，宜將原則先擬定，後續分四鄉五島分別作敘述，避免甚多重複誤植，最後才彙整成馬祖地區之水資源供需檢討，至於博奕開發及觀光發展之影響評估亦於原則擬訂時一併描繪。	11. 已將水資源供需檢討分四鄉五島分別作敘述，亦將博奕開發及觀光發展之影響評估獨立至第八章呈現。	第伍章 第三節 第捌章	P.5-7~11 P.8-1~12
12. page4-23，以歷年平均出水量視為地下水供水能力，是否屬安全出水量，宜敘明。	12. 已修正，本計畫依據民國 97 年「馬祖東莒大坪地下水庫初步規劃」及 98 年「馬祖東莒福正地下水庫初步規劃」之計算成果地下水安全出水量 166CMD 作為地下水之供水能力。	第伍章 第一節	P.5-1~2
13. 用水庫實際供水及模擬供水作為參數調整之依據，似有不妥，宜以入流量作檢核。	13. 由於雨量紀錄不甚完整，影響之前入流量推估值，故本計畫在後續水源運用上以近 10 年中央氣象局觀測雨量資料進行分析。	第肆章	P.4-49
14. 有關馬祖地區水資源供需檢討，依內文係以先使用湖庫水，再考慮海水淡化及地下水，在邏輯上是正確的，惟實際上海水淡化廠有簽訂合約之限制條件，因此在運用上如何最佳化宜審慎評估(含輸水方案)。	14. 因考量海水淡化廠有簽訂合約之限制條件，且於民國 105 年若未將四座海淡廠重置更新，供水將出現缺水，故修正為充分利用湖庫水，海淡水當基本量。往後湖庫恢復正常供水，海淡水將作為備援水源。	第伍章 第一、二節	P.5-1~7

「馬祖地區水資源整體規劃檢討(1)」
委託服務案期中報告書審查意見及處理情形(6/25)

審查意見	處理情形	答覆說明納入報告	
		章節/圖/表	頁次
15. page4-33，圖 4-9，東引地區 100~102 年實際用水量均大於現況可供水能力，超過部份水源(約 200CMD)其來源為何?	15. 東引地區供水能力部分已修正，原海淡購水契約為 400CMD，然民國 100 年為因應枯旱缺水問題，已新設 250 CMD 機組，故本計畫設定其供水能力為 650 CMD。	第伍章 第一節 圖 5-5	P.5-2 P.5-7
16. 報告內尚有甚多誤植部份，期末報告時一併修正。	16. 遵照辦理。		
17. page4-30，有關南竿地區應進一步評估增加湖庫供水量之方式，如既有水庫加高，增加水庫庫容，與 page3-23 矛盾，與 page3-25，表 3-11，亦矛盾。	17. 本計畫在水資源經營管理上以確保湖庫水充分利用，推動二元供水系統設置，及降低海淡水依賴的原則下進行四鄉五島的檢討，探討各島水資源可運用水量及水資源供需分析。經重新檢討後，相關矛盾處已修正。	第伍章 圖 5-1	P.5-4
四、陳委員義平			
1. 本計畫依工作項目及內容有六大項，本期中報告內容僅為工作項目之第(一)(二)兩項，其中基本資料收集相當多，達 96 頁，宜以系統性彙整精簡，另期末報告章節建議依六大工作項目之內容撰寫。	1. 第貳章報告內容已刪減。另本報告章節已依工作項目內容撰寫。	第貳章	
2. 馬祖現有湖庫 17 座總蓄水容量 106 萬立方公尺；可利用容量 80 萬立方公尺，請於表 2-8 增列一欄註明湖庫可利用容量。	2. 已增列各湖庫 95~102 年供水量，請詳表 4-7 所示。	第肆章 表 4-7	P4-11~12

「馬祖地區水資源整體規劃檢討(1)」
委託服務案期中報告書審查意見及處理情形(7/25)

審查意見	處理情形	答覆說明納入報告	
		章節/圖/表	頁次
3. 以民國 102 年度，馬祖地區湖庫總出水量僅 61.4 萬立方公尺，水源運用率僅 0.77，推其中降雨逕流量流入海達 810 萬立方公尺(如圖 3-1 至 3-5)請檢討說明其原因。	3. 主要原因為海水淡化廠產水量受契約限制，致使湖庫出水量降低(南竿地區)，其他各島配合水庫改善工程運用水量呈現持平或上昇趨勢。本計畫建議在水源供應策略上採，在充分利用湖庫水源及納入海淡水可供水量原則下，探討各島水資源可運用水量及水資源供需分析。	第伍章 圖 5-1	P.5-4
4. 有關馬祖地區各供水系統水源運用統計(如表 2-25)，請將民國 102 年配合表 2-24 馬祖各淨水場實際供水量列表比較，以了解現況水源運用情形。	4. 已增列 102 年各淨水場實際供水量。	第貳章 表 2-8	P.2-47
5. 境外引水請收集不同方案所需經費及營運成本。	5. 已增列相關方案成本。	第貳章 表 2-24	P.2-69
6. 表 3-6 馬祖海淡廠操作營運狀況，請於最後一欄『現況』說明各海淡廠現況出水能力。	6. 已增列各馬祖各海水淡化廠 91~102 年產水量資料。	第肆章 表 4-11	P.4-19
7. 表 4-7 馬祖地區各目標年生活用水需求量推估，其中東莒地區每人每日僅 113 公升偏低，僅正常 1/2，請說明其原由。	7. 東莒地區因自來水用戶中有 30%為零用水戶，故將據以調整，調整後東莒地區每人每日用水量約 139 公升。	第參章 第二-(一)節 表 3-13	P.3-6~14

「馬祖地區水資源整體規劃檢討(1)」
委託服務案期中報告書審查意見及處理情形(8/25)

審查意見	處理情形	答覆說明納入報告	
		章節/圖/表	頁次
8. 對於博奕觀光用水量估算偏低(每人每日不到 60 公升)請再檢討。	8. 馬祖博弈特區之推動目的，係希望透過觀光博弈引進民間資本，投注相關基礎民生設施的建設，因此特區設立後，區內各項用水需求將由業者投資興建水資源設施來供應。但若遊客離開特區至其他景點旅遊，將會使用自來水系統之水源。故本計畫推估之觀光用水需求以每人每日用水量的20%計算博弈觀光人口至南、北竿旅遊使用之水量，約 54 公升。	第捌章	P.8-6
9. 對於水資源經營策略，宜優先利用現有水庫做更新改善，另是否可截流增加水庫入流量，使其水庫運用可達到 1.0。	9. 本計畫在水資源經營管理上以確保湖庫水充分利用，推動二元供水系統設置，及降低海淡水依賴的原則下進行四鄉五島的檢討，探討各島水資源可運用水量及水資源供需分析。		
五、孫委員思優			
1. 各收集得區位之地形與地質宜彙整於同一小節內敘明，另是否有地質剖面圖及土層特性分析，亦請納入。地下水資源探勘另成一節，並納入地下水井分布。	1. 謝謝委員指正，本計畫報告編排仍以地形與地質分開述明。另地下水資源探勘部分請詳附錄二所示。	第貳章 第三節 附錄二	P.2-4~14
2. 原始成果中之不連續面投影資料亦請補充，包含位態資料(部份傾向有缺漏)及分析圖。	2. 本計畫係參考民國 82 年「馬祖地區水資員勘查報告」，但因年代久遠，此部分已找無相關圖例可供補充，請委員知悉。		
3. 各圖資料來源請加註，另未見民國 82 年報告列於參考文獻中。	3. 遵照辦理，已加註資料來源。	圖 參考文獻	
4. p.2-13 地質造→地質「構」造。	4. 已修正。	第貳章 第三節	P.2-12

「馬祖地區水資源整體規劃檢討(1)」
委託服務案期中報告書審查意見及處理情形(9/25)

審查意見	處理情形	答覆說明納入報告	
		章節/圖/表	頁次
5. 北竿及西莒或有新設湖庫需求，請加強基本資料收集及分析，並提出是否有可行之庫址，以與第伍章後續工作中新設水源勘查相呼應。如在經費上不可行，亦請加以分析後，排除後續執行的必要。	5. 馬祖地區新設湖庫之區位，經分析比較後，由於區域水資源工作多年推動結果，已無適宜壩址或集水區作為新設湖庫開發之用，故日後欲提升區域水資源供水能力，可針對其他新興水源探討開發利用之可行性。	第柒章 第一節	P.7-1~8
6. 請增加成果摘要並補強第伍章之實質內容。	6. 遵照辦理，已增列。		
六、陳委員美金			
1. p.1-11，水資源開發計畫 94 年，其工作期程為 87-94 年，計畫經費 14 億，應與實際執行經費與效益進行比較。	1. 水資源整體開發修正計畫成效檢討詳表 1-5 及 1-6 所示。	第壹章 表 1-5 表 1-6	P.1-19~20
2. p.1-12，請針對供水改善計畫經費表與實際執行狀況進行差異與效益分析。P.1-12 、 p.1-14 、 p.1-17。	2. 離島地區供水改善計畫成效檢討詳表 1-5 及 1-6 所示。	第壹章 表 1-5 表 1-6	P.1-19~20
3. p.1-20，東莒可供水量 187CMD，實際似乎沒有那麼多，東莒備用水源該如何處理。	3. 本計畫中，東莒地區之供水能力已修改為地下水之安全出水量，約 166 CMD。雖其可滿足目標年用水需求，惟考量全球氣候變遷，建議後續以多元化水源開發的方式，尋找其他可用水源來降低缺水風險。包括既有福正水庫改善、新設海水淡化廠評估等。	第伍章	P.5-10
4. p.2-42，湖庫蓄水容量上壩僅 2 萬多，水資源設施概況請再確認。	4. 儲水沃上壩容積係依據 93 年淤積測量結果，此項數據可待再次淤積測量結果予以確認。	第肆章 表 4-6	P.4-9

「馬祖地區水資源整體規劃檢討(1)」
委託服務案期中報告書審查意見及處理情形(10/25)

審查意見	處理情形	答覆說明納入報告	
		章節/圖/表	頁次
5. p.2-48，南竿一、二期海淡廠僅500CMD，請修正。	5. 因南竿一、二期係分期開發，一期先行施作，保留二期淡化機組衝空間，建議仍保留。本計畫在營運狀況中加註說明南竿一、二期合併產水。	第肆章 表 4-10	P.4-20
6. p.2-55，針對水庫水質不佳，但淨水場能力是否足以處理現況水源？未來如何因應。	6. 建議先從湖庫集水區保育及污水下水道興建截流污水開始進行，後續亦可考量高級處理方式進行淨水場改善。		
7. p.3-3，地下水抽水量是否有納入供水？	7. 除東莒地區外，其他各島並未納入供水。	第伍章 第一節	P.5-1
8. p.3-25，表 3-11 水庫供水能力表依現況修正，如中央水塘目前並無利用。	8. 已修正。	第肆章 表 4-19	P.4-49
9. p.3-27，表 3-12，8座公告水庫管理單位請修正為連江縣政府。	9. 遵照辦理，已修正。	第肆章 表 4-22	P.4-53
10. p.4-25，東莒、北竿供水需求與缺口請再確認。	10. 已重新調整水資源供需情勢，詳第伍章說明。	第伍章	P.5-3~7
11. 就整體計畫請將收集的資料精確整理後，應呈現出實際未來的執行方向。	11. 遵照辦理。		
12. 海淡廠必須重置規劃統包與長期代操作營運模式處理，且該計畫必須於年底前定案，104 年準備，105 年才不會有缺口。	12. 本計畫在水資源經營管理上以確保湖庫水充分利用，推動二元供水系統設置，及降低海淡水依賴的原則下進行四鄉五島的檢討，探討各島水資源可運用水量及水資源供需分析。經分析後仍建議海水淡化廠仍需持續運轉產水。		

「馬祖地區水資源整體規劃檢討(1)」
委託服務案期中報告書審查意見及處理情形(11/25)

審查意見	處理情形	答覆說明納入報告	
		章節/圖/表	頁次
13. 水資源規劃目的為供水穩定，在計畫內對輸水管路與配水管路更新降低漏水率，增加水資源利用納入策略方案。	13. 已增列於後續推動策略研擬中。	第玖章 第三-(二)節	P.9-13
七、郭委員耀程			
1. 依本計畫目前分析成果，針對 140 年用水供需檢討推估，因 SI 由 0.3 調整為 1，且考量海淡機組老舊，將衍生許多地區供水缺口。建議加強說明本計畫前開差異之合理說明，尤其海淡機組因契約屆期，將其供水能力減少，似非政策方向。	1. 遵照辦理。本計畫在水資源經營管理上以確保湖庫水充分利用，推動二元供水系統設置，及降低海淡水依賴的原則下進行四鄉五島的檢討，探討各島水資源可運用水量及水資源供需分析。 本計畫在後續水源運用上以近 10 年中央氣象局觀測雨量資料進行分析，缺水指數(SI)仍採 0.3，利於與過去執行成果比對。	第肆章 第伍章	
2. 后沃水庫有導電度過高的問題，依圖 2-24(P.2-58)顯示，導電度與水庫水位成反比關係，似呈現水庫與海水有聯通情形，建議進一步釐清，以利此馬祖最大水庫儘速上場運用。	2. 縣府於民國 103 年辦理后沃水庫調查計畫，該計畫將釐清水庫鹽化問題。		
3. 第貳章比重太高，且有諸多分析成果提出，又與後續篇章衝突，建議回歸本章「資料蒐集及調查」區分。	3. 第貳章報告內容已刪減。	第貳章	

「馬祖地區水資源整體規劃檢討(1)」
委託服務案期中報告書審查意見及處理情形(12/25)

審查意見	處理情形	答覆說明納入報告	
		章節/圖/表	頁次
4. 各水庫運用率建議列出，以利瞭解湖庫水源利用情形，如依表 2-25 之總量推估，102 年總湖庫水量 1,836 萬噸，有效總庫容 80 萬 m^3，僅 0.83，有提升空間。但如採增加集水截流系統，又有水質可能惡化問題，建議加強探討分析，期末提出建議。	4. 各湖庫運用率，詳第肆章第四節所示。 目前馬祖地區除東莒使用地下水外外，其他各島皆已設置海淡廠，且簽訂購水契約，購水量約介於 200 立方公尺/日～1,350 立方公尺/日之間。於民國 105 年以前，在現有海淡水優先使用條件下，各島湖庫計畫需求水量自是減少。 本計畫在水資源經營管理上以確保湖庫水充分利用，推動二元供水系統設置，及降低海淡水依賴的原則下進行四鄉五島的檢討，探討各島水資源可運用水量。	第肆章 第四節 表 4-19	P.4-49
5. 馬祖與大陸區位接近，依本計畫目前推估，水源已有部分不足，故未來發展博奕事業，其所需水源宜審慎考量，如依目前不論湖庫及海淡供水均需耗電，且馬祖有 4 鄉 5 島，與金門考量自大陸引水條件不同，爰建議將自大陸引電來穩定供水，而非引水供應。	5. 馬祖地區自大陸引水計畫共分海底管線及船運兩種類，經分析後建議以船運為主(成本較低)，且 91 年馬祖缺水時，已先行試辦過一次，未來若仍缺水，建議可採此方式辦理。另境外引電應牽涉高壓直流技術(國內目前未應用)，且台灣交流電是 60Hz（赫茲），大陸是 50Hz，需用高壓直流輸電，雙邊都要設換流站，價格昂貴，建議不考量境外引電。	第貳章 第十一節	P.2-65~69
6. 未見到馬祖未來區域發展計畫相關內容說明，建議增列，以利以水資源條件來評析是否能符合地方需求，如有需求不足再提出請縣府調整建議。	6. 已增列馬祖未來區域發展計畫相關內容。	第貳章 第十一節	P.2-62

「馬祖地區水資源整體規劃檢討(1)」
委託服務案期中報告書審查意見及處理情形(13/25)

審查意見	處理情形	答覆說明納入報告	
		章節/圖/表	頁次
7. 各項收集資料應先歸納，再將結果提出論述，其過程非重點，如有必要也是以附件(錄)呈現，以免內文繁雜，混淆。	7. 遵照辦理。		
八、蔡委員展銘			
1. 針對現有水源供應檢討部分，除先臚列各水源設施原設計供水量外，進一步檢視其設施及水質兩方面的影響(如P.2-42 現有 17 座湖庫總容量 106 萬 m^3，惟現可供水僅剩 80 萬 m^3)及其原因敘明。	1. 遵照辦理，已修正，95~102 年湖庫水可利用量平均約 80 萬立方公尺。	第肆章 第三節	P.4-9
2. 相關計畫是否僅建構低碳樂活島，博弈計畫及境外引水等 3 部分(如P.2-88~96)，惟尚請加強增補其水源量需求之影響，且增加圖表呈現該計畫內容。	2. 除建構低碳樂活島、博弈計畫及境外引水外，本計畫已新增連江縣第四期（104-107 年）離島綜合建設實施方案，並增列其基礎建設計畫彙整表，詳第貳章說明。	第貳章 表 2-22	P.2-62

「馬祖地區水資源整體規劃檢討(1)」
委託服務案期中報告書審查意見及處理情形(14/25)

審查意見	處理情形	答覆說明納入報告	
		章節/圖/表	頁次
3. 現有湖庫供水能力模擬分析顯示南竿地區 1,410CMD(如表 3-11，SI=1，且含后沃水庫水量)，惟請增補各湖庫 HAV 資料(圖表)，入流量計算公式(或方法)，逕流係數採用原則(比較簡報 P.21、P.29 及 P.31 之差異)，最後應併列 SI=0.3 之成果且各目標年分別顯示，俾利比較。	3. 水庫日入流量之計算方法係採合理化公式法，以日雨量(93 年~102 年)資料配合表 4-18 所列逕流係數及水庫集水區面積估算。另各湖庫 H-A-V 資料如附錄六所示。本計畫在後續水源運用上以近 10 年中央氣象局觀測雨量資料進行分析，缺水指數(SI)仍採 0.3，利於與過去執行成果比對。	第肆章 第四節	P.4-43~51
4. 供水系統檢討成果僅列出各地區水源設施高程系統圖(如圖 3-20~24)，惟應再增補現況水量操作情況檢討，進而研提改善策略。	4. 已增列各水源設施現況水量表。	第肆章 表 4-7~8 表 4-11	P.4-11~12 P.4-17 P.4-19
5. 後續尚有既有湖庫蓄容增加與新設湖庫量兩大可行性評估工作(流程如圖 1-5 及 1-6)，及據以研提相關策略及方案，請加速趕辦。	5. 遵照辦理，已加強辦理。	第陸章 第柒章 第一節	P.6-1~21 P.7-1~13
6. 審查意見及辦理情形，應依規定格式，且務實妥適研處。	6. 遵照辦理。	附錄一	
7. 報告錯漏不妥均改於文內，逕供修訂參據。	7. 遵照辦理。		

「馬祖地區水資源整體規劃檢討(1)」
委託服務案期中報告書審查意見及處理情形(15/25)

審查意見	處理情形	答覆說明納入報告	
		章節/圖/表	頁次
九、福建省連江縣政府顧課長迪士			
1. 資料更新 (1) P.2-78 項次 1→已完工，準備進行試運轉；項次 18~20 → 驗收中；項次 22 大埔廠→暫緩興建。 (2) 空運載客量自今年起 56 人座→72 人座，最大載客量增 28.6%(既有交通運輸能力)。	1. (1) 已修正。 (2) 已修正。	第貳章 表 2-9 第貳章 第陸節	P.2-47~48 P2-23
2. 本計畫剩 2 個多月，分析、檢討、建議之時間篇幅之配置?請認真嚴肅思考。	2. 已加派人力進行。		
3. 受限環評，南竿三期海淡廠 950CMD 增加購水量幾乎是不可行。	3. 遵照辦理，相關文述已修正。		
4. 馬祖地區水資源供應策略以湖庫為主，海淡為輔?本府持保留立場。湖庫水供應涉及高度不確定性之降雨量，且滲漏情況多，現況極難處理，又有優養化現象，故湖庫、海淡各半應該才是比較穩健實際之方向。	4. 本計畫在水資源經營管理上以確保湖庫水充分利用，推動二元供水系統設置，及降低海淡水依賴的原則下進行四鄉五島的檢討，探討各島水資源可運用水量。	第玖章 表 9-2	P.9-13

「馬祖地區水資源整體規劃檢討(1)」
委託服務案期中報告書審查意見及處理情形(16/25)

審查意見	處理情形	答覆說明納入報告	
		章節/圖/表	頁次
5. 南竿一、二期海淡廠已逾十年，設備皆已陸續列達使用年限而辦理報廢，該廠明年後何去何從?希望本計畫能看到具體建議，做為貴署後續政策形成之依據。	5. 本計畫在水資源經營管理上以確保湖庫水充分利用，推動二元供水系統設置，及降低海淡水依賴的原則下進行四鄉五島的檢討，探討各島水資源可運用水量及水資源供需分析。經分析後仍建議海水淡化廠仍需持續運轉產水。	第玖章 表 9-2	P.9-13
6. 后沃水庫滲漏及TDS防制對策，水利署已核定經費(280萬)，本府預計在下個月上網招標，建議顧問公司不必在此課題過度著墨。	6. 遵照辦理。		
7. 截水系統延伸再利用計畫經建會已原則通過。	7. 謝謝。		
十、經濟部水利署許副工程司宏達			
1. 東莒地下水依97、98年地下水安全出水量約166CMD，供需分析為201CMD，兩者不相符，請檢討。	1. 已修正，本計畫依據民國97年「馬祖東莒大坪地下水庫初步規劃」及98年「馬祖東莒福正地下水庫初步規劃」之計算成果地下水安全出水量166CMD作為地下水之供水能力。	第伍章 第一節	P.5-1~2
2. 東莒LPCD偏低，常駐人口是否高估?	2. 東莒地區因自來水用戶中有30%為零用水戶，故將據以調整，調整後東莒地區每人每日用水量約139公升。	第參章 第二-(一)節 表 3-13	P.3-6~14
3. 淨水場設計量較實際高出甚多，表2-24所述正常運轉惟設計與實際出水量之差異為水源、水質或需求之因素，請釐清。	3. 除湖庫水質不良外，主要原因仍為各島陸續興建海水淡化廠後，因合約購水限制下，湖庫水則減少使用。		
4. 湖庫水如水源量有，則利用上應以改善水質為重點。	4. 本計畫在水資源經營管理上以確保湖庫水充分利用，推動二元供水系統設置，及降低海淡水依賴的原則下，探討各島水資源可運用水量。	第玖章 表 9-2	P.9-13

「馬祖地區水資源整體規劃檢討(1)」
委託服務案期中報告書審查意見及處理情形(17/25)

審查意見	處理情形	答覆說明納入報告	
		章節/圖/表	頁次
5. 境外引水建議應有評估數據。	5. 已增列相關供水方案成本。	第貳章 表 2-24	P.2-69
6. 面臨供水問題為海淡 105 年代操作屆滿，其策略應訂定重置改善或停用並建議應重置量。	6. 本計畫在水資源經營管理上以確保湖庫水充分利用，推動二元供水系統設置，及降低海淡水依賴的原則下進行四鄉五島的檢討，探討各島水資源可運用水量。經分析後仍建議海水淡化廠仍需持續運轉產水。	第玖章 表 9-2	P.9-13
7. 因博弈所增加觀光用水建議增列可訂為業者需負擔項目之情境。	7. 馬祖博弈特區之推動目的，係希望透過觀光博弈引進民間資本，投注相關基礎民生設施的建設，因此特區設立後，區內各項用水需求將由業者投資興建水資源設施來供應。	第捌章	P.8-6
8. 馬祖第四期綜合建設計畫正研擬中，相關資料請納入參考。	8. 已增列馬祖第四期綜合建設計畫中水資源檢討工項。	第貳章 表 2-22	P.2-62
十一、經濟部水利署北區水資源局柯工程員齊堯			
1. 建議將本案各期程工作項目以圖表方式補充，以利瞭解。	1. 已增列。	附錄二	
2. 有關第壹章〝六、馬祖水資源開發計畫〞內容似為基本資料蒐集項目，是否移至第貳章。	2. 此章節僅說明以往執行成果，故保留至第壹章。		
3. 第肆章，二、目標年水資源需求檢討中，每人每日用水量探討，提出採用試誤法，建議簡易說明該法計算流程。	3. 水資源需求檢討已調整至第參章，試誤法之計算方式係以民國 98~102 年各島常駐人口數、實際觀光人數、每人每日用水量標準、國防用水量、普及率、抄見率等，推估每日用水量，並與該年實際供水量相比。之後調整每人每日用水量，使推估用水量等於實際供水量，該每人每日用水量即為推估結果。	第參章	P.3-11

「馬祖地區水資源整體規劃檢討(1)」
委託服務案期中報告書審查意見及處理情形(18/25)

審查意見	處理情形	答覆說明納入報告	
		章節/圖/表	頁次
4. 建議有關本案現地資料調查部份，以總表敘明本案計畫範圍，目前設施、供水問題等。	4. 已修正。	第肆章 表 4-23	P.4-71
5. 簡報海淡水供水能力在西莒部分，為何101年194CMD，而102年降至165CMD。	5. 西莒海淡廠設施過於老舊，現況產水達不到原先契約購水量。	第肆章	P.4-72
十二、經濟部水利署北區水資源局謝工程員幸君			
1. 表2-2氣象局資料來源為93~98年，99~102年資料來源為?	1. 民國93年至民國102年為氣象局資料，已修正。	附表1	
2. 2-23頁所述南北竿面積與表2-5馬祖土地面積有所差異，資料來源不同，是否採一資料即可。	2. 已修正。	第貳章 第四節	P.2-1
3. 2-72頁，圖2-32排版需修改。	3. 已修正。	第貳章 圖 2-30	P.2-41
4. 3-38頁，圖3-22應為西莒之聯合運用示意圖;圖3-23應為東莒之聯合運用示意圖。	4. 已修正。	第肆章 圖 4-28	P.4-59
5. 4-25頁東引地區供水能力數據似有誤植。	5. 已修正。	第伍章 第一節	P.5-3

「馬祖地區水資源整體規劃檢討(1)」
委託服務案期中報告書審查意見及處理情形(19/25)

審查意見	處理情形	答覆說明納入報告	
		章節/圖/表	頁次
十三、本所水資源規劃課			
1. 本計畫第壹章整理馬祖歷次水資源開發成果，惟相關文敘與彙整表內容似有差異，請予以檢核，另相關背景文獻資料仍請積極蒐集，今年度辦理之馬祖相關計畫亦請持續追蹤。	1. 已修正相關內容。	第壹章 表 1-5 表 1-6	P.1-18~19
2. 第貳章基本資料蒐集及調查-七、水資源設施現況與第參章既有水資源設施調查評估與檢討內容似有所重疊，為利報告書閱讀請重新編排整理。	2. 已重新編排各章節。	第肆章	
3. 地區人口數攸關目標年水資源供需情勢推估，國發會已於本(103)年 8 月公布民國 103~150 年人口推計報告，其中人口零成長發生時間點已提早(中推計預計於 110 年)，故請研析最新人口推計報告後，據以合理假設各目標年人口預估值納入本報告修正。	3. 已修正，以國發會最新人口推計報告之中推計結果，假設各目標年人口預估值。	第參章 第二-(二)節	P.3-14

「馬祖地區水資源整體規劃檢討(1)」
委託服務案期中報告書審查意見及處理情形(20/25)

審查意見	處理情形	答覆說明納入報告	
		章節/圖/表	頁次
4. 第參章既有水資源設施調查已完成湖庫、地下水井、海淡廠等，尚缺乏淨水場等相關資料，請補充，並請於報告書內繪製各水利設施位置圖。	4. 已增列各水利設施相關位置圖。	第肆章 圖 4-6~10	P.4-22~24
5. 第參章既有水資源設施現地調查成果說明部分略顯不足，請補充說明或提供相關數據佐證說明。	5. 已增列相關說明。	第肆章 第三節	P.4-21~28
6. P.3-2 採用一維垂向入滲量推估法評估年入滲量，請補充步驟與方法等。	6. 遵照辦理。	附錄四	
7. P.3-3 地下水抽水量推估採民國 95 年計畫結果，請進行更新並完整補充。	7. 已修正，由於近年來馬祖地區並無地下水抽水量之普查，且除東莒地區外，自來水系統並無使用地下水為供水來源，故地下水用量僅能依據民國 95 年「馬祖地區地下水資源調查規劃」之地下水井普查與推估結果，作為抽水量之依據。建議未來定期進行相關調查工作，以確實掌握地下水用量。	第肆章 第一節	P.4-4
8. P.3-21 水庫供水能力檢討部分，缺水指數(SI)訂為 1 是否合理?其考量因素為何?請於報告中妥予說明。	8. 本計畫在後續水源運用上以近 10 年中央氣象局觀測雨量資料進行分析，缺水指數(SI)仍採 0.3，利於與過去執行成果比對。	第肆章 第四節	P.4-43~51

「馬祖地區水資源整體規劃檢討(1)」
委託服務案期中報告書審查意見及處理情形(21/25)

審查意見	處理情形	答覆說明納入報告	
		章節/圖/表	頁次
9. 湖庫供水能力演算條件中蓄水容量均採設計值，惟水庫現況條件與設計值應有所誤差，請調查水庫淤積、浚渫資料回饋至湖庫供水演算，俾使產出數據較符合實際情況。	9. 湖庫供水能力演算條件中蓄水容量係參考民國 93 年淤積測量、水利署「現有水庫或壩堰概況 98 年年報」及水利署「水庫或壩堰淤積濬渫執行成果 98 年年報」等容積資料設定。		
10. P.3-24 湖庫供水能力應與實際營運狀況進行比較，並探討造成兩者落差之原因，進而提供具體改善策略，其他水資源設施亦請比照辦理。	10. 由於馬祖地區供水條件特殊，而湖庫供水能力與實際營運狀況比較，尚需增加水庫各項營運資料紀錄與更新淤積測量資料，並增設三級離島雨量觀測等。	第肆章 第六節	P.4-62
11. 請針對國內海水淡化推動之興建營運方式予以彙整，據以評析過去及近年採用不同興辦方式之優劣比較，以做為後續興辦方式評析參考。	11. 已修正。	第肆章 第六節	P.4-65~70
12. P.3-37 供水系統檢討應配合示意圖妥予說明，並針對聯合運用合理性予以評析。	12. 遵照辦理。	第肆章 第五節	P.4-58~62
13. P.4-1 藉 100~102 年實際供水量與推估量進行比對略顯不足，建議可增加比對時間，以確認推估參數及模式合理性。	13. 水資源需求檢討已調整至第參章，由於前期計畫之目標年用水需求推估為民國 100~120 年，故實際供水量與推估量可供比對之年份僅有民國 100~102 年。		
14. P.4-8 文敘旅遊人數與表 4-5 不符，請確認修正。	14. 已修正，詳第參章表 3-5。	第參章 表 3-5	P.3-8

「馬祖地區水資源整體規劃檢討(1)」
委託服務案期中報告書審查意見及處理情形(22/25)

審查意見	處理情形	答覆說明納入報告	
		章節/圖/表	頁次
15. P.4-14 觀光人數推計採民國 98~102 年觀光人口平均成長比例，惟期間觀光人數非均呈現正成長，採用平均值恐有疑慮，請研析極端值(例如民國 99、100 年)造成原因，必要時予以汰除，並建議增加分析年限。	15. 由第貳章之分析，由於戰地氣氛濃厚，加上特殊的地形景觀，馬祖地區觀光人口逐年上升，加上博弈公投通過，吸引更多的觀光人潮。故除民國 99 年觀光人口下降外，均呈現上升趨勢。由於影響觀光人口數之主要因子發生在近幾年，故以民國 98~102 年平均值做為未來觀光人口成長之依據。另受限於交通運輸，觀光人口應有一定限制，故本計畫以現有交通設施容量，推估觀光人口最大量。	第參章 第二-(二)節	P.3-17
16. 表 4-5 及表 4-19 觀光人口比例及人數均採交通部觀光局統計資料，惟數據不一致，請檢覈修正。	16. 已檢核修正。	第參章 表 3-21	P.3-22
17. P.4-7 表 4-3 轉換人口數與表 4-4 馬祖地區各島常駐人口數推估在民國 102 年東莒、西莒人口推計不一致，請檢核修正。	17. 已檢核修正。	第參章 表 3-3 表 3-4	P.3-7 P.3-8
18. 表 4-10、4-11 用水標的之用水量估算表相關假設均請於備註敘明清楚，俾供檢覈。	18. 已修正。	第參章 表 3-11 表 3-12	P.3-12~13
19. P.4-23 供水能力推估中，海淡廠係以契約產水量作為供水依據，並非海淡廠實際可產出水量或設計出水量，將造成水資源供需分析中部分地區供給遠低於需求(例如東引)，惟檢視水廠實際操作並非如此悲觀，故針對湖庫、海淡廠產水能力請更嚴謹探討。	19. 海淡供水能力推估中，因海水淡化廠可能受到取水水量、水質、處理設備效能等因素影響，實際出水量可能低於設計產水量，固本計畫仍以各島海水淡化廠契約產水量作為供水能力之依據，其中東引部分於民國 100 年為因應枯旱缺水問題，已新設 250 CMD 機組，故本計畫設定其供水能力為 650 CMD。	第伍章	P.5-1

「馬祖地區水資源整體規劃檢討(1)」
委託服務案期中報告書審查意見及處理情形(23/25)

審查意見	處理情形	答覆說明納入報告	
		章節/圖/表	頁次
20. 圖 4-8、4-9 中包括中興、田仔湖庫及燕秀沃抽水系統等改善均未呈現於報告內，是否為離島地區供水改善計畫或其他計畫所辦理?請納入本報告說明彙整，俾使本計畫完善。	20. 已修正，因缺乏抽水系統實際出水數據，且若海淡合約到期，重新重置舊有機組將可滿足需求，故暫時將抽水系統將途中移除。	第伍章 圖 5-2 圖 5-5	P.5-5 P.5-7
21. 請補充博弈特區情境下水資源供需情勢圖，以輔助報告審閱。	21. 已增列。	第捌章 圖 8-1~2	P.8-11~12
22. 由水資源情勢推估可發現海淡水攸關馬祖地區水資源供需平衡，應於水資源經營策略中具體提出相關因應對策。	22. 遵照辦理。	第玖章	
23. 博弈開發將增加馬祖地區就業人口及觀光人口湧入，除博弈特區用水自籌外，就業人口及觀光旅遊人口將增將用水需求，依據現況馬祖水資源供需能力南竿、東引將有缺水風險，如何因應，應於相關策略予以評析探討。	23. 博弈開發前提為特區水源自籌，於 2 種情境下唯北竿地區於情境 2 時尚需增供 28CMD 方能滿足增加的需求水量，建議可針對其他新興水源探討開發利用之可行性。	第捌章	P.8-11~12
24. 期初意見回應部分，甚多課題於期中報告尚未有實質呈現與回應，請確實改正並加緊進度。	24. 遵照辦理。		

「馬祖地區水資源整體規劃檢討(1)」
委託服務案期中報告書審查意見及處理情形(24/25)

審查意見	處理情形	答覆說明納入報告	
		章節/圖/表	頁次
25. 部分圖表解析度不佳，例如圖 2-25、3-20，建議予以放大或提高解析度呈現，以利閱讀。	25. 遵照辦理。		
26. 報告中引用資料、參考文獻格式與編排多所遺漏、錯誤，請再重新檢核與修正。	26. 遵照辦理。		
27. 報告格式請依本所出版品及報告書排版格式檢覈修正，並請注意報告書品管，尚有諸多贅字、語意不清處，請修正。	27. 遵照辦理。		
結論			
1. 整體計畫進度及章節架構請水源課召開工作會議予以管控及討論。	1. 已於期末報告繳交前先行召開工作會議。		
2. 請針對馬祖地區現況面臨問題及未來可能遭遇情況予以檢討，進而依近、中、長程擬定供水方案與策略(包括海淡廠年限、現有湖庫改善及相關不確定因素等)。	2. 本計畫在水資源經營管理上以確保湖庫水充分利用，推動二元供水系統設置，及降低海淡水依賴的原則下進行四鄉五島的檢討，並依現有水資源設施的功能及未來發展趨勢提出6項推動策略及短中長推動方案，以達水資源永續利用之目標。	第玖章 表 9-2	P.9-13
3. 請加強說明分析之參數與成果合理性，另對於所蒐集資料再加強彙整分析。	3. 遵照辦理。		

「馬祖地區水資源整體規劃檢討(1)」
委託服務案期中報告書審查意見及處理情形(25/25)

審查意見	處理情形	答覆說明納入報告	
		章節/圖/表	頁次
4. 本期中報告暨報告書審查原則認可，請象騰公司參照各委員及單位代表意見進行相關內容修正及補充，並納入期末報告具體回應。	4. 遵照辦理。		

「馬祖地區水資源整體規劃檢討(1)」
委託服務案期末報告書審查意見及處理情形(1/19)

壹、會議日期：民國 103 年 11 月 21（星期五）上午 10 時 00 分
貳、會議地點：本所霧峰辦公區 B 棟 2 樓會議室
參、主持人：江所長明郎　　記錄：謝孟勳
肆、會議紀錄發文日期：民國 103 年 11 月 28 日
伍、會議紀錄發文字號：水規源字第 10308038600 號

審查意見	處理情形	答覆說明納入報告	
		章節/圖/表	頁次
一、游委員繁結(書面意見)			
1. 依各湖庫等之水資源供需及預期等分析，當屬周延，值得肯定。	1. 敬悉。		
2. 由於馬祖地區分散各島之水資源需求與開發等條件均不一致，是否能列出一張總表，依各湖庫供需水量、預期需求、可行改善方案、開發成本等各項逐項條列，以利全盤掌握。	2. 本計畫在水資源經營管理上以確保湖庫水充分利用，推動二元供水系統設置，及降低海淡水依賴的原則下進行四鄉五島的檢討，並依現有水資源設施的功能及未來發展趨勢提出 6 項推動策略及短中長推動方案，以達水資源永續利用之目標。	第玖章 表 9-2	P.9-13
二、簡委員俊彥			
1. 本人期中報告意見均已適當研復。所提策略及方案以既有湖庫及海水淡化為基本量，原則上可行。	1. 敬悉。		
2. 既有湖庫的現況問題及效率與水質改善，應列為優先項目辦理。P.9-16 的推動方案近、中、長程措施，表達方式不清楚，建議以列舉方式，分近、中、長程三節分別敘明各項措施。	2. 已修正短中長推動方案，並將分為共同性方案及地區性分案方案，依馬祖地區及四鄉五島分項敘明。	第玖章 表 9-2	P.9-13

「馬祖地區水資源整體規劃檢討(1)」
委託服務案期末報告書審查意見及處理情形(2/19)

審查意見	處理情形	答覆說明納入報告	
		章節/圖/表	頁次
3. 現有水庫的鹽化、漏水及水質問題，有關原因調查及處理對策方面的研究，過去已有研辦資料請盡量蒐集；若尚有不足，建請在近期內成立計畫優先辦理相關工作。	3. 后沃水庫問題縣府已於民國 103 年底辦理相關調查與問題研析委託工作。另其他各島有關湖庫問題已於短期方案中建議成立計畫辦理。	第玖章 表 9-2	P.9-13
4. 東莒是否增設海水淡化廠，建議以福正水庫能否更新改善為前提。這方面的相關資料及研判基礎尚不足，是否能加強內容說明。	4. 本計畫在水資源經營管理上以確保湖庫水充分利用，推動二元供水系統設置，及降低海淡水依賴的原則下進行四鄉五島的檢討，另考量產水成本、民眾接受度及保育地下水的情況下，可優先考量在東莒地區評估福正水庫恢復供水。	第伍章	P.5-10
5. 二元供水系統的建置很重要，建請多加著墨，提出較簡易可行的建議，避免海水淡化淪為洗衣及馬桶沖水的低階使用。	5. 本計畫在水資源經營管理上以確保湖庫水充分利用，推動二元供水系統設置，及降低海淡水依賴的原則下，馬祖地區水資源推動策略則朝向雨水貯集、節約用水等方向發展，並於適宜地區推動二元供水系統(如設置加水站供應海淡水)，湖庫水仍供應其他用水，以提高水資源運用效率，另將水質要求較低的生活次級用水（如沖廁、澆灌）改由成本較低廉的雨水貯留加以替代，避免發生處理成本昂貴的海淡水作為生活次級用水的資源浪費情況，逐步達到水資源循環利用及低碳建設等水資源目標。	第玖章	P.9-10 P.9-11
三、廖委員培明			
1. 目前期末報告書是以本所或顧問公司為主之編撰宜交待。	1. 依水規所民國 103 年 04 月 07 日修定之出版品及報告書排版格式統一規定辦理。		

「馬祖地區水資源整體規劃檢討(1)」
委託服務案期末報告書審查意見及處理情形(3/19)

審查意見	處理情形	答覆說明納入報告	
		章節/圖/表	頁次
2. 102 年度計畫供水量為何較實際供水量大很多宜簡要敘明。	2. 主要原因為，現階段馬祖地區多依賴海淡水，致使湖庫水使用較少。本計畫在水資源經營管理上以確保湖庫水充分利用，推動二元供水系統設置，及降低海淡水依賴的原則下進行四鄉五島的檢討。	第玖章 表 9-2	P.9-13
3. page 摘-6~page 摘 8 究竟馬祖地區湖庫供水能力估算之原則是否不同，否則為何有不同之數據？宜稍作較完整之整理(另為何稱及不含后沃水庫)。	3. 湖庫單獨供水、共同運用及配合海淡廠運用具有不同供水能力。考量后沃水庫水質改善時程，故以含及不含后沃水庫 2 種情況估算南竿湖庫供水能力。	第肆章	P.4-50
4. 馬祖地區各島嶼湖庫之聯合運用原則為何？宜在報告內敘明(如 SI=0.3 或 SI=1.0)，不宜將全島之湖庫以合而為一大水庫方式作運轉。同理，湖庫之聯合運用與海水淡化廠之聯合運用亦未敘明，宜補充。	4. 本計畫中已將原正式報告書初稿中聯合運用更正為共同運用。 湖庫共同運用原則係以各島湖庫水量串聯運用處理，以符實際操作狀況。 首先利用各湖庫 H-A-V 資料建立單一概念化水庫，並依現況湖庫高程建置水源調度。當庫容較大之水庫尚有空餘庫容時，庫容較小水庫尚有多餘溢流水量，則將多餘水量調至庫容大來運用。 由概念化水庫來供應各供水區用水需求，並依各湖庫 H-A-V 曲線分配出水量，先由庫容較小的湖庫來供應水量，再由庫容較大的湖庫來供應。 湖庫與海淡共同運用演算原則為充分利用湖庫水，海淡水為基本量：南竿部分全島需求水量先以南竿三期海淡水契約量(950CMD)供應，剩餘需求水量由湖庫水供應；其餘北竿、西莒及東引則因降低海淡水依賴原則，以湖庫水供水能力優先供應，剩餘需求水量由海淡水供應。	第肆章	P.4-50 P.4-51

「馬祖地區水資源整體規劃檢討(1)」
委託服務案期末報告書審查意見及處理情形(4/19)

審查意見	處理情形	答覆說明納入報告	
		章節/圖/表	頁次
5. page 摘-8~9，目前馬祖地區水廠操作方式其實已有最佳化之概念，水庫規模均不大，定規線似乎有困難，宜再慎思。	5. 已修正，摘要內已刪除，目前各湖庫在水源共同運用及調配上，水場人員都以經驗法則來操作。內文調整為建議依現有湖庫串連操作及水源調度方式，建立供水系統操作手冊，提升湖庫供水效率。	第玖章 第三節	P.9-12
6. page 摘-10，部分數據與本文之差異為何？宜補述明清楚。	6. 因部分委員認為摘要內容過於冗長，已將其刪減。		
7. page 摘-15，在既有水庫蓄水容量增加之可行性，在北竿地區優先考慮中興水庫，然中興水庫運轉比小於1，是否要修正。	7. 原正式報告書初稿所示，北竿地區優先考慮中興水庫係筆誤，經檢視北竿地區水庫水源及運用率資料修正優先考慮午沙水庫。然經綜合評估及優先順序評比後，以紫沃水庫優先考量。	第陸章	P.6-11
8. page 摘-16 及表 7 均在探討紫沃水庫，依文敘及表列似乎可行性不高，是否探討的過程有部分瑕疵宜查明。表 7 所列相關工程費是否有 page6-2 之具體改善工程宜交待。	8. 馬祖地區湖庫受限於集水區範圍不大，增加庫容可提高供水能力有限。而紫沃水庫庫容增加工程須新建壩體與既有改善工程內容不同，致工程費偏高。	第陸章	P.6-20
9. page 摘-20，針對東莒地區優先考量設置海水淡化廠，然依報告書內容，地下水可開發量在安全範圍內，且福正水庫早期有考慮地表、地下聯合運用是否優先考量。	9. 依據各島水資源供需情勢來看，僅東莒使用地下水，目前連江縣自來水廠已發包檢討福正水庫的改善。東莒地區後續應優先考量福正水庫恢復供水及增設淨水場，並考量福正水庫水源與地下水聯合運用，以提升供水穩定度。	第伍章	P.5-10

「馬祖地區水資源整體規劃檢討(1)」
委託服務案期末報告書審查意見及處理情形(5/19)

審查意見	處理情形	答覆說明納入報告	
		章節/圖/表	頁次
10. page 摘-21 及內文一再強調恢復后沃水庫供水是否有不易達成之慮。且庫容 465,000m^3，可增供為何僅 222CMD，請補充說明。	10. 連江縣政府已於 103 年度辦理后沃水庫相關調查計畫(滲漏及 TDS 防制對策)，后沃水庫供水是否不易達成，須待上述計畫調查成果而知，本計畫建議盡快恢復后沃水庫供水。 原正式報告書初稿所示，后沃水庫可增供為 222CMD 係誤植，經檢視后沃水庫應可增供 407CMD。	第肆章 表 4-20	P.4-50 P.4-51
11. 結論(四)宜再酌。	11. 已修正，詳結論(二)。	結論與建議	P.結-1
12. 建議(三)及(五)宜再酌。	12. 已修正，詳建議(四)、(五)、(六)。	結論與建議	P.結-2
13. page 3-1~ page 3-3，相關調整，更新後之比較，宜列表。	13. 文中所述主要為前期推估及實際供水之比較，本計畫僅作為後續推估參酌之用。		
14. page 4-13~page 4-16，對於水庫之描述宜一致，不宜有壩頂標高或壩頂高之差異。	14. 已修正。	第肆章 第三節	P.4-13~ P.4-16
15. page 4-48 之表 4-18 宜修正。	15. 已修正。	第肆章 表 4-18	P.4-48
16. page 4-50 文敘或聯合運用宜再酌。	16. 已修正為共同運用。	第肆章	P.4-50
17. 報告內有甚多數據前後不一，宜詳細審查於修正稿時一併修正。	17. 已修正。		
四、陳委員義平			
1. 摘要請增列馬祖地區五個主要島嶼面積及民國 102 年人口(含住民、駐軍、觀光人口)，年用水量統計列表供參。	1. 已增列。	摘要 摘表 1 及 2	P.摘-2~3

「馬祖地區水資源整體規劃檢討(1)」
委託服務案期末報告書審查意見及處理情形(6/19)

審查意見	處理情形	答覆說明納入報告	
		章節/圖/表	頁次
2. 有關馬祖地區現有水源供水能力與水庫及海淡聯合運用水庫供水能力以缺水指數 SI=0.3 推估成果之差異性請說明(摘要表 3 及表 4 各水庫供水能力差異性)及聯合運用之原則。	2. 本計畫中已將原正式報告書初稿中聯合運用更正為共同運用。 湖庫共同運用原則係以各島湖庫水量串聯運用處理，以符實際操作狀況。 首先利用各湖庫 H-A-V 資料建立單一概念化水庫，並依現況湖庫高程建置水源調度。當庫容較大之水庫尚有空餘庫容時，庫容較小水庫尚有多餘溢流水量，則將多餘水量調至庫容大來運用。 由概念化水庫來供應各供水區用水需求，並依各湖庫 H-A-V 曲線分配出水量，先由庫容較小的湖庫來供應水量，再由庫容較大的湖庫來供應。 湖庫與海淡共同運用演算原則為充分利用湖庫水，海淡水為基本量：南竿部分全島需求水量先以南竿三期海淡水契約量(950CMD)供應，剩餘需求水量由湖庫水供應；其餘北竿、西莒及東引則因降低海淡水依賴原則，以湖庫水供水能力優先供應，剩餘需求水量由海淡水供應。	第肆章	P.4-50 P.4-51

「馬祖地區水資源整體規劃檢討(1)」
委託服務案期末報告書審查意見及處理情形(7/19)

審查意見	處理情形	答覆說明納入報告	
		章節/圖/表	頁次
3. 有關馬祖地區用水需求；本計畫推估中、長程用水量，其中生活用水及國防用水；每人每日南竿為 242 公升，北竿 186 公升，東莒 139 公升，西莒 184 公升，東引 169 公升，以此推算長程目標用，除南竿地區外其餘地區可能偏低宜考慮馬祖地區未來生活水準提高後所需用求，另觀光用水每人每日其中住宿為 210 公升，非住宅為 143 公升，其中非住宿偏高宜比照台灣本島一般採用每人每日 73 公升估算，依此重新推算馬祖地區中、長程用水。	3. 本計畫依期初審查意見中部分委員所提以現況實際統計用水量為基礎酌予考量，故以試誤法率定民國 98~102 年每人每日實際用水量，作為重新訂定每人每日用水量標準之參考。 觀光用水每人每日用水量之估算係依據離島地區供水改善計畫之建議值進行推估。	第參章	P.3-5
4. 表 4-6 馬祖地區現有湖庫基本資料，請增加一欄「年供水量(102 年)」。	4. 連江縣自來水廠因人力不足及經費拮据，並未有相關監測系統，故無各水庫年供水量資料。		
5. 表 4-12 馬祖地區水庫現場勘查結果，請增列「各水庫現況情形」。	5. 各水庫現況情形已增列於表 4-6 最後一列。	第肆章 表 4-6	P.4-10

「馬祖地區水資源整體規劃檢討(1)」
委託服務案期末報告書審查意見及處理情形(8/19)

審查意見	處理情形	答覆說明納入報告	
		章節/圖/表	頁次
6. 既有水庫蓄水容量增加可行性評估，依表 6-1 優先順序，以東引地區紫沃水庫評分最為優先，紫沃水庫集水區年總逕流量為 32,993 立方公尺；現有庫容僅 2,704 立方公尺，如重建議滿水位標高 27.3 公尺，水庫容量為 20,200 立方公尺需投資 6,035 萬元，因水庫重建經濟效益評估應以可運用水量做為基準，因此如水庫運用率為 1.0，則可運用水量為 20,200 立方公尺，以年計成本 418 萬元估算其單位原水成本為 206 元/m^3(本計畫以增加水量估算為 254 元/m^3)惟其單價太高，不適宜改建。	6. 東引紫沃水庫加高後運用水量大於庫容之 20,200 立方公尺，但因其為既有水庫，故扣除原可供應水量後，增加供應水量未達理想，單位原水成本偏高。	第陸章	P.6-20
7. 因應博弈開發之策略評估需增加用水量，本計畫分析兩個情境其中情境 1：民國 115 至 140 年增加觀光人數 62,068 人，情境 2：民國 130 年後增加 128 萬 5 千餘人，其中情境 2 交通運輸無法負荷，不宜考慮。	7. 博弈情境 2 屬連江縣政府委託國立台灣科技大學「馬祖博弈公投通過後因應措施方案」報告中之人口為假設依據。	第捌章	P.8-4

「馬祖地區水資源整體規劃檢討(1)」
委託服務案期末報告書審查意見及處理情形(9/19)

審查意見	處理情形	答覆說明納入報告	
		章節/圖/表	頁次
8. 有關水資源經營策略及方案研擬，建議分短、中、長期策略，其中短期策略宜針對馬祖自來水廠認為需迫切解決問題(如海淡廠營運契約 105 年到期如何處理，監測系統建立尤其東莒地區地下水位觀測，水庫優養化鹽化問題….等)，中、長期策略方案-現有湖庫改善；新開發水源回收水再利用，因應博奕開發新增水源自來水建立二次元供水系統及飲用水與次級用水分開…等。	8. 現階段馬祖地區多依賴海淡水，致使湖庫水使用較少。本計畫在水資源經營管理上以確保湖庫水充分利用，推動二元供水系統設置，及降低海淡水依賴的原則下進行四鄉五島的檢討，並分短中長推動方案。	第玖章 表 9-2	P.9-13
五、孫委員思優			
1. 各產出圖表之橫縱軸標示請一併檢核；小數位數統一並去除多餘位數，缺者請補充。	1. 已統一修正。		
2. 摘要圖 5~9 請補充海淡停供之預測線(如簡報中所補)。	2. 本計畫供需圖依一般水資源供需報告繪製。		
3. 摘要表 8 方案請再產出一方案流程圖(含期程)。	3. 本計畫提出短中長推動方案，以達水資源永續利用之目標。	第玖章 表 9-2	P.9-13
4. 82 年水資會之勘查報告部分引述內容文字似有缺漏，請提供原始文件之影本供查證。(缺不連續面位態之傾角方向)	4. 本計畫已依現有資料來呈現。		
5. 地物探勘之收集成果僅有文字，缺圖可進一步了解其解釋內容。	5. 已增列。	附錄二	
6. P.7-27 SP 鋼管描述似有誤，請檢查。	6. 已修正。	第柒章 表 7-14	P.7-27

「馬祖地區水資源整體規劃檢討(1)」
委託服務案期末報告書審查意見及處理情形(10/19)

審查意見	處理情形	答覆說明納入報告	
		章節/圖/表	頁次
7. 摘要圖2與附錄三相同圖之符號未統一，以後者為佳；摘要圖示各線逕以島名標即可。	7. 因部分委員認為摘要內容過於冗長，已將其刪減。		
8. 單位儘可能統一。如 m^3，噸，立方公尺。	8. 已修正。		
9. 地下水井位置是否有資料，尚未交代。	9. 已增列。	附錄六	
六、蔡委員展銘			
1. 針對馬祖地區未來需水情境設定，除目標年 140 年外，尚需有配合博奕開發及低碳島政策與民國 110、120 年及 130 年目標年等情境，惟相關情境之假設需水條件(如博奕及低碳島)亦應先予敘明及增補(於附錄)。並進而提出其各期程對策。	1. 現階段馬祖地區多依賴海淡水，致使湖庫水使用較少。本計畫在水資源經營管理上以確保湖庫水充分利用，推動二元供水系統設置，及降低海淡水依賴的原則下進行四鄉五島的檢討，並分短中長推動方案，以因應各目標年用水需求。	第玖章 表 9-2	P.9-13

「馬祖地區水資源整體規劃檢討(1)」
委託服務案期末報告書審查意見及處理情形(11/19)

審查意見	處理情形	答覆說明納入報告	
		章節/圖/表	頁次
2. 南竿所有湖庫單獨及聯合運用之供水能力分別為1,282 及 1,472CMD 及1,510CMD(如摘-6、摘-7)，惟請增補其(聯合)運用原則及運轉比(似為運用次數)。另建議內提及「平時可輪流運轉各機組或統一調度，保留 50%產水能力作為備援系統」，請再予敘明其原則或量化背景。	2. 本計畫中已將原正式報告書初稿中聯合運用更正為共同運用。 已增列水庫共同運用供水能力如表 4-20。 運轉比已修正為水庫運用率。 湖庫共同運用原則係以各島湖庫水量串聯運用處理，以符實際操作狀況。 首先利用各湖庫 H-A-V 資料建立單一概念化水庫，並依現況湖庫高程建置水源調度。當庫容較大之水庫尚有空餘庫容時，庫容較小水庫尚有多餘溢流水量，則將多餘水量調至庫容大來運用。 由概念化水庫來供應各供水區用水需求，並依各湖庫 H-A-V 曲線分配出水量，先由庫容較小的湖庫來供應水量，再由庫容較大的湖庫來供應。 湖庫與海淡共同運用演算原則為充分利用湖庫水，海淡水為基本量：南竿部分全島需求水量先以南竿三期海淡水契約量(950CMD)供應，剩餘需求水量由湖庫水供應；其餘北竿、西莒及東引則因降低海淡水依賴原則，以湖庫水供水能力優先供應，剩餘需求水量由海淡水供應。	第肆章 表 4-20	P.4-50 P.4-51

「馬祖地區水資源整體規劃檢討(1)」
委託服務案期末報告書審查意見及處理情形(12/19)

審查意見	處理情形	答覆說明納入報告	
		章節/圖/表	頁次
3. 既有之湖庫得以未來需水量、水庫運轉比等7項目評估，以東引之東湧及紫沃水庫評分最高，惟請再增補南、北竿之個別優先順序或評分，以配合未來博奕及低碳島等政策。	3. 除東引紫沃水庫評分較高外，南竿、北竿及西莒列為較優先序位者分別為儲水沃水庫、午沙水庫及菜埔沃水庫。	第陸章	P.6-11
4. 新設湖庫可行性評估似欠較量化評析成果，文內應請增補評估方法及相關評析量化成果，且相關圖表加註資料來源。	4. 現有蒐集資料量化部分較為欠缺，僅以定性描述居多，但已補充馬祖地區集水區數、截水系統及開發情形量化說明。		
5. 摘要內容過於冗長，請再精簡。建議內容除應具體提出配合博奕及低碳島之水資源方案，另應增補未來尚須辦理哪些事宜(如東引、紫沃、后沃、福正水庫改善及海淡廠推動方式等)。	5. 摘要已精簡，並於建議部分增加尚未充分利用之湖庫（如后沃、中興水庫)進行改善，以提升湖庫整體供水能力。及海淡廠考慮採彈性調度方式產水，平時可輪流運轉各機組或統一調度。另馬祖地區發電成本高(1 度約 14 元)，建議規定整廠用電限制及彈性購水契約，以符合節能減碳新思維。	摘要 結論與建議	P.結-2

「馬祖地區水資源整體規劃檢討(1)」
委託服務案期末報告書審查意見及處理情形(13/19)

審查意見	處理情形	答覆說明納入報告	
		章節/圖/表	頁次
七、經濟部水利署 許副工程司宏達			
1. 馬祖水庫運轉比偏低，就其因應策略應加強檢討，如增加截流之可行性。	1. 本計畫在水資源經營策略上，以確保湖庫水充分利用，推動二元系統設置及降低海淡水依賴的原則下進行四鄉五島的檢討。然馬祖地區受先天條件限制與氣候條件影響，多數水庫庫容小、供水能力有限，目前水廠已將各水庫串聯使用，以增加湖庫運用率。本計畫在水資源整體經營策略及推動方案上，建議進行湖庫水質改善及后沃、中興、福正等水庫恢復供水，以有效提高湖庫水源使用量。	第玖章 表 9-2	P.9-13
2. 東莒地區係以地下水供應公共給水，由檢討成果其安全出水量尚高於未來需求，而本地區檢討成果未考慮全球氣候變遷，建議後續以多元化水源開發尋找其他水源降低缺水風險，其需要性、急迫性如何，應有明確結論。	2. 東莒地區雖其安全出水量尚高於未來需求，但為保育地下水情況下，目前連江縣自來水廠已發包檢討福正水庫的改善，後續以多元化水源開發尋找其他水源降低缺水風險，優先考量福正水庫恢復供水及增設淨水場，並考量福正水庫水源與地下水聯合運用，以提升供水穩定度。	第玖章	P.9-15
3. 在增加水庫容量優先評比中，紫沃水庫評分第 2，惟本水庫已辦理改善不久，是否宜列最優先。評比方式建議再檢討適宜性。	3. 紫沃水庫已辦理改善工程亦已納入評比因子，相對其他湖庫其評比較優先；其庫容增加工程並未與前期工程重覆，但評估結果成本過高。	第陸章	P.6-10 P.6-11 P.6-20

「馬祖地區水資源整體規劃檢討(1)」
委託服務案期末報告書審查意見及處理情形(14/19)

審查意見	處理情形	答覆說明納入報告	
		章節/圖/表	頁次
4. 馬祖供需分析結果尚可平衡，惟目前過度依賴海淡水之供水，就低碳島目標與經濟性、天然水源有效利用係為衝突，中長程水資源經理策略依低碳島目標加強著墨。	4. 本計畫在水資源經營管理上以確保湖庫水充分利用，推動二元供水系統設置，及降低海淡水依賴的原則下進行四鄉五島的檢討，並依現有水資源設施的功能及未來發展趨勢提出 6 項推動策略及短中長推動方案，以達水資源永續利用之目標。	第玖章 表 9-2	P.9-13
八、經濟部水利署水利規劃試驗所水資源規劃課			
1. 缺英文摘要，請增補。	1. 已增列。		
2. 報告格式請依本所規定調整，另摘要篇幅達 23 頁，請酌精簡。	2. 已精簡為 14 頁。		
3. 結論(一)、P.4-70 已點出馬祖現況諸多課題，應分析評估後於歸納具體建議。	3. 已修正。	結論與建議	P.結-1
4. 報告書內部份圖例解析度不佳，例如圖 2-12、2-15、圖 4-26~27、圖 7-3、7-5 等，請加以檢覈，以文字能清析辨識為原則。	4. 已修正。		
5. P.3-11、P.3-13 各島 LPCD 與表 3-11、3-13 不符，請檢覈修正。	5. 已修正。	第參章	P.3-11 P.3-13
6. P.4-1 降雨量換算有誤，請檢覈。	6. 已修正。	第肆章 第一節	P.4-1
7. P.4-19，表 4-11 馬祖各海淡廠日平均產水量與契約供水量有所落差，係因產能不足或無實際需求，宜釐清。	7. 馬祖地區海淡廠中南竿一、二期、西莒產能不足，南竿三期、北竿及東引無實際需求，造成與產水量有所落差，基本上現階段契為四鄉五島共同彈性契約。		

「馬祖地區水資源整體規劃檢討(1)」
委託服務案期末報告書審查意見及處理情形(15/19)

審查意見	處理情形	答覆說明納入報告	
		章節/圖/表	頁次
8. 本計畫目標年水資源供需圖採目前海淡廠契約量是否合宜，請評估未來供需情勢，並提出建議重置量。	8. 本計畫在水資源經營管理上以確保湖庫水充分利用，推動二元供水系統設置，及降低海淡水依賴的原則下進行四鄉五島的檢討，在各島湖庫尚未完全充分利用前，供需圖上採一般水資源供需之評估方式以海淡廠契約購水量為評估依據，後續若湖庫順利恢復期供水能力，將多餘的產能視為備載機組作為備用水源。		
9. 表 4-19 馬祖地區現有水庫供水能力表請增加各鄉合計欄位，數據空白處，請加以備註原因。	9. 已增列並加註原因。	第肆章 表 4-19	P.4-49
10. 表 4-21 水庫海淡聯合運用係採 SI=1 或 0.3 請檢覈後釐清(與 P.4-50 文敘不符)。	10. 已修正，本計畫中已將原正式報告書初稿中聯合運用更正為共同運用，且水庫海淡共同運用係採 SI=0.3。	第肆章	P.4-51 P.4-52
11. P.6-13 紫沃水庫經評估較具庫容增加可行性，惟 P.6-14 文敘提及諸多因素讓紫沃水庫改善未如期實施，請補充說明相關困難點是否已克服。	11. 過往壩體改善計畫因委託設計案爭議而中止；後續改善已變更原計畫工作目標。	第陸章	P.6-14

「馬祖地區水資源整體規劃檢討(1)」
委託服務案期末報告書審查意見及處理情形(16/19)

審查意見	處理情形	答覆說明納入報告	
		章節/圖/表	頁次
12. P.6-15 紫沃水庫目前操作方式是以抽水馬達抽至東湧水庫，是否具備單獨運作之條件，請補充說明。另請補充湖庫單獨及聯合運用之原則。	12. 湖庫共同運用原則係以各島湖庫水量串聯運用處理，以符實際操作狀況。 首先利用各湖庫 H-A-V 資料建立單一概念化水庫，並依現況湖庫高程建置水源調度。當庫容較大之水庫尚有空餘庫容時，庫容較小水庫尚有多餘溢流水量，則將多餘水量調至庫容大來運用。 由概念化水庫來供應各供水區用水需求，並依各湖庫 H-A-V 曲線分配出水量，先由庫容較小的湖庫來供應水量，再由庫容較大的湖庫來供應。 湖庫與海淡共同運用演算原則為充分利用湖庫水，海淡水為基本量：南竿部分全島需求水量先以南竿三期海淡水契約量(950CMD)供應，剩餘需求水量由湖庫水供應；其餘北竿、西莒及東引則因降低海淡水依賴原則，以湖庫水供水能力優先供應，剩餘需求水量由海淡水供應。	第肆章 表 4-20	P.4-50 P.4-51
13. P.8-12 北竿地區在博弈情境 2 條件下，在目標(140)年有供需缺口，如何克服?請補充說明。	13. 建議於民國 125 年檢討馬祖地區發展趨勢及水資源供需情勢，若需求水量確如博弈情境 2 之預測，應評估增加既有海淡機組提升供水能力之可行性。	第捌章	P.8-12
14. P.9-15 備援方案僅以南竿地區供需情勢為例，請列表針對馬祖各地區提出可行之備援方案，並針對表 9-2 妥予敘明。	14. 本計畫在水資源經營管理上以確保湖庫水充分利用，推動二元供水系統設置，及降低海淡水依賴的原則下進行四鄉五島的檢討，並依現有水資源設施的功能及未來發展趨勢提出 6 項推動策略及短中長推動方案，以達水資源永續利用之目標。	第玖章 表 9-2	P.9-13

「馬祖地區水資源整體規劃檢討(1)」
委託服務案期末報告書審查意見及處理情形(17/19)

審查意見	處理情形	答覆說明納入報告	
		章節/圖/表	頁次
15. 本計畫配合低碳島之策略，研提以增加湖庫使用量，減少淡化水需求並對海淡水能耗有所評析，惟對於湖庫水經淨化處理後之能耗未見評析，建議補充，更能瞭解所研提策略之低碳效益。	15. 馬祖地區淨水場處理程序多為原水-快混-慢混-沉澱-砂濾-清水。水廠人員在操作上以考量最適操作方式。	第貳章 表 2-6	P.2-36
16. 續上，建議進一步分析湖庫水經淨化後與海淡廠產生在電價不補貼及補貼下成本比較，更能彰顯本策略之經濟效益。	16. 馬祖地區發電成本每度約 14 元，在電價補貼下僅 2 元，差異頗大，本計畫已增列東莒海淡廠不同電價之成本。		
17. 本報告內除第貳章、第參章外均有提出相關建議，請歸納評析後於結論與建議具體敘明。	17. 遵照辦理，已於結論與建議中敘明。	結論與建議	
18. 報告尚有錯漏不妥處，請再重新檢核與修正。	18. 遵照辦理。		
結論			
1. 計畫緣起部分，應先闡明馬祖前已辦理之「馬祖地區水資源整體開發計畫」、「離島地區供水改善計畫」等計畫，並依博奕條例造成之新形勢與困境，以強化本計畫辦理之重點。	1. 遵照辦理，計畫緣起部分已修正。	第壹章	P.1-1

「馬祖地區水資源整體規劃檢討(1)」
委託服務案期末報告書審查意見及處理情形(18/19)

審查意見	處理情形	答覆說明納入報告	
		章節/圖/表	頁次
2. 本計畫應訂定具備合理性、前瞻性之馬祖地區供水策略，宜回歸基本面，聚焦於目前湖庫水利用過低及過度倚賴海淡水情形，重新思考水價、真實供水成本、用水成長、用水標的等條件據以論述。	2. 本計畫在水資源經營管理上以確保湖庫水充分利用，推動二元供水系統設置，及降低海淡水依賴的原則下，馬祖地區水資源推動策略則朝向雨水貯集、節約用水等方向發展，並於適宜地區推動二元供水系統(如設置加水站供應海淡水)，湖庫水仍供應其他用水，以提高水資源運用效率，另將水質要求較低的生活次級用水（如沖廁、澆灌）改由成本較低廉的雨水貯留加以替代，避免發生處理成本昂貴的海淡水作為生活次級用水的資源浪費情況，逐步達到水資源循環利用及低碳建設等水資源目標。	第玖章 表 9-2	P.9-13
3. 有關湖庫水部分，請具體評析馬祖湖庫水源使用量有逐年降低趨勢原因(特別在南竿)，策略上應思考如何有效提高既有水庫水源使用量(特別是后沃水庫)，新建水庫或既有水庫加高等，應不具備實益，故其篇幅宜濃縮，所稱水庫因未具營運規線而效能低之論述恐屬誤解，請確實檢討避免失焦。	3. 主要為南竿三期海淡廠加入營運後(民國 100 年)，每日產水量約 900 立方公尺的影響(契約購水)，造成南竿地區湖庫水供應量降低。而其他各島配合水庫改善工程後，各湖庫運用水量呈現持平或上昇趨勢。另馬祖地區受先天條件限制與氣候條件影響，多數水庫庫容小、產水量有限，目前水廠已將各水庫串聯使用，另本計畫已建議進行湖庫水水質改善及后沃、中興、福正水庫等恢復供水，以增加水庫運用率。	第玖章 表 9-2	P.9-13

「馬祖地區水資源整體規劃檢討(1)」
委託服務案期末報告書審查意見及處理情形(19/19)

審查意見	處理情形	答覆說明納入報告	
		章節/圖/表	頁次
4. 海淡水部分，其方便與穩定逐漸成供水主要來源，惟其高成本、高耗能等特性，顯不宜作為主要水源，尤其未來用水成長壓力主要為觀光發展，在現有自來水差價政府補貼政策下更不合理，如何湖庫與海淡二元聯合運用供水，應可跳出現有供水思維，務實考量政策推動之合理性，如湖庫水供應到家、但海淡水廣設供水站免費供應等，至於再生水量太低，參與二元供水之可行性甚低，應免考量。	4. 本計畫在水資源經營管理上以確保湖庫水充分利用，推動二元供水系統設置，及降低海淡水依賴的原則下，馬祖地區水資源推動策略則朝向雨水貯集、節約用水等方向發展，並於適宜地區推動二元供水系統(如設置加水站供應海淡水)，湖庫水仍供應其他用水，以提高水資源運用效率，另將水質要求較低的生活次級用水（如沖廁、澆灌）改由成本較低廉的雨水貯留加以替代，避免發生處理成本昂貴的海淡水作為生活次級用水的資源浪費情況，逐步達到水資源循環利用及低碳建設等水資源目標。	第玖章 表 9-2	P.9-13
5. 本計畫應著重於策略思維，顧問公司針對馬祖四鄉五島所研擬之策略部分過於著墨細節且對問題掌握與研判未盡妥適，請顧問公司與本所水源課研商後據以修正。	5. 原正式報告書初稿中所提策略，大多依循現況問題(第肆章)及連江縣府所提需求進行檢討，部分過於著墨細節之資料已重新修正。另於 11 月 28 號召開工作會議中已將馬祖地區水資源經營管理上定調為確保湖庫水充分利用，推動二元供水系統設置，及降低海淡水依賴的原則，並依前述原則，提出馬祖地區水資源整體推動 6 項策略，並依四鄉五島需求及現況提出各島推動方案。	第玖章 表 9-2	P.9-13
6. 請並參酌各委員及單位意見，於民國 103 年 12 月 4 日前提送修訂稿乙式 3 份至本所，請本所水源課本於權責審查，必要時再行開會。	6. 遵照辦理。		

附錄二　地電阻探測

地電阻探測

馬祖地區過去曾進行過數次地電阻探測作業，分別於民國 61、67、68 及 82 年由當時的經濟部聯合礦業研究所、水資會、地調所等單位負責辦理，及經濟部水利署水利規劃試驗所於民國 98 年「馬祖東莒福正地下水庫初步規劃」中亦有地電阻探測之項目，合計探測範圍包括南竿 8 點、北竿 4 點、東引 4 點，西莒 7 點、東莒 4 點。但由於 67、68 年之探測結果僅敘述綜合結果，並無各點位之調查資料，故本計畫分別就民國 61、67、68 年調查結果、民國 82 年調查結果以及民國 98 年東莒福正地下水庫調查結果彙整如下

1、 民國 61、67、68 年調查結果彙整

以上三次調查測點共包括南竿 6 點，北竿 2 點，東引 4 點，西莒 4 點，東莒 1 點，調查結果顯示馬祖地區的地質多為花崗岩，地下水儲存於風化的堆積層、沖積層或岩石裂隙中。下部為固結之岩層，不含地下水。地層組織約可分為三層，上層為堆積層或沖積層，中為風化岩石製隙層，下為堅硬之岩盤，上中二層含水層厚在 40 公尺之內，而堆積層及沖積層受地形支配而分散於各沃口。

民國 61 年之調查結果有詳細之說明，彙整如下。本次共探測 8 測點，分別位於南竿的復興、介壽、津沙、仁愛等村落，及北竿的坂里及塘歧兩村，探測點位置如圖 1～2，探測結果整理如表 1。

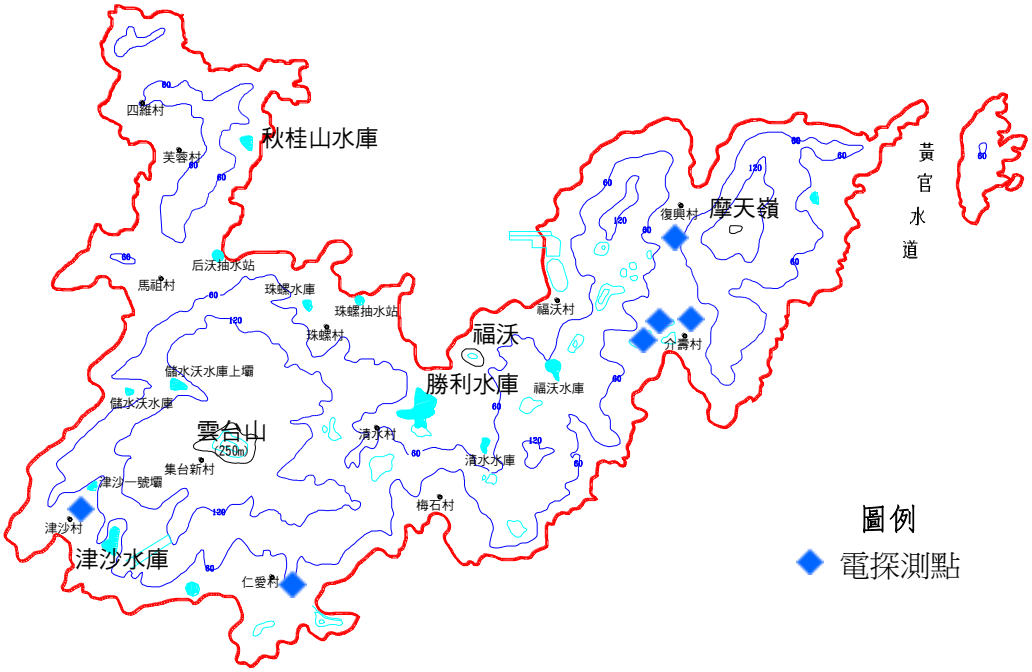


圖 1　南竿鄉電探位置分佈圖

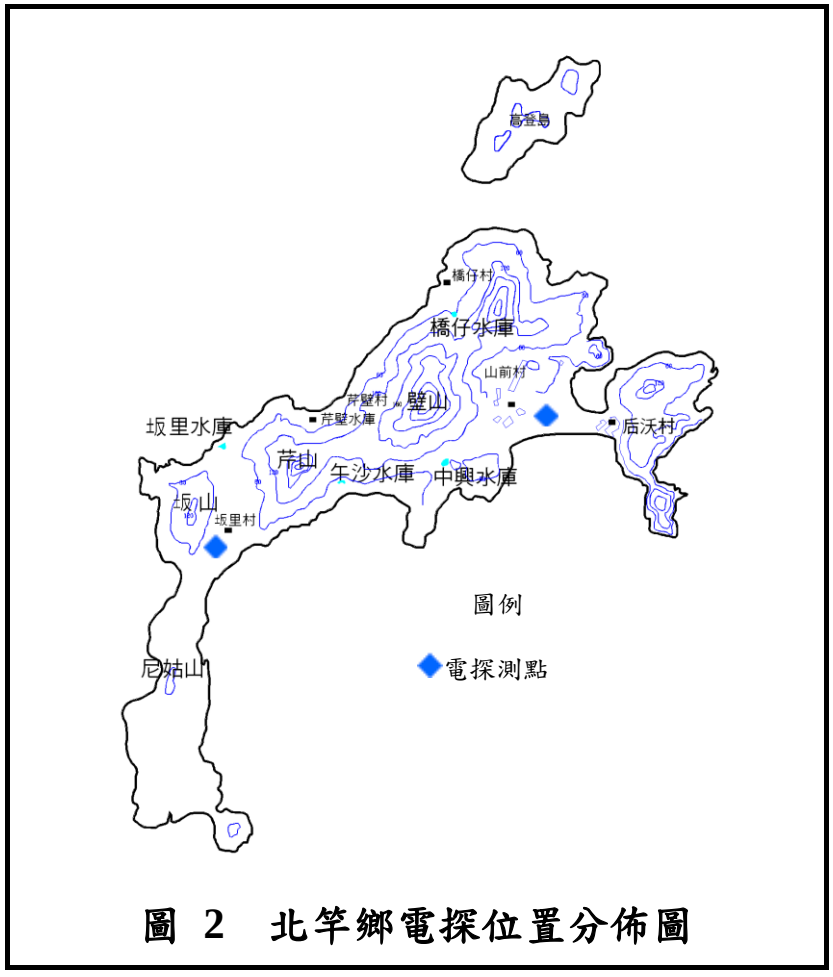


圖 2　北竿鄉電探位置分佈圖

表 1　南、北竿地區以電探法探測地下水含水層結果

序號	位置（編號）	地表下深度（公尺）	地質特徵描述
1	南竿復興村	0.0~5.5	沖積層或堆積層
		5.5~21.5	受風化及裂隙較多之花崗岩
		21.5~	基磐（堅硬花崗岩）
2	南竿介壽村 A 測點	0.0~6.0	沖積層或堆積層
		6.0~30.0	受風化及裂隙較多之花崗岩
		30.0~	基磐（堅硬花崗岩）
3	南竿介壽村 B 測點	0.0~4.3	沖積層或堆積層
		4.3~25.8	受風化及裂隙較多之花崗岩
		25.8~	基磐（堅硬花崗岩）
4	南竿介壽村 C 測點	0.0~4.5	沖積層或堆積層
		4.5~22.5	受風化及裂隙較多之花崗岩
		22.5~	基磐（堅硬花崗岩）
5	南竿津沙村	0.0~8.0	沖積層或堆積層
		8.0~16.0	受風化及裂隙較多之花崗岩
		16.0~	基磐（堅硬花崗岩）
6	南竿仁愛村	0.0~3.2	沖積層或堆積層
		3.2~16.0	受風化及裂隙較多之花崗岩
		16.0~	基磐（堅硬花崗岩）
7	北竿坂里村	0.0~5.0	沖積層或堆積層
		5.0~10.0	受風化及裂隙較多之花崗岩
		10.0~	基磐（堅硬花崗岩）
8	北竿塘岐村	1.4~22.5	沖積層或堆積層
		22.5~45.0	受風化及裂隙較多之花崗，亦可能為沖積層或堆積層
		45.0~	基磐（堅硬花崗岩）

來源：經濟部水利署水利規劃試驗所，馬祖地區地下水資源調查規劃，民國 95 年

(1) 南竿復興村

南竿復興村的測點位於馬祖酒廠後側，探測結果顯示地表至地表下 5.5 公尺為沖積層或堆積層，自地表下 5.5～21.5 公尺為受風化及裂隙較多之花崗岩，基盤之堅硬花崗岩深度約在 21.0 公尺左右。本次調查顯示，沖積層為本區地下水主要儲水區，但因層薄近地表，與天然降雨量關係甚大，同時水質差，亦受污染；受風化及裂隙較多之花崗岩亦為儲水地層之一，惟因風化及裂隙不甚強，推斷其儲水量並不豐。

(2) 南竿介壽村 A 測點

南竿介壽村 A 測點位於馬祖酒廠至介壽村的公路右側，探測結果顯示地表至地表下 6 公尺為沖積層或堆積層，自地表下 6～30 公尺為受風化及裂隙較多之花崗岩，基盤之堅硬花崗岩深度約在 30 公尺左右。本次調查顯示，沖積層為本區地下水主要儲水區，但水質不佳，亦受污染；受風化及裂隙較多之花崗岩亦為儲水地層之一，惟因風化及裂隙不甚強，儲水不佳。

(3) 南竿介壽村 B 測點

南竿介壽村 B 測點位於馬祖酒廠至介壽村的公路右側，於 A 測點的南方約 50 公尺，探測結果顯示地表至地表下 6 公尺為沖積層或堆積層，自地表下 4.3～25.8 公尺為受風化及裂隙較多之花崗岩，基盤之堅硬花崗岩深度約在 25.8 公尺左右。本次調查顯示，沖積層為本區地下水主要儲水區，但水質不佳；受風化及裂隙較多之花崗岩亦為儲水地層之一，相較於 A 測點，本區受風化及裂隙地層電阻係數降低恨多，顯示儲水情形較佳。

(4) 南竿介壽村 C 測點

南竿介壽村 C 測點位於介壽村小學側，探測結果顯示地表至地表下 4.5 公尺為沖積層或堆積層，自地表下 4.5～22.5 公尺為受風化及裂隙較多之花崗岩，基盤之堅硬花崗岩深度

約在 22.5 公尺左右。本次調查顯示，沖積層為本區地下水主要儲水區，但水質不佳；依受風化及裂隙較多之花崗岩亦為儲水地層之一，儲水不佳。

(5) 南竿津沙村

南竿津沙村測點位於津沙分校側，探測結果顯示地表至地表下 4.5 公尺為沖積層或堆積層，自地表下 8～16 公尺為受風化及裂隙較多之花崗岩，基盤之堅硬花崗岩深度約在 16 公尺左右。本次調查顯示，沖積層為本區地下水主要儲水區，但水質不佳；受風化及裂隙較多之花崗岩亦為儲水地層之一，儲水不佳。

(6) 南竿仁愛村

南竿仁愛村測點位於仁愛村美軍顧問團南方，探測結果顯示地表至地表下 3.2 公尺為沖積層或堆積層，自地表下 3.2～16 公尺為受風化及裂隙較多之花崗岩，基盤之堅硬花崗岩深度約在 16 公尺左右。本次調查顯示，沖積層為本區地下水主要儲水區，但水質不佳；依電阻係數判斷，風化層受風化強及裂隙較多，儲水情形較佳。

(7) 北竿坂里村

北竿坂里村測點位於坂里村辦公室東方，探測結果顯示地表至地表下 5 公尺為沖積層或堆積層，自地表下 5～10 公尺為受風化及裂隙較多之花崗岩，基盤之堅硬花崗岩深度約在 10 公尺左右。本次調查顯示，沖積層為本區地下水主要儲水區，但水質不佳；受風化及裂隙較多之花崗岩亦為儲水地層之一，儲水不佳。

(8) 北竿塘歧村

北竿塘歧村測點位於北竿鄉公所東側，探測結果顯示地表至地表下 1.4 公尺為海濱乾砂層，自地表下 1.4～22.5 公尺為沖積層或堆積層，22.5～45 公尺為受風化及裂隙較多之花崗岩或沖積層，基盤之堅硬花崗岩深度約在 45 公尺左右。本

次調查顯示，地表下 22.5～45 公尺為本區地下水主要儲水區，水質尚佳；地表下 1.4～22.5 公尺為次要儲水地層。

2、 民國 82 年 6 月的調查

本次共探測 7 測點，分別位於南竿 2 測點、北竿 2 測點，以及西莒 3 測點。

(1) 南竿介壽

南竿介壽的測點位於縣政府前菜圃，探測結果顯示地表至地表下 0.8 公尺為表土，0.8～2.7 公尺為泥土，2.7～12.7 公尺為砂土，12.7～29 公尺為風化岩層裂隙，29 公尺以下疑為含鹽分岩層。

(2) 南竿仁愛鐵板

南竿仁愛鐵板的測點位於前美軍顧問團井邊，探測結果顯示地表至地表下 0.7 公尺為表土，0.7～3 公尺為砂石土，3～21 公尺為風化塊石灰土，21～28 公尺為岩層裂隙，28 公尺以下為岩盤。

(3) 北竿坂里

北竿坂里的測點位於公路側，探測結果顯示地表至地表下 0.5 公尺為表土，0.5～4.2 公尺為泥土，4.2～8 公尺為砂土，8～13 公尺為風化岩層裂隙，13 公尺以下為岩盤。

(4) 北竿塘歧

北竿塘歧的測點位於公園運動場，探測結果顯示地表至地表下 3.1 公尺為回填塊石土，3.1～10 公尺為砂石土，10～26 公尺為砂土，26～42 公尺為風化岩層裂隙層，42 公尺以下為岩盤。

(5) 西莒菜埔沃

測點位於西莒島北側，探測結果顯示地表至地表下 0.5 公尺為表土，0.5～5 公尺為堆積砂土，5～15 公尺為塊石夾砂土，15～40 公尺疑為風化岩層裂隙層，40 公尺以下為岩盤。

(6) 西莒坤丘

測點位於西莒島西側，探測結果顯示地表至地表下 0.2 公尺為表土，0.2～2.7 公尺為堆積砂土，2.7～11 公尺為砂石土，11 公尺以下為岩盤。

(7) 西莒田沃

測點位於西莒島東側，探測結果顯示地表至地表下 0.5 公尺為表土，0.5～4.2 公尺為塊石夾砂土，4.2～14 公尺為砂土夾泥，14 公尺以下為岩盤。

3、 民國 98 年調查東莒福正地下水庫調查結果

此計畫共在東莒福正灣地區進行兩條二維地電阻探測剖面，ELN-98-01 剖面位於福正灣與神秘小海灣集水區的分水嶺附近；ELN-98-02 剖面則大致沿著靶場北側道路，及民國 97 年在神秘小海灣集水區中的 ELN-97-02 電探剖面進行分析，三處探測剖面影像圖如圖 3~5 所示。

(1) ELN-98-01 剖面

本剖面位在福正灣與神秘小海灣通谷的分水嶺附近，電探剖面結果顯示，西半部地下約 10 公尺以下研判應係緻密岩盤。東段下部之高電阻層也應是岩盤。

(2) ELN-98-02 剖面

本剖面位在福正灣區靶場北側之道路沿線。地表淺層之高電阻層應是反應乾燥的風積砂層，地下 15 至 20 公尺深度以內淺層的低電阻區應為含水層，地下 40 公尺研判應是過去滯留在岩層縫隙間少量含鹽分的地下水，岩盤約與海平面同高。

(3) ELN-97-02 剖面

本剖面係位於神秘小海灣區，垃圾掩埋場南端向西延伸之測線。西側有一寬不到 10 公尺，由岩盤裂隙所形成的地下水通道。剖面東段有一低電阻帶，研判是一個由分水嶺附近向南延伸的谷地。

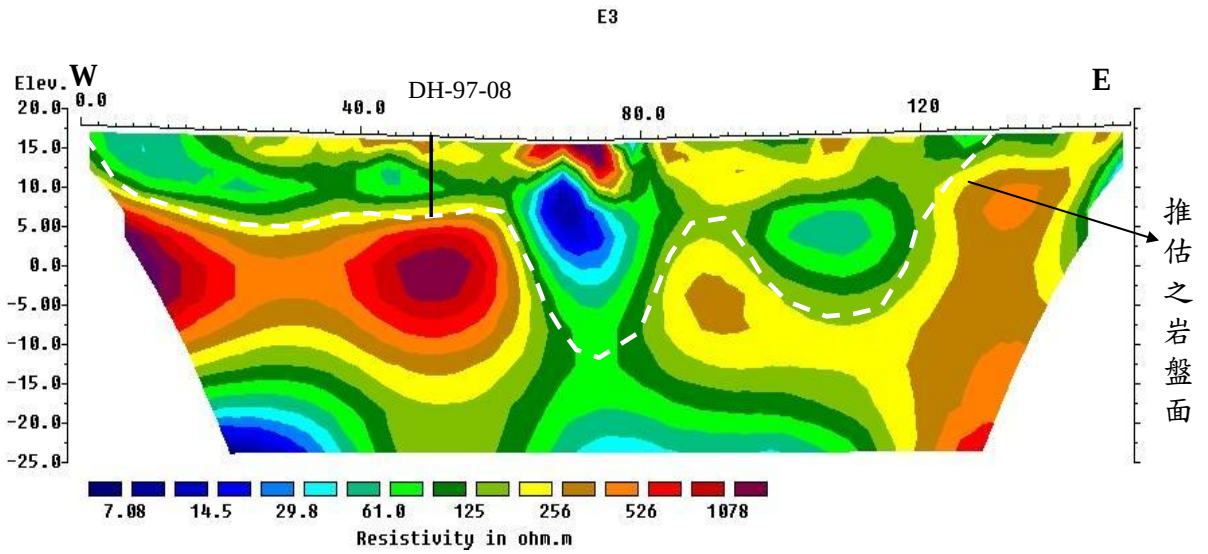


圖 3　ELN-98-01 電阻探測剖面影像圖

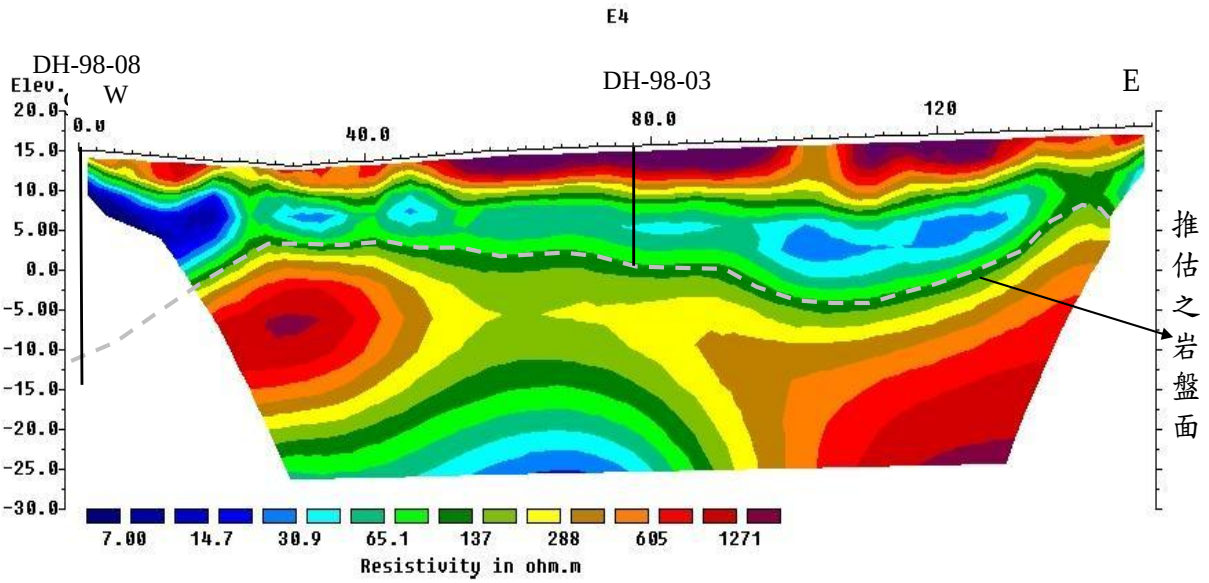


圖 4　ELN-98-02 電阻探測剖面影像圖

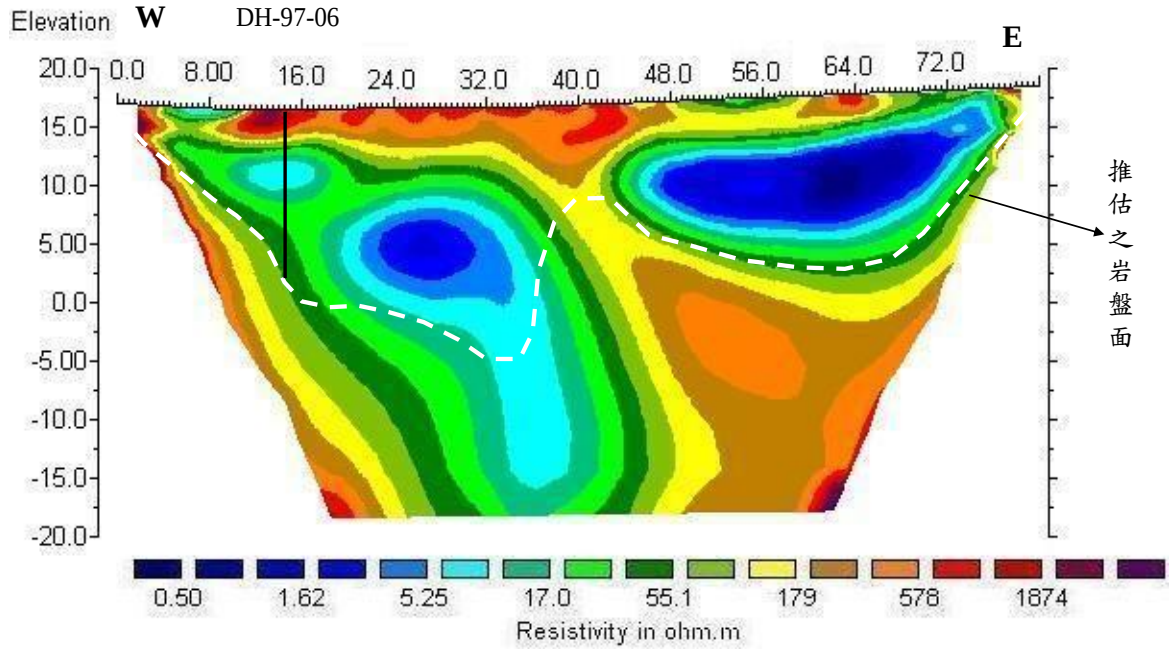


圖 5　ELN-97-02 電阻探測剖面影像圖

附錄三　環保署民國 93 年～103 年馬祖地區各水庫水質監測統計資料

南竿地區民國93~103年水庫水質檢驗一覽表

水庫名稱	採樣日期	採樣深度(m)	透明度(m)	水溫(℃)	酸鹼值	導電度(μmho/cm25℃)	溶氧(電極法)(mg/L)	化學需氧量(mg/L) 25mg/L以下	濁度(NTU)	懸浮固體(mg/L)	總硬度(mg/L as $CaCO_3$)	總鹼度(mg/L as $CaCO_3$)	葉綠素a(μg/L)	總磷(μg/L)	正磷酸鹽(μg/L)	氨氮(mg/L) 1mg/L以	硝酸鹽氮(mg/L)	亞硝酸鹽氮(mg/L)	有機氮(mg/L)	總有機碳(mg/L) 4mg/L以下	CTSI 50以上為優養化
勝利	2014/5/13	0.5	0.7	23.3	9.8	585	12.7	27.5	6.7	14.7	--	--	49.4	68	--	0.01	--	--	--	--	66
	2014/2/25	0.5	1.7	14.7	7.1	647	10.5	13.2	2.9	3.4	--	--	9.3	27	--	0.57	--	--	--	--	52
	2013/11/13	0.5	1.4	17.7	7.9	679	7.6	13.6	3.4	4.8	--	--	12.7	31	--	0.27	--	--	--	--	54.8
	2013/8/20	0.5	1.4	30.4	9	629	7.4	22	3.1	3.2	--	--	15.6	37	--	0.33	--	--	--	--	56.3
	2013/5/20	0.5	0.8	24.6	9.2	538	9.6	19.4	7.9	9.8	--	--	70.2	57	--	0.15	--	--	--	--	66
	2013/2/22	0.5	1.2	10.5	8.1	1100	10.6	14.9	3.4	6.3	--	--	14.8	31	--	0.02	--	--	--	--	56
	2012/11/1	0.5	0.8	20.9	7.7	562	5.4	24.2	8.9	9.2	128	86.4	13.2	39	8	0.12	<0.01	<0.001	--	4.3	58.7
	2012/8/23	0.5	0.9	30.2	9.1	540	13.1	30.8	27	28.5	109	73.6	68.2	79	9	0.1	1.29	0.064	--	5.87	66.9
	2012/5/21	0.5	0.9	22.4	8.9	645	10.2	22.5	10	12.9	150	83.5	49.4	84	16	0.02	2.41	0.117	--	4.24	66.1
	2012/2/20	0.5	1.1	11.4	8.7	779	12.7	18.6	3.7	8.4	175	119	56.7	50	3	<0.01	1.22	0.032	--	3.78	63.1
	2011/11/2	0.5	1.3	21.6	8.1	811	7.1	17.1	3.1	4.8	168	107	46.5	48.7	3	0.05	0.11	0.141	--	4.04	61.6
	2011/8/23	0.5	0.9	31.7	9.1	754	8.4	21.7	8	8.4	140	67.9	11.8	13.1	6.4	<0.01	<0.01	0.003	--	5.32	52.5
	2011/5/17	0.5	0.8	22.5	9.3	758	15.7	35.1	10	22.2	165	103	28.6	118	75.3	0.02	0.5	0.054	--	6.9	66.6
	2011/2/14	0.5	1.4	10.5	7.5	849	11.2	15	3.8	5.5	198	123	13.1	51.4	4.2	0.05	0.9	0.025	--	4	57.3
	2010/11/15	0.5	1.3	17.4	8.1	824	8.3	17.9	4	6.1	200	75	24.1	52.3	11.1	0.13	0.5	0.119	--	4.5	59.7
	2010/8/10	0.5	0.9	30.5	9.4	730	10.9	25.3	4.5	12.4	145	68.4	25	41.4	5.1	<0.01	0.59	0.069	--	4.59	60.5
	2010/5/11	0.5	1	19.3	8.6	713	9.6	16.8	6.5	8.8	148	68.3	44.9	68.4	5.7	0.11	2.7	0.1	--	4.64	64.3
	2010/1/27	0.5	1	13.2	8.1	1070	11.7	16.1	4.1	6.5	224	117	42.2	41.2	6	0.06	1.16	0.031	--	5.03	61.7
	2009/11/16	0.5	0.8	17.9	7.9	974	6.3	14.4	5.5	9.1	221	104	24.4	54.4	42.3	0.12	0.37	0.152	--	4.52	62.28
	2009/8/17	0.5	0.7	30.6	9.6	681	8	27.6	6.1	11	118	75.4	98.4	83.4	5.7	0.17	0.15	0.084	--	6.64	69.52
	2009/5/19	0.5	0.9	21.1	8.5	1100	7.2	24.1	7.1	7.8	160	134	16.3	50.5	4.8	0.04	0.03	0.003	--	5.77	60.05
	2009/2/23	0.5	1	15.2	8.6	719	9.5	33.6	7.3	20	178	128	36.7	93.5	4.8	0.32	0.59	0.037	--	5.36	65.17
	2008/11/17	0.5	1	19.7	8	618	8.9	21.1	7.7	5.3	141	112	32.4	62	5.7	0.43	0.6	0.065	--	5.47	62.79

南竿地區民國93~103年水庫水質檢驗一覽表

水庫名稱	採樣日期	採樣深度(m)	透明度(m)	水溫(℃)	酸鹼值	導電度(μmho/cm25℃)	溶氧(電極法)(mg/L)	化學需氧量(mg/L) 25mg/L以下	濁度(NTU)	懸浮固體(mg/L)	總硬度(mg/L as $CaCO_3$)	總鹼度(mg/L as $CaCO_3$)	葉綠素a(μg/L)	總磷(μg/L)	正磷酸鹽(μg/L)	氨氮(mg/L) 1mg/L以	硝酸鹽氮(mg/L)	亞硝酸鹽氮(mg/L)	有機氮(mg/L)	總有機碳(mg/L) 4mg/L以下	CTSI 50以上為優養化
勝利	2008/8/25	0.5	0.7	27.5	9.2	584	10.5	26.5	7.8	18.5	119	79.8	33.5	72.5	4.8	<0.01	0.02	0.003	--	5.42	65.33
	2008/5/27	0.5	0.6	28.3	9.7	583	15.4	19.5	13	5.8	97	65.5	66.4	73.3	3.9	0.02	<0.01	0.001	--	8.22	68.34
	2008/2/25	0.5	1.4	9.3	8.1	700	11.1	28.8	4	5.5	166	127	9.1	44.1	6.9	0.16	1.57	0.051	--	5.11	55.42
	2007/11/14	0.5	0.9	17.6	8.4	638	9.3	21.6	4.8	8.5	136	119	15.3	79.5	<5.0	0.71	0.47	0.098	--	5.3	62.03
	2007/8/23	0.5	0.8	31.1	8.9	555	8.6	23.3	15.1	15	152	92.3	100	115	9.3	0.03	0.37	0.025	--	5.08	70.49
	2007/5/23	0.5	0.7	28.5	9.6	598	13.4	32.7	14.7	22.5	95.5	59.6	62.5	89	11	0.05	<0.01	0.001	--	7.23	68.35
	2007/1/30	0.5	0.7	12.8	8.3	695	11.9	20.8	4.9	7.1	166	110	63.4	51	<5	0.03	1.73	0.029	--	4.38	65.72
	2006/11/20	0.5	0.7	20.9	7.1	631	10	30.7	13	17.4	127	74	114	37	<5	0.03	<0.01	<0.001	0.82	5.73	66.1
	2006/8/17	0.5	0.8	32.6	9.8	654	11.9	32	9.5	13.5	123	56.5	25.2	25	13	<0.02	1.19	0.065	1.06	6.11	58.65
	2006/5/23	0.5	0.5	20.5	9	593	10	32	16.8	16.8	144	87	47.8	153	9	0.5	4.37	0.095	1.36	5.88	71.66
	2006/2/21	0.5	1.1	11.7	8.2	677	8.7	20.1	4.2	4.2	168	121	15.6	49	22	0.27	0.88	0.032	0.6	5.43	58.82
	2005/11/8	0.5	0.8	22.4	8.4	603	10.4	28.9	7.2	6.9	132	107	24.7	86	52	0.32	0.29	0.055	1.15	5.87	64.52
	2005/8/3	0.5	0.3	32.9	10	603	8.3	49.2	36.5	29.5	113	71.3	71.8	91	22	0.21	0.03	0.027	1.48	13.3	72.89
	2005/5/16	0.5	0.6	22.9	9.5	428	13.2	24.2	8.2	12.5	98	69.5	22.4	81	<5	0.92	0.94	0.075	0.31	5.06	65.27
	2005/2/22	0.5	0.9	9.2	8.2	383	10.2	10.5	7.8	17.6	102	68	1.1	43	<5	0.22	0.95	0.027	2.46	4.8	50.46
	2004/10/18	0.5	0.5	21.5	8.3	577	8.2	18.1	12	17.2	140	97.2	20.9	32	64	0.14	2.04	0.143	1.36	--	61.43
	2004/8/16	0.5	0.7	29.7	9.1	413	9.3	15.5	17	13.3	104	56.6	36.1	26	<25	0.19	0.08	0.006	0.98	--	60.64
	2004/5/10	0.5	0.8	26	8.8	467	7.9	10	5.2	5.7	120	45.9	12.9	31	<25	0.44	0.63	0.017	0.91	--	57.5
	2004/2/9	0.5	1.1	9.3	7.8	522	7.8	8.5	3.3	3.2	130	73.6	8.5	16	<25	0.52	1.44	0.038	0.59	--	51.46

註1：'<'表該項測值小於方法偵測極限值

註2：檢驗項目不合格以陰影表示

來源資料：行政院環境保護署

南竿地區民國93~103年水庫水質檢驗一覽表

水庫名稱	採樣日期	採樣深度(m)	透明度(m)	水溫(℃)	酸鹼值	導電度(μmho/cm25℃)	溶氧(電極法)(mg/L)	化學需氧量(mg/L) 25mg/L以下	濁度(NTU)	懸浮固體(mg/L)	總硬度(mg/L as $CaCO_3$)	總鹼度(mg/L as $CaCO_3$)	葉綠素a(μg/L)	總磷(μg/L)	正磷酸鹽(μg/L)	氨氮(mg/L) 1mg/L以下	硝酸鹽氮(mg/L)	亞硝酸鹽氮(mg/L)	有機氮(mg/L)	總有機碳(mg/L) 4mg/L以下	CTSI 50以上為優養化
后沃	2014/5/13	0.5	1	21.8	8.6	3620	9	18.1	3.3	4.4	--	--	9.1	19	--	0.01	--	--	--	--	53.0
	2014/2/25	0.5	1.3	14	7.6	2940	10.1	13.3	2.1	2.6	--	--	4	15	--	0.07	--	--	--	--	48.0
	2013/11/13	0.5	2	18	8	2880	7.9	18.1	2	3	--	--	10	13	--	0.31	--	--	--	--	48.1
	2013/8/20	0.5	1.8	30.4	8.4	2520	7.4	19	2	3	--	--	5.4	15	--	0.05	--	--	--	--	47.3
	2013/5/20	0.5	1.7	24	8.6	2430	8.9	17.1	2	2.6	--	--	9.8	11	--	0.46	--	--	--	--	48.0
	2013/2/22	0.5	1.8	10.7	8.1	2230	10.8	17.4	2.3	2.4	--	--	10.6	16	--	0.38	--	--	--	--	49.8
	2012/11/1	0.5	1	20.5	8.3	1660	7.8	20.7	5.8	6	256	79.2	47.3	19	4	0.01	0.02	0.009	--	4.92	58.3
	2012/8/23	0.5	2.1	30	9	1310	10.4	24.3	7.6	10.8	197	63.1	24.7	30	5	0.01	0.57	0.036	--	5.5	54.9
	2012/5/21	0.5	2.2	21.8	8.5	1460	8.5	22.3	4.3	7.7	229	84.5	21.4	38	5	0.01	1.73	0.036	--	4.24	55.3
	2012/2/20	0.5	1	9.6	8.5	1920	11.9	19.2	3.2	3.6	324	122	16.9	20	11	0.01	0.3	0.007	--	3.01	55.2
	2011/11/2	0.5	2.2	21	8.3	1520	7.7	13.2	2.6	2.8	262	117	12.1	25.3	3	0.14	0.15	0.006	--	3.4	51.5
	2011/8/23	0.5	1.8	31.7	8.7	1190	7.5	24.5	1.8	2.2	204	79.2	2.5	10	5.5	0.01	0.01	0.003	--	4.62	42.8
	2011/5/17	0.5	1.6	21.2	8.2	1090	9.8	12.3	2.5	2.6	221	111	4.2	30.5	3	0.01	0.17	0.005	--	3.67	50.4
	2011/2/14	0.5	1.4	7.8	8.4	1030	11.6	13.1	2.1	2.4	227	114	5	13.2	3	0.01	0.2	0.008	--	3.24	47.6
	2010/11/15	0.5	1.7	17.7	8.4	721	9	14.7	3.1	3.5	174	110	33.4	40.8	4.8	0.05	0.27	0.005	--	4.32	58.3
	2010/8/10	0.5	1.2	29.5	8.7	667	8.1	16.3	4.2	5	157	91.2	8.4	21.6	3.3	0.01	0.28	0.012	--	4.48	52.4
	2010/5/11	0.5	1.2	19.2	8.7	655	10	18.8	6.2	10.7	148	78.4	35.5	60.7	3.6	0.13	2.47	0.057	--	4.45	62.1
	2010/1/27	0.5	1	10.8	8.2	949	11.2	13.6	9.8	12.1	242	127	9.8	25.6	4.2	0.01	0.07	0.003	--	3.97	54.6
	2009/11/16	0.5	0.9	17.7	8	982	7.7	12.8	11.1	9.8	242	111	10.6	30.6	4.5	0.01	0.02	0.002	--	3.97	56.3
	2009/8/17	0.5	0.8	32.4	8.6	958	9.2	15.5	5.6	7.9	180	90.5	17	20.7	3	0.01	0.15	0.01	--	4.55	56.5
	2009/5/19	0.5	0.7	20.5	8.2	2180	9.2	21	13.3	14.1	383	62.4	3.6	13.1	6.6	0.02	0.01	0.002	--	6.33	49.9
	2009/2/23	0.5	1	15.8	8.4	1830	8.3	22.2	3.8	5.2	333	81.5	1.7	12.3	3	0.02	0.01	0.001	--	4.86	45.4
	2008/11/17	0.5	1.6	19.9	8.4	1180	8.7	13	2.3	2.6	235	112	6.4	17.3	3.9	0.01	0.01	0.001	--	4.56	49.1

註1：'<'表該項測值小於方法偵測極限值

註2：檢驗項目不合格以陰影表示

來源資料：行政院環境保護署

南竿地區民國93~103年水庫水質檢驗一覽表

水庫名稱	採樣日期	採樣深度(m)	透明度(m)	水溫(℃)	酸鹼值	導電度(μmho/cm25℃)	溶氧(電極法)(mg/L)	化學需氧量(mg/L) 25mg/L以下	濁度(NTU)	懸浮固體(mg/L)	總硬度(mg/L as $CaCO_3$)	總鹼度(mg/L as $CaCO_3$)	葉綠素a(μg/L)	總磷(μg/L)	正磷酸鹽(μg/L)	氨氮(mg/L) 1mg/L以下	硝酸鹽氮(mg/L)	亞硝酸鹽氮(mg/L)	有機氮(mg/L)	總有機碳(mg/L) 4mg/L以下	CTSI 50以上為優養化
津沙一號壩	2014/5/13	0.5	0.8	23.6	9.4	571	12.9	16.2	2.7	4.9	--	--	8.2	41	--	0.03	--	--	--	--	57
	2014/2/25	0.5	1.2	15.1	7.2	654	10.5	24.4	3.5	9.5	--	--	35.1	102	--	0.47	--	--	--	--	65
	2013/11/13	0.5	0.5	19.3	7.5	556	4.4	27.1	14	12.5	--	--	51.6	88	--	0.39	--	--	--	--	69.3
	2013/8/20	0.5	0.7	31.1	9.8	505	12	35.8	8.1	14.2	--	--	90.9	103	--	0.23	--	--	--	--	70.3
	2013/5/20	0.5	0.2	24.8	9.1	472	10.2	159	39	116	--	--	140	701	--	1.2	--	--	--	--	87
	2013/2/22	0.5	1	10.6	8.2	551	12.7	26	6.5	19.4	--	--	25.1	87	--	0.01	--	--	--	--	63.6
	2012/11/1	0.5	0.8	21.5	7.7	521	6.6	16.3	7.5	7.6	140	91.3	37.7	75	9	0.32	0.33	0.02	--	3.79	65.3
	2012/8/23	0.5	1.4	30	7.8	442	12.6	11.7	2.4	3.6	108	63.3	15.4	39	3	0.11	2.46	0.027	--	3.66	56.5
	2012/5/21	0.5	1.5	22.6	7.6	497	11.5	12.2	2	3	122	75.3	14.4	35	5	0.06	3.25	0.04	--	3.11	55.4
	2012/2/20	0.5	0.8	11.4	8.1	621	12.8	20.3	5.2	8.9	172	116	23.2	32	3	0.01	2.17	0.017	--	3.48	59.6
	2011/11/2	0.5	1	22.3	8.4	713	7.2	24	7.3	9.5	149	100	95.5	99.1	6.2	0.04	0.07	0.044	--	4.81	68.6
	2011/8/23	0.5	1.8	31.4	8.8	653	7.2	14.2	2.1	2.6	124	73.2	3	18.8	15.7	0.01	0.01	0.004	--	5.33	46.5
	2011/5/17	0.5	2.3	21.2	8.3	373	9.2	11.8	2.7	1.7	150	88.3	3.7	36.3	35.1	0.15	2.63	0.074	--	4.22	49.1
	2011/2/14	0.5	1.2	9	8.2	779	10.9	9.9	1.8	1.8	196	123	3.3	34.1	8.1	0.13	1.44	0.038	--	3.39	51.6
	2010/11/15	0.5	1.6	17.2	7.6	715	5.9	21.2	4.5	7.5	196	133	30.8	135	128	0.12	0.18	0.043	--	5.74	64.1
	2010/8/10	0.5	2	31.7	7.7	699	8.7	13.4	1.1	2	173	111	3.2	22	3.3	0.01	0.23	0.006	--	3.82	46.9
	2010/5/11	0.5	3.2	19.4	7.1	649	7	9.5	0.85	1	164	97.2	1.7	33.7	46.2	0.14	2.12	0.065	--	3.62	44.6
	2010/1/27	0.5	1.4	11.4	7.9	1020	10.9	11.2	3.2	2.6	202	129	11.5	28.9	4.5	0.01	0.78	0.009	--	3.51	54.1
	2009/11/16	0.5	1.1	17.4	7.4	600	6.7	11.5	3.1	2	223	115	6.7	71.1	4.5	0.16	0.7	0.093	--	4	57.85
	2009/8/17	0.5	0.9	32.5	9.3	567	16.2	20.1	3.1	6.3	116	57.8	32.5	38.5	7.8	<0.01	2.1	0.02	--	4.58	61.00
	2009/5/19	0.5	0.7	22.7	8.5	725	10.8	16	2.2	2.1	147	104	9.7	33.4	4.8	0.03	0.81	0.039	--	4.52	57.55
	2009/2/23	0.5	0.8	17.4	9.3	1190	11.3	29.2	4.3	10.4	200	93.2	21.3	65.4	5.7	0.02	4.59	0.116	--	4.18	62.72

南竿地區民國93~103年水庫水質檢驗一覽表

水庫名稱	採樣日期	採樣深度(m)	透明度(m)	水溫(℃)	酸鹼值	導電度(μmho/cm25℃)	溶氧(電極法)(mg/L)	化學需氧量(mg/L)25mg/L以下	濁度(NTU)	懸浮固體(mg/L)	總硬度(mg/L as $CaCO_3$)	總鹼度(mg/L as $CaCO_3$)	葉綠素a(μg/L)	總磷(μg/L)	正磷酸鹽(μg/L)	氨氮(mg/L)1mg/L以下	硝酸鹽氮(mg/L)	亞硝酸鹽氮(mg/L)	有機氮(mg/L)	總有機碳(mg/L)4mg/L以下	CTSI 50以上為優養化
津沙一號壩	2008/5/27	0.5	0.9	28.8	9.4	548	21	30.2	13.1	7.4	127	108	82.4	248	148	0.16	2.7	0.16	--	7.2	73.00
	2008/2/25	0.5	0.9	10.2	9	632	13.9	14.1	5.2	10.2	158	118	35	65.6	11.7	0.08	4.19	0.03	--	3.58	63.81
	2007/11/14	0.5	0.5	20.8	8.5	577	11.1	30.5	7.1	16.3	160	122	108	136	25.8	0.04	1.85	0.034	--	5.49	73.76
	2007/8/23	0.5	0.5	31.5	8.7	527	11.3	28.2	10.7	16.5	156	105	146	173	20.1	0.08	1.28	0.044	--	4.49	75.90
	2007/5/23	0.5	0.6	27.5	9.2	561	13.6	18.5	13.9	10	119	82.5	37.6	68	11	0.21	2.27	0.071	--	5.42	66.12
	2007/1/30	0.5	0.5	15.1	7.6	709	10.6	30.1	10.1	10.2	196	144	64.7	91	6	0.23	1.85	0.309	--	4.62	70.15
	2006/11/20	0.5	0.9	21	7.7	701	8.6	21.2	5.5	5.5	179	146	32.8	47	<5	0.23	0.3	0.023	0.53	3.96	61.99
	2006/8/17	0.5	1.2	31.2	8.6	657	11.3	18.6	3.3	6	164	118	16.7	34	<5	0.03	0.71	0.01	0.83	6.59	56.88
	2006/5/23	0.5	0.3	21.2	7.9	512	9.2	16.8	5	7.6	128	88.5	30.1	73	9	0.22	2.76	0.045	0.88	4.29	68.99
	2006/2/21	0.5	0.9	13.6	7.9	649	9.9	30.1	4.1	5.4	182	129	27.9	51	15	0.12	0.63	0.011	0.76	4.49	61.86
	2005/11/8	0.5	0.4	22.6	8.8	569	8.8	47.1	3.3	58.1	153	130	132	80	9	0.1	0.15	0.024	4.33	6.31	72.91
	2005/8/3	0.5	0.8	30.1	8.7	504	13	33.4	16.4	22	122	84.9	54.2	65	17	0.23	1.46	0.045	1.23	9.74	65.75
	2005/5/16	0.5	0.5	24.4	8.8	445	15.5	18.2	13	10	98	78.8	15	85	<5	0.75	2.01	0.041	0.35	3.58	65.05
	2005/2/22	0.5	0.5	10.1	8.5	579	11.8	44.3	25	42	167	110	5	50	<5	0.13	1.5	0.041	1.45	7.8	58.90
	2004/10/18	0.5	0.5	22.6	7.4	519	7.2	16	4.1	6.9	131	102	22.2	47	61	0.12	1.56	0.112	1.38	--	63.48
	2004/8/16	0.5	0.4	31.6	8.3	709	7.5	28.4	22	15.7	168	104	37.6	38	<25	0.27	<0.05	0.001	0.83	--	65.23
	2004/5/10	0.5	0.4	26.1	8.9	615	7.9	46.6	6.9	8.6	246	78.9	15.6	29	<25	0.23	0.67	0.041	1.99	--	61.05
	2004/2/9	0.5	0.8	9.8	7.3	801	7.8	17.7	15	11.7	296	99.3	9.6	44	<25	0.58	2.79	0.028	0.51	--	58.21

註1：'<'表該項測值小於方法偵測極限值

註2：檢驗項目不合格以陰影表示

來源資料：行政院環境保護署

南竿地區民國93~103年水庫水質檢驗一覽表

水庫名稱	採樣日期	採樣深度(m)	透明度(m)	水溫(℃)	酸鹼值	導電度(μmho/cm25℃)	溶氧(電極法)(mg/L)	化學需氧量(mg/L)25mg/L以下	濁度(NTU)	懸浮固體(mg/L)	總硬度(mg/L as $CaCO_3$)	總鹼度(mg/L as $CaCO_3$)	葉綠素a(μg/L)	總磷(μg/L)	正磷酸鹽(μg/L)	氨氮(mg/L)1mg/L以下	硝酸鹽氮(mg/L)	亞硝酸鹽氮(mg/L)	有機氮(mg/L)	總有機碳(mg/L)4mg/L以下	CTSI 50以上為優養化
秋桂山	2014/5/13	0.5	0.4	21.4	8.8	849	9.2	25.8	12	12.8	--	--	27.7	46	--	0.01	--	--	--	--	65
	2014/2/25	0.5	1	13.2	7.7	658	11.4	25.6	5.1	9.6	--	--	49.5	41	--	0.04	--	--	--	--	62
	2013/11/13	0.5	0.7	17.4	7.3	674	9.1	18	7.4	9.3	--	--	19.8	38	--	0.47	--	--	--	--	60.5
	2013/8/20	0.5	0.8	30.5	9	646	10.4	26.5	7.7	8.5	--	--	16.6	30	--	0.23	--	--	--	--	58.2
	2013/5/20	0.5	1	25.7	8.4	605	9.4	16.7	5.3	6.1	--	--	14.3	26	--	0.07	--	--	--	--	55.9
	2013/2/22	0.5	1.4	10.9	8.2	630	11.4	15.3	3.6	4.7	--	--	12.2	20	--	0.02	--	--	--	--	52.5
	2012/11/1	0.5	0.8	20.3	7.5	650	5.1	16.4	7.7	7.8	137	76.2	15	31	3	0.54	0.08	0.006	--	4.63	58
	2012/8/23	0.5	1.9	29.6	8.9	626	9.2	39.2	12	12.4	120	48.8	29.1	50	9	0.03	0.71	0.04	--	13.3	58.3
	2012/5/21	0.5	2	21.7	7.5	716	8.3	11.9	3.1	3.2	152	67.4	5.3	25	3	0.05	2.28	0.017	--	3.07	49.2
	2012/2/20	0.5	1	9.7	8.1	706	11.9	24.8	4.6	5.4	165	85.8	20.8	25	5	0.09	0.15	0.003	--	5.64	57
	2011/11/2	0.5	1	20.3	8.3	815	7.5	26.2	8.6	10.8	187	98.8	44.5	41	3	0.01	0.01	0.001	--	5.28	61.8
	2011/8/23	0.5	1.7	31.2	8.5	734	7	22.4	1.9	3	160	81.2	3.4	11.5	5.5	0.01	0.01	0.003	--	5.02	44.8
	2011/5/17	0.5	1.9	21.6	7.4	652	8.8	17.8	3.2	3.6	140	68.6	3	13.9	3	0.02	0.09	0.002	--	6.2	44.7
	2011/2/14	0.5	1.1	6.9	7.9	721	11.7	27.5	5.8	13.8	168	75.9	16.9	40.6	9.9	0.01	0.01	0.008	--	3.39	58.2
	2010/11/15	0.5	1.3	17	7.9	711	8.4	15.3	4.2	5.8	175	76.8	10.6	25.9	3.9	0.07	0.09	0.006	--	5.14	53.7
	2010/8/10	0.5	1.2	30	8.2	735	7.4	20.6	4.3	5.2	163	72.3	4.3	25.9	4.2	0.01	0.01	0.001	--	5.95	51.1
	2010/5/11	0.5	1.3	19.3	8.4	635	10.6	19.2	4.8	7	125	42.3	10.6	26.9	3	0.02	2.08	0.024	--	4.94	53.9
	2010/1/27	0.5	0.6	10.2	7.9	652	11.3	25.1	8.9	16.2	134	53.4	42.1	48	6.9	0.42	0.12	0.005	--	5.02	64.9
	2009/11/16	0.5	0.6	16.9	7.9	651	7.8	24.7	17.2	17	226	53.6	35.6	57.3	5.4	0.07	0.04	0.002	--	5.43	65.12
	2009/8/17	0.5	0.6	32.4	9.3	686	10.4	32.2	20.4	17.8	116	47.3	33.8	53.8	3	<0.01	0.35	0.01	--	6.42	64.65
	2009/5/19	0.5	0.3	20.5	7.2	805	7.8	49.1	38.5	36	171	71.8	97	78.9	6.6	0.01	<0.01	0.002	--	9.73	73.19
	2009/2/23	0.5	1.1	14.7	8.4	873	8.9	23.1	5.8	7.9	164	83.6	5.2	23.6	3	<0.01	<0.01	<0.001	--	4.16	51.72
	2008/11/17	0.5	1.1	20.1	8.6	813	9.8	20.1	5.8	7.9	153	82.4	18.1	27.4	4.8	<0.01	<0.01	0.001	--	4.45	56.51

南竿地區民國93~103年水庫水質檢驗一覽表

水庫名稱	採樣日期	採樣深度(m)	透明度(m)	水溫(℃)	酸鹼值	導電度(μmho/cm25℃)	溶氧(電極法)(mg/L)	化學需氧量(mg/L)25mg/L以下	濁度(NTU)	懸浮固體(mg/L)	總硬度(mg/L as $CaCO_3$)	總鹼度(mg/L as $CaCO_3$)	葉綠素a(μg/L)	總磷(μg/L)	正磷酸鹽(μg/L)	氨氮(mg/L)1mg/L以下	硝酸鹽氮(mg/L)	亞硝酸鹽氮(mg/L)	有機氮(mg/L)	總有機碳(mg/L)4mg/L以下	CTSI 50以上為優養化
秋桂山	2008/8/25	0.5	1.3	28.2	8.9	832	9.9	13.8	2.7	5.3	154	76.7	6.4	18.2	4.8	<0.01	0.51	0.034	--	3.85	50.36
	2008/5/27	0.5	1.8	28.5	8.8	964	10.2	15.1	2.2	<1.0	156	66.2	8.6	24	<3.0	<0.01	0.06	0.003	--	4.19	51.13
	2008/2/25	0.5	1.7	9	8.4	627	11.4	17	3.3	5.8	119	82.3	5.8	19.8	6	0.03	0.02	0.002	--	3.73	49.18
	2007/11/14	0.5	1.3	18.8	8.8	556	10.1	30.5	13	6.6	124	86.2	12.5	36	<5.0	<0.02	<0.01	0.003	--	4.77	55.83
	2007/8/23	0.5	1.3	31.7	8.6	527	8	19	3.6	6	116	77.7	22.9	20.2	<5.0	<0.02	0.04	0.004	--	4.23	55.03
	2007/5/23	0.5	1.2	29.5	8.8	591	10.3	20.8	8.4	8.6	115	74.1	22.1	54	8	0.03	<0.01	<0.001	--	4.82	60.02
	2007/1/30	0.5	1.2	16	8.8	536	13.3	32.5	8	16.6	127	70.9	73.9	54	6	0.03	1.41	0.013	--	5.01	63.97
	2006/11/20	0.5	1	20.2	8.2	565	9.2	20.7	4.9	6.9	124	76.4	26.4	32	<5	0.3	0.05	0.007	0.51	4.61	58.94
	2006/8/17	0.5	0.6	33.1	9.3	566	10.1	29	12.3	11.8	119	65.5	15.8	24	<5	0.02	0.36	0.016	0.95	4.2	58.28
	2006/5/23	0.5	0.8	20.1	8.6	493	9.9	17.3	7.8	13	104	45.7	20.4	41	<5	0.09	2.88	0.015	0.72	4.66	60.34
	2006/2/21	0.5	1.2	11.4	8	553	7.7	29.6	8.5	14	133	76.3	26.3	41	28	0.11	0.2	0.006	1.15	5.11	59.26
	2005/11/8	0.5	1.6	22.5	9	514	9.3	31.6	5.9	12.5	110	80.9	43	76	28	0.06	0.03	0.01	1.09	6.59	62.48
	2005/8/3	0.5	1.1	34.5	9	511	9.7	21.5	3.3	7.8	109	75	7.6	29	43	0.51	2.81	0.002	0.15	5.22	53.95
	2005/5/16	0.5	1	24	8.9	441	10.1	60.5	7	23.5	82.4	57	22.6	50	<5	0.7	0.04	0.005	<0.05	4.94	60.58
	2005/2/22	0.5	0.8	8.6	8.6	481	11.6	19.9	6	13	128	73.6	0.9	45	15	0.08	0.29	0.006	1.58	9	50.58
	2004/10/18	0.5	0.8	22	8	516	8.8	16	4.7	7	131	72.4	2.7	45	40	0.05	1.18	0.048	1.11	--	54.17
	2004/8/16	0.5	0.4	31.9	9	403	8.9	24.9	16	17	84.1	80.5	27.1	40	<25	0.16	0.06	0.002	0.08	--	64.41
	2004/5/10	0.5	0.9	27.3	8.9	407	7.2	28	4.9	5.7	89.1	68.7	5.9	24	28	0.51	0.14	<0.001	1.25	--	53.15
	2004/2/9	0.5	0.8	12	8.3	450	8.4	16.2	16	8.9	103	79.2	12	25	<25	0.2	0.06	<0.001	0.52	--	56.22

註1：'<'表該項測值小於方法偵測極限值

註2：檢驗項目不合格以陰影表示

來源資料：行政院環境保護署

南竿地區民國93~103年水庫水質檢驗一覽表

水庫名稱	採樣日期	採樣深度(m)	透明度(m)	水溫(℃)	酸鹼值	導電度(μmho/cm25℃)	溶氧(電極法)(mg/L)	化學需氧量(mg/L)25mg/L以下	濁度(NTU)	懸浮固體(mg/L)	總硬度(mg/L as $CaCO_3$)	總鹼度(mg/L as $CaCO_3$)	葉綠素a(μg/L)	總磷(μg/L)	正磷酸鹽(μg/L)	氨氮(mg/L)1mg/L以	硝酸鹽氮(mg/L)	亞硝酸鹽氮(mg/L)	有機氮(mg/L)	總有機碳(mg/L)4mg/L以下	CTSI 50以上為優養化
儲水沃下壩	2014/5/13	0.5	1.1	22.7	8.2	653	9.2	10.3	5.5	2.8	--	--	8.4	27	--	0.01	--	--	--	--	54
	2014/2/25	0.5	1.8	12.3	7.2	647	10.9	10.3	2.2	4.4	--	--	9.2	21	--	0.16	--	--	--	--	51
	2013/11/13	0.5	1.4	18.6	7.3	691	7.4	10.4	3.5	3.7	--	--	12.5	18	--	0.4	--	--	--	--	52.1
	2013/8/20	0.5	1	30.5	8.8	586	9.3	21.5	9.2	8.2	--	--	29.8	28	--	0.15	--	--	--	--	58.7
	2013/5/20	0.5	1.5	24.9	7.8	586	9.4	9.9	3.4	4.7	--	--	14	21	--	0.28	--	--	--	--	52.9
	2013/2/22	0.5	1.6	11.4	7.8	648	10.3	9.2	2.3	3.3	--	--	11.9	16	--	0.01	--	--	--	--	50.8
	2012/11/1	0.5	1	21.8	7.3	559	6.4	10.8	4	5.6	162	105	8.6	22	6	0.15	0.4	0.004	--	2.66	53.5
	2012/8/23	0.5	1.8	30.1	8.1	538	8.6	10.6	3.1	3.7	133	67.2	5	20	4	0.02	1.96	0.015	--	3.31	48.4
	2012/5/21	0.5	1.9	22.2	7.6	592	8.1	12.6	2.2	3.2	131	69.2	11.7	23	4	0.02	2.52	0.016	--	2.62	51.6
	2012/2/20	0.5	1.1	10.6	7.9	1200	11.2	14.7	2.6	4.4	237	96	10.1	16	8	0.01	0.9	0.003	--	2.8	52
	2011/11/2	0.5	2.4	21.6	8.2	1210	7.5	11.4	1.8	3.4	240	107	8	20.3	3	0.03	0.12	0.003	--	2.66	48.6
	2011/8/23	0.5	1.8	31.3	8.4	914	8.1	15.4	2.9	3.4	195	99.3	2	6.8	4.6	0.01	0.01	0.004	--	3.62	40.2
	2011/5/17	0.5	1.4	21.6	8.1	522	9.9	11.2	2.6	3.7	186	85.2	7.7	12.3	3.9	0.01	0.65	0.006	--	3.54	48.7
	2011/2/14	0.5	1.4	9.1	8.1	783	11.5	8.1	1.4	2	184	89.7	1.5	10.2	3	0.02	0.28	0.009	--	2.61	42.5
	2010/11/15	0.5	1.8	18.2	7.8	673	7.8	11.2	2.3	3.2	173	96.3	3.9	21	4.8	0.09	0.3	0.006	--	3.6	47.8
	2010/8/10	0.5	1.8	30	7.9	629	8	13.6	4.2	5.7	154	106	4.2	22.6	3.3	0.12	0.7	0.009	--	3.61	48.4
	2010/5/11	0.5	1.2	20.1	8.1	555	10.9	18.1	4.8	12.3	134	76.8	48	41.4	3	0.05	2.15	0.009	--	3.42	61.3
	2010/1/27	0.5	1.1	12	7.9	768	10.8	12.2	3.3	4.7	213	103	16.9	27.8	3.3	0.01	0.46	0.002	--	3.84	56.4
	2009/11/16	0.5	1.1	18.3	7.7	624	7.6	11.6	4.1	5.1	222	101	22.1	24.8	<3.0	0.06	0.37	0.017	--	4.31	56.69
	2009/8/17	0.5	1.2	32.2	8.2	606	9.9	17	6	6	140	95.7	23.1	47.4	<3.0	<0.01	0.79	0.045	--	5.4	59.54
	2009/5/19	0.5	0.8	21.8	8.5	748	10.2	22.2	6.8	9.4	177	90	36.9	59.3	4.8	0.03	0.4	0.009	--	4.04	64.05
	2009/2/23	0.5	1.2	15.1	8.3	1040	10	32.3	5.9	13.7	224	98.2	19.9	41	<3.0	0.01	0.24	0.003	--	3.68	58.35
	2008/11/17	0.5	0.9	20.9	8.4	685	10.6	25.2	8.6	15.5	157	107	47.7	40.6	3.9	0.02	0.43	0.011	--	4.3	62.51

南竿地區民國93~103年水庫水質檢驗一覽表

水庫名稱	採樣日期	採樣深度(m)	透明度(m)	水溫(℃)	酸鹼值	導電度(μmho/cm25℃)	溶氧(電極法)(mg/L)	化學需氧量(mg/L) 25mg/L以下	濁度(NTU)	懸浮固體(mg/L)	總硬度(mg/L as $CaCO_3$)	總鹼度(mg/L as $CaCO_3$)	葉綠素a(μg/L)	總磷(μg/L)	正磷酸鹽(μg/L)	氨氮(mg/L) 1mg/L以	硝酸鹽氮(mg/L)	亞硝酸鹽氮(mg/L)	有機氮(mg/L)	總有機碳(mg/L) 4mg/L以下	CTSI 50以上為優養化
儲水沃下壩	2008/8/25	0.5	1	28.3	8.7	558	11.3	18.9	6.3	10.6	129	79.2	15	27.9	5.7	0.01	1.01	0.041	--	4.83	56.43
	2008/5/27	0.5	1.9	28.8	8.6	584	11.8	5.6	2.2	<1.0	127	76	3.1	15.7	3	0.02	0.36	0.007	--	3.94	45.5
	2008/2/25	0.5	1.7	10.2	8.2	829	11.1	23.5	7.3	25.5	174	92.8	34.5	18.8	6	0.04	0.38	0.005	--	4.45	54.77
	2007/11/14	0.5	1.2	19.6	8.1	554	9.3	10.5	5.7	6.5	144	94.5	20	27	<5.0	0.11	0.89	0.105	--	3.84	56.36
	2007/8/23	0.5	1.3	31.8	8.7	514	7.8	15	4.8	8.5	152	95.5	33.4	30.6	<5.0	0.02	0.58	0.035	--	4.1	58.26
	2007/5/23	0.5	1.1	27.4	9.2	527	12.7	22.8	11.8	8.1	115	72.7	48.8	36	9	0.07	1.04	0.035	--	4.98	61.07
	2007/1/30	0.5	1.4	15.6	7.8	613	10.8	9.6	2.9	2.7	170	99.1	15.1	26	<5	0.12	0.48	0.011	--	3.31	54.53
	2006/11/20	0.5	1.1	21.4	8.2	602	9.4	16.9	3.4	5.9	141	88.5	22.4	23	<5	0.07	0.19	0.004	0.41	3.84	56.37
	2006/8/17	0.5	1.5	32.8	8.5	555	9	14.1	2.5	3.5	131	91.1	5.3	18	7	<0.02	0.82	0.011	0.53	4.12	49.02
	2006/5/23	0.5	0.5	20.8	7.9	499	9.2	16	4.2	6.3	115	68.5	22.8	24	<5	0.07	1.98	0.013	0.54	3.54	60.34
	2006/2/21	0.5	0.9	13	8.4	569	10.3	38.2	6.6	22.4	141	88.9	29.7	41	14	0.08	0.34	0.003	1.26	5	61.01
	2005/11/8	0.5	1.1	23.1	8.7	540	9.7	35.6	9.1	19	133	105	73	101	37	0.05	0.44	0.005	1.53	4.71	67.34
	2005/8/3	0.5	0.8	34.8	9.5	528	11.2	28.1	11.9	16	113	66.9	37.8	76	41	0.15	2.69	0.056	0.6	4.79	65.32
	2005/5/16	0.5	1.3	24.3	8.3	514	10.3	14	4	5.2	102	71.7	4.5	28	<5	1.19	1.23	0.016	0.18	3.26	51.28
	2005/2/22	0.5	1.7	10	8	491	10.5	13.4	4.5	7.5	135	80.1	1	21	<5	0.06	0.58	0.007	0.8	5.4	43.72
	2004/10/18	0.5	0.8	23.3	8	564	8.7	15	5	10.5	136	77.6	7.6	19	<25	0.07	1.06	0.033	1.48	--	53.41
	2004/8/16	0.5	0.8	30.9	8.9	726	8.3	13.7	5.6	6.3	177	78.4	17	12	<25	0.32	<0.05	0.002	0.14	--	53.84
	2004/5/10	0.5	1.2	27.1	8.1	717	6.7	11.9	2.6	11.2	130	56.4	3.7	<8	<25	0.62	0.95	0.008	0.68	--	44.99
	2004/2/9	0.5	1.1	10.2	7.7	731	8.2	<4	4.9	4.2	143	66	7.7	10	<25	0.21	1.14	0.004	0.41	--	48.87

註1：'<'表該項測值小於方法偵測極限值

註2：檢驗項目不合格以陰影表示

來源資料：行政院環境保護署

南竿地區民國93~103年水庫水質檢驗一覽表

水庫名稱	採樣日期	採樣深度(m)	透明度(m)	水溫(℃)	酸鹼值	導電度(μmho/cm25℃)	溶氧(電極法)(mg/L)	化學需氧量(mg/L) 25mg/L以下	濁度(NTU)	懸浮固體(mg/L)	總硬度(mg/L as $CaCO_3$)	總鹼度(mg/L as $CaCO_3$)	葉綠素a(μg/L)	總磷(μg/L)	正磷酸鹽(μg/L)	氨氮(mg/L) 1mg/L以	硝酸鹽氮(mg/L)	亞硝酸鹽氮(mg/L)	有機氮(mg/L)	總有機碳(mg/L) 4mg/L以下	CTSI 50以上為優養化
儲水沃上壩	2014/5/13	0.5	1.2	21.8	9.1	567	13.7	22.7	7.5	13.9	--	--	17.7	62	--	0.01	--	--	--	--	60
	2014/2/25	0.5	1.5	12.4	7.5	645	12.7	26.5	5.2	12.8	--	--	36.9	52	--	0.01	--	--	--	--	60
	2013/11/13	0.5	1.4	20.2	7.5	855	4.6	14.3	8.8	10	--	--	24.8	43	--	0.08	--	--	--	--	58.5
	2013/8/20	0.5	0.9	30.5	8.6	934	9.4	21.1	7.3	8.4	--	--	36.9	42	--	0.17	--	--	--	--	61.9
	2013/5/20	0.5	0.5	24.6	9.4	600	11.4	29.9	8.9	19	--	--	122	94	--	0.1	--	--	--	--	72.5
	2013/2/22	0.5	1.6	12	7.3	740	9.6	10.5	3.6	4.8	--	--	23.6	30	--	0.01	--	--	--	--	56
	2012/11/1	0.5	0.9	22.4	7.6	658	6.2	14.9	5.7	5.8	140	94.1	30.2	35	10	0.26	0.55	0.008	--	2.77	60.3
	2012/8/23	0.5	1.9	30.9	9	529	12.8	13.6	6.1	11.4	134	69.8	24.7	50	8	0.11	2.35	0.041	--	3.61	57.8
	2012/5/21	0.5	1.9	22.4	8.3	561	11.5	11.8	2.2	2.9	139	91.6	14.9	65	9	0.08	4.51	0.023	--	2.76	57.4
	2012/2/20	0.5	1.3	12.3	7.6	776	11.3	13.9	2.7	3.8	163	90.2	20.2	62	7	0.01	3.47	0.007	--	2.81	60
	2011/11/2	0.5	2	22.2	8.2	1340	7.6	14.7	3.3	3.8	256	116	11.8	33.6	3	0.04	0.16	0.015	--	3.22	53.2
	2011/8/23	0.5	1.1	31.5	8.4	1200	8.3	16.7	4.6	4.8	234	111	1.1	10.3	9.2	0.01	0.01	0.003	--	4.25	42.6
	2011/5/17	0.5	1.3	22	8.5	465	12.2	14	3.3	5.7	169	88.9	14.4	29.3	3	0.01	1.61	0.009	--	3.79	55.3
	2011/2/14	0.5	1	9.5	8.4	846	11.6	15.9	3	5.3	194	108	5.3	19.7	3.3	0.03	0.18	0.007	--	3.51	51.4
	2010/11/15	0.5	1.4	18.7	7.9	649	8.3	13.6	3.1	5.7	141	84.2	12.8	28.6	3.9	0.02	0.18	0.004	--	3.91	54.4
	2010/8/10	0.5	1.3	30.4	8.5	607	10.6	19.7	5.1	7	156	101	8.1	36.1	3	0.01	1.21	0.045	--	3.31	54.4
	2010/5/11	0.5	0.9	20.2	8.7	597	12.4	19.6	14	49.9	148	82.1	136	274	5.7	0.14	4.05	0.021	--	3.66	75.1
	2010/1/27	0.5	0.9	11.8	8	907	10.7	12.8	7.1	8.1	229	120	16	28.4	3.3	0.01	0.15	0.003	--	3.91	57.2
	2009/11/16	0.5	0.8	17.9	7.9	974	7.5	14.4	5.5	9.1	221	104	24.4	54.4	42.3	0.12	0.37	0.152	--	4.52	62.28
	2009/8/17	0.5	0.6	31.9	10	541	23.6	32.3	34.9	27.5	104	64.9	184	98.6	5.7	<0.01	1.19	0.022	--	5.7	73.10
	2009/5/19	0.5	1.6	23.7	8	1530	7.3	16.2	5.7	4.2	270	81	9.3	18.2	3	0.06	0.02	0.002	--	4.8	50.61
	2009/2/23	0.5	1.2	15	8.6	1020	10.5	26.1	6.1	12	206	105	20.4	42	3	<0.01	<0.01	0.001	--	3.85	58.55
	2008/11/17	0.5	1.1	21.4	8.3	799	10	20.7	6.4	8	187	106	86.9	36.5	3.9	0.01	0.29	0.006	--	4.12	63.02

南竿地區民國93~103年水庫水質檢驗一覽表

水庫名稱	採樣日期	採樣深度(m)	透明度(m)	水溫(℃)	酸鹼值	導電度(μmho/cm25℃)	溶氧(電極法)(mg/L)	化學需氧量(mg/L)25mg/L以下	濁度(NTU)	懸浮固體(mg/L)	總硬度(mg/L as $CaCO_3$)	總鹼度(mg/L as $CaCO_3$)	葉綠素a(μg/L)	總磷(μg/L)	正磷酸鹽(μg/L)	氨氮(mg/L)1mg/L以	硝酸鹽氮(mg/L)	亞硝酸鹽氮(mg/L)	有機氮(mg/L)	總有機碳(mg/L)4mg/L以下	CTSI 50以上為優養化
儲水沃上壩	2008/8/25	0.5	0.6	29.1	9	539	12.5	23.1	28.4	23.5	123	81.3	70.4	63.5	3.6	0.02	0.66	0.044	--	7.34	67.84
	2008/5/27	0.5	1.1	29.3	9.6	554	17.7	22.7	15.8	5.2	107	62.4	43.6	47.4	3.9	0.02	0.76	0.015	--	4.62	62.02
	2008/2/25	0.5	1.1	10.3	8.9	827	14	8.9	3.6	3	182	87.1	4	14.7	5.1	0.02	0.99	0.004	--	2.85	48.59
	2007/11/14	0.5	0.8	20.2	8.5	538	10.7	25.2	5.7	13.3	152	91.4	63.4	92.4	<5.0	<0.02	0.57	0.012	--	3.96	67.95
	2007/8/23	0.5	0.7	31.1	8.8	472	7.4	21.4	12.4	12	158	90.8	35.4	72	6.3	<0.02	0.64	0.031	--	4.29	65.47
	2007/5/23	0.5	0.9	26	9.5	497	14.1	62.2	34.4	31	101	72.6	162	150	12	0.04	<0.01	0.001	--	6.22	72.79
	2007/1/30	0.5	1.2	14.4	8.7	567	13.6	29.5	5.9	11.4	141	88.1	73.3	83	<5	0.02	0.15	0.01	--	4.46	66.00
	2006/11/20	0.5	1.1	21.3	7.9	592	8.8	22.1	7.3	6.5	137	89.5	20.8	38	<5	0.1	0.26	0.012	0.51	3.87	58.54
	2006/8/17	0.5	0.8	32.3	8.2	528	11.8	26.2	14.7	13.9	103	60	24	50	10	<0.02	0.83	0.022	1.09	3.92	61.82
	2006/5/23	0.5	0.2	21.6	8.5	475	8.4	101	38.4	33.3	118	93.1	271	566	<5	0.14	2.97	0.064	5.41	6.06	87.93
	2006/2/21	0.5	0.8	13.9	8.9	562	9.2	27.3	6.5	14.8	139	92.4	43.1	63	11	0.17	0.28	0.007	0.96	5.24	64.85
	2005/11/8	0.5	0.6	22.9	8.3	547	10.6	21.9	20.3	14.1	133	111	66	50	43	0.14	0.13	0.009	1.73	4.82	66.48
	2005/8/3	0.5	1.7	29.8	8.7	511	9.9	19.3	2.2	6.5	105	52.5	8	22	18	0.92	1.1	0.019	0.28	4.85	50.74
	2005/5/16	0.5	1.1	22.9	7.8	473	10.5	13.5	4.6	7.5	106	86.4	5.4	46	<5	0.43	4.59	0.013	0.32	3.14	55.05
	2005/2/22	0.5	0.9	10.9	8.1	524	11.9	16.9	7.1	8.8	140	88.4	1	41	<5	0.06	0.86	0.006	0.67	5.5	49.92
	2004/10/18	0.5	0.5	25.7	8.2	544	8.1	13.9	3.6	5.6	130	104	4	34	25	0.07	1.37	0.022	1.12	--	56.32
	2004/8/16	0.5	0.7	32.8	9.1	743	9.9	34	15	14.2	93	48	38	34	<25	0.12	0.05	0.002	0.34	--	62.10
	2004/5/10	0.5	0.7	25.1	8.6	623	7.9	5.6	5.4	4.9	121	89.2	6.7	19	<25	0.2	0.36	0.008	1.46	--	53.63
	2004/2/9	0.5	0.4	12	8.6	460	8.2	7.5	17	29.2	127	80.5	45.7	22	<25	0.23	0.43	0.006	0.42	--	63.24

註1：'<'表該項測值小於方法偵測極限值

註2：檢驗項目不合格以陰影表示

來源資料：行政院環境保護署

南竿地區民國93~103年水庫水質檢驗一覽表

水庫名稱	採樣日期	採樣深度(m)	透明度(m)	水溫(℃)	酸鹼值	導電度(μmho/cm25℃)	溶氧(電極法)(mg/L)	化學需氧量(mg/L)25mg/L以下	濁度(NTU)	懸浮固體(mg/L)	總硬度(mg/L as $CaCO_3$)	總鹼度(mg/L as $CaCO_3$)	葉綠素a(μg/L)	總磷(μg/L)	正磷酸鹽(μg/L)	氨氮(mg/L)1mg/L以	硝酸鹽氮(mg/L)	亞硝酸鹽氮(mg/L)	有機氮(mg/L)	總有機碳(mg/L)4mg/L以下	CTSI 50以上為優養化
津沙	2014/5/13	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	2014/2/25	0.5	0.8	16.7	7.4	610	10.3	17.1	7.5	10	--	--	24.9	46	--	0.51	--	--	--	--	62
	2013/11/13	0.5	0.5	18.8	7.6	577	6.8	26.9	15	15.4	--	--	54.8	71	--	0.55	--	--	--	--	68.5
	2013/8/20	0.5	0.9	31.7	8.8	573	7.4	18.6	3.5	3.9	--	--	10.8	30	--	0.17	--	--	--	--	56.2
	2013/5/20	0.5	0.5	24.3	9.2	458	12.6	30.1	12	21.5	--	--	77.9	82	--	0.12	--	--	--	--	70.3
	2013/2/22	0.5	0.9	11	7.9	578	11.4	18.6	7	11.6	--	--	43	51	--	0.01	--	--	--	--	63.3
	2012/11/1	0.5	0.8	22.2	7.5	532	6.2	17.8	6.5	6.6	152	120	21.5	30	5	0.06	0.01	0.001	--	3.27	59
	2012/8/23	0.5	1.5	31.9	8.7	540	10.5	11.4	3.5	3.7	157	104	7.7	26	4	0.04	1.79	0.026	--	3.33	52
	2012/5/21	0.5	1.5	23.2	8.9	594	13.1	12.2	2.4	2.4	160	103	9	28	5	0.01	2.37	0.029	--	3.24	52.8
	2012/2/20	0.5	0.8	12.4	8.8	590	11.8	13.5	2.8	4.5	158	105	24.2	42	4	0.01	3.36	0.033	--	2.79	61
	2011/11/2	0.5	1.1	22.3	8.5	634	8	38.4	9.2	20.5	163	112	53.2	66	3	0.01	0.01	0.001	--	4.7	64.3
	2011/8/23	0.5	1.1	31.7	9	593	7.7	19.3	5.7	6	138	76.4	3.1	21.6	8.2	0.01	0.01	0.004	--	5.18	49.6
	2011/5/17	0.5	1.1	22.1	9.1	325	10.9	54.6	12	26	143	80.6	75.3	63.9	9.6	0.01	1.49	0.027	--	5.2	65.2
	2011/2/14	0.5	1.2	9.2	8.9	656	12.1	25.6	9.2	17.2	181	114	42.9	51.7	3	0.01	0.01	0.008	--	3.82	62
	2010/11/15	0.5	1.5	17.6	8.1	661	7.6	24.6	6.4	11.7	200	121	35.6	61.3	4.8	0.03	0.15	0.008	--	5.95	61.1
	2010/8/10	0.5	1.1	33	8.6	611	10.1	20	10	8.2	163	106	5.8	61.2	3.3	0.01	0.37	0.01	--	4.1	56.6
	2010/5/11	0.5	0.9	19.1	8.5	601	10.8	26.1	7	11.8	160	92	77.2	47.8	3	0.06	1.79	0.024	--	4.17	64.9
	2010/1/27	0.5	0.7	13.2	7.8	669	11.7	21.8	12	13.2	201	124	70.6	54.3	5.1	0.01	0.48	0.017	--	5.09	66.4
	2009/11/16	0.5	0.5	17.3	7.6	642	6.5	17.7	12.5	13	243	117	40.9	96.5	5.4	0.43	0.6	0.05	--	4.95	68.94
	2009/8/17	0.5	0.6	31.8	9.3	574	15.3	26.3	16.3	12.5	132	79.8	63	60.8	3	<0.01	0.93	0.035	--	6.86	67.27
	2009/5/19	0.5	0.4	22.1	7.5	670	6.3	123	36.5	77	141	79.5	613	368	7.8	<0.01	<0.01	0.003	--	23.8	85.27
	2009/2/23	0.5	0.8	14.2	8.6	705	10.9	52.3	16.1	49.5	218	146	79.1	143	3.9	0.15	0.18	0.024	--	6.26	70.77
	2008/11/17	0.5	0.8	20.5	8.9	585	11.5	25.6	12.5	17.5	161	123	40.9	63.9	5.7	0.07	0.24	0.018	--	5.43	64.75

南竿地區民國93~103年水庫水質檢驗一覽表

水庫名稱	採樣日期	採樣深度(m)	透明度(m)	水溫(℃)	酸鹼值	導電度(μmho/cm25℃)	溶氧(電極法)(mg/L)	化學需氧量(mg/L)25mg/L以下	濁度(NTU)	懸浮固體(mg/L)	總硬度(mg/L as $CaCO_3$)	總鹼度(mg/L as $CaCO_3$)	葉綠素a(μg/L)	總磷(μg/L)	正磷酸鹽(μg/L)	氨氮(mg/L)1mg/L以	硝酸鹽氮(mg/L)	亞硝酸鹽氮(mg/L)	有機氮(mg/L)	總有機碳(mg/L)4mg/L以下	CTSI 50以上為優養化
津沙	2008/8/25	0.5	0.9	29.4	9	563	11.2	22.9	12.6	16.5	143	94	52.4	63.5	4.8	0.02	0.21	0.04	--	6.81	64.97
	2008/5/27	0.5	0.9	29.3	9.2	539	11.5	17.3	7.4	8.4	123	78.9	22.3	60.8	3.9	<0.01	<0.01	0.001	--	5.39	61.97
	2008/2/25	0.5	1	10.6	8.9	643	12.2	33.2	23.1	14.5	178	116	31.6	63	9	0.03	1.47	0.013	--	5.05	62.78
	2007/11/14	0.5	0.6	21.1	8.2	549	10.4	20	6.2	7.3	164	96.1	51.2	57.8	12.6	<0.02	1.64	0.633	--	5.33	66.35
	2007/8/23	0.5	0.5	31.6	9.2	486	11.8	37.1	24.9	28.2	124	82	122	167	21	0.02	1.6	0.043	--	6.99	75.15
	2007/5/23	0.5	0.6	27.8	10.2	559	19.6	53.2	41.6	31.8	117	61.9	141	221	12	0.05	<0.01	0.002	--	7.67	76.11
	2007/1/30	0.5	0.7	15	7.6	627	9.3	18.8	6.4	7.6	162	101	65.7	81	6	0.91	1.73	0.04	--	4.65	68.06
	2006/11/20	0.5	0.6	20.1	7.7	626	6.9	22.5	12.5	11.1	155	108	27.8	54	<5	0.9	0.11	0.029	0.87	4.67	64.03
	2006/8/17	0.5	0.7	32.8	9.4	558	11.4	28.5	14.7	12.9	117	58.2	21.6	49	<5	0.03	0.34	0.018	1.08	5.12	62.01
	2006/5/23	0.5	0.4	21.5	9	501	8.6	56.1	37.3	31.9	128	73.3	153	147	<5	0.05	2.32	0.058	3.35	5.73	76.32
	2006/2/21	0.5	0.8	13.3	8.4	578	8.9	33.8	10	24.8	152	89.3	57.2	75	25	0.06	0.56	0.008	1.25	5.1	66.61
	2005/11/8	0.5	0.8	22.7	8.7	541	9.6	29.9	8.7	12.1	133	103	72	72	46	0.04	0.03	0.011	1.36	4.87	67.17
	2005/8/3	0.5	1.3	34.9	9	533	10.9	22.2	7.4	9.3	117	80.2	10.9	29	31	0.92	0.92	0.042	0.17	5.32	54.34
	2005/5/16	0.5	0.6	24.2	9.4	458	14.4	21.8	7.8	11	102	60.8	26.2	46	<5	0.78	2.26	0.032	<0.05	3.88	63.06
	2005/2/22	0.5	0.4	9.5	8.2	507	10	26.4	44	45.5	162	70.9	13.3	49	<5	0.07	2.12	0.01	0.75	6.5	63.05
	2004/10/18	0.5	0.6	23.6	7.8	466	8.3	19.9	4.4	5.9	128	83.1	5.2	43	31	0.08	1.2	0.046	1.23	--	57.45
	2004/8/16	0.5	0.9	31.9	8.1	707	8.7	22.4	4.6	6.7	205	96.9	9.2	32	<25	0.23	0.1	0.011	0.26	--	55.99
	2004/5/10	0.5	1	25.8	8.8	691	7.8	19.2	5	8.2	226	63.9	13.6	24	<25	0.55	0.5	0.022	2.13	--	55.39
	2004/2/9	0.5	0.5	9.9	7.4	934	8.3	19.8	16	10.4	257	79	18.6	54	<25	0.73	2.26	0.046	0.61	--	63.57

註1：'<'表該項測值小於方法偵測極限值

註2：檢驗項目不合格以陰影表示

來源資料：行政院環境保護署

南竿地區民國93~103年水庫水質檢驗一覽表

水庫名稱	採樣日期	採樣深度(m)	透明度(m)	水溫(℃)	酸鹼值	導電度(μmho/cm25℃)	溶氧(電極法)(mg/L)	化學需氧量(mg/L)25mg/L以下	濁度(NTU)	懸浮固體(mg/L)	總硬度(mg/L as $CaCO_3$)	總鹼度(mg/L as $CaCO_3$)	葉綠素a(μg/L)	總磷(μg/L)	正磷酸鹽(μg/L)	氨氮(mg/L)1mg/L以	硝酸鹽氮(mg/L)	亞硝酸鹽氮(mg/L)	有機氮(mg/L)	總有機碳(mg/L)4mg/L以下	CTSI 50以上為優養化
珠螺	2012/11/1	0.5	0.6	19.7	7.3	633	6	24.1	20	24.6	165	114	39.6	58	5	0.08	0.23	0.014	--	3.87	65.6
	2012/8/23	0.5	0.7	30.8	7.8	573	8.9	18.1	19	20.1	146	82.2	15.3	64	23	0.01	1.76	0.034	--	4.26	62.2
	2012/5/21	0.5	1.5	22.9	7.5	670	9.9	10.6	4.5	4.7	153	63.9	8.4	25	4	0.04	5.55	0.019	--	3.73	52.1
	2012/2/20	0.5	1.2	11.7	8	708	12	17.9	3.9	6.5	207	88.4	22.8	28	3	0.01	4.9	0.022	--	4.31	56.9
	2011/11/2	0.5	1	20.3	8.4	945	8.2	32.6	9.8	11.7	222	127	24.3	49.2	5.5	0.05	0.19	0.016	--	7.45	60.7
	2011/8/23	0.5	1.2	33.8	8.3	910	8.6	32	4.7	5	221	120	40.4	17.2	5.5	0.01	0.01	0.003	--	6.97	56.5
	2011/5/17	0.5	1.1	23.4	7.3	866	11.6	17.6	4.7	6	220	104	5.6	34.1	9.9	0.11	2.82	0.021	--	5	53.7
	2011/2/14	0.5	1	7.8	8.2	988	8.7	17.7	4.6	6.9	249	128	5.2	33.8	4.8	0.02	0.01	0.01	--	4.94	53.9
	2010/11/15	0.5	1.1	18	8.4	957	9.6	24.8	5.7	9.5	265	123	15.7	36.6	11.1	0.02	0.01	0.001	--	5.63	57.4
	2010/8/10	0.5	1.1	31.4	8.3	896	9	21.6	5	5.4	220	118	5.5	32.2	5.1	0.01	0.01	0.001	--	4.89	53.4
	2010/5/11	0.5	1	19.8	7.5	795	9.2	10.6	4.6	5	184	66	8.5	27.6	3	0.05	3.73	0.014	--	3.21	54.5
	2010/1/27	0.5	1.2	11.2	7.8	713	10.2	12.1	5.9	5.8	226	108	9.1	24.7	4.5	0.07	0.7	0.007	--	3.88	53.3
	2009/11/16	0.5	1.4	17.9	7.1	726	7.4	16.3	8.8	8	210	109	15.4	46.7	7.2	0.12	0.31	0.01	--	5.08	57.41
	2009/8/17	0.5	0.9	32.6	8.7	748	18.6	21.4	10.2	8.2	156	70.7	18.4	31.8	4.8	<0.01	1.71	0.028	--	5.67	58.23
	2009/5/19	0.5	0.5	22.1	8.4	757	9.4	37.4	22.7	26	149	90.6	28.9	66.6	3.9	0.06	0.08	0.004	--	8.95	66.02
	2009/2/23	0.5	0.8	16.4	8.6	760	9.5	36.2	9.3	21.5	174	124	25	50.8	3.6	<0.01	0.01	0.001	--	6.17	62.03
	2008/11/17	0.5	0.7	18.2	8.2	648	8.1	29.4	10.3	15.5	165	107	53.9	52	7.5	0.03	0.09	0.004	--	6.09	65.28
	2008/8/25	0.5	0.6	29.8	9.2	618	11	23.6	11.8	13	148	94.4	16.8	35.7	3.6	0.02	0.5	0.028	--	6.03	60.39
	2008/5/27	0.5	1.2	29.3	8.6	633	11.5	15.5	5.3	3.4	149	97.6	13.5	26.9	3	0.02	2.29	0.024	--	5.22	55.06
	2008/2/25	0.5	0.9	10.2	8.4	693	10.4	22.1	7	9	174	114	11.5	29.9	7.8	0.05	0.77	0.007	--	4.48	56.39

南竿地區民國93~103年水庫水質檢驗一覽表

水庫名稱	採樣日期	採樣深度(m)	透明度(m)	水溫(℃)	酸鹼值	導電度(μmho/cm25℃)	溶氧(電極法)(mg/L)	化學需氧量(mg/L)25mg/L以下	濁度(NTU)	懸浮固體(mg/L)	總硬度(mg/L as $CaCO_3$)	總鹼度(mg/L as $CaCO_3$)	葉綠素a(μg/L)	總磷(μg/L)	正磷酸鹽(μg/L)	氨氮(mg/L)1mg/L以	硝酸鹽氮(mg/L)	亞硝酸鹽氮(mg/L)	有機氮(mg/L)	總有機碳(mg/L)4mg/L以下	CTSI 50以上為優養化
珠螺	2007/11/14	0.5	0.6	17.3	8.2	645	9.2	23	7.1	11	150	112	17.1	40.5	5.4	0.02	0.51	0.009	--	5.64	61.05
	2007/8/23	0.5	0.4	31.4	8.8	592	11.6	32	23.8	21	168	93.9	83.9	57.5	<5.0	0.02	1.82	0.023	--	6.03	69.85
	2007/5/23	0.5	0.4	29.3	8.7	651	10.7	26.3	15.3	19.4	153	103	52.2	51	10	0.06	<0.01	0.002	--	6.29	67.72
	2007/1/30	0.5	0.6	15.3	7.9	851	11	16.1	19.8	23.7	222	127	68	49	<5	0.11	0.86	0.012	--	5.53	66.48
	2006/11/20	0.5	0.6	19.7	7.9	866	9.1	25.3	15	16.9	55	118	48.9	56	11	0.05	0.13	0.004	0.77	5.74	66.05
	2006/8/17	0.5	0.5	33.4	8.4	805	9.4	21.4	10	11.9	198	104	20	45	<5	0.03	0.36	0.016	0.8	4.78	62.93
	2006/5/23	0.5	0.5	21.4	7.8	680	10.4	20.3	7.7	10.6	158	54.2	16.4	55	6	0.04	8.09	0.015	0.71	4.56	63.25
	2006/2/21	0.5	0.7	12.2	7.7	822	9.2	24.2	7.8	12.6	222	114	26.1	37	38	0.14	2.3	0.02	0.99	6.16	61.28
	2005/11/8	0.5	0.8	23	7.5	745	8.2	23.9	8.8	7.6	173	122	15	54	43	0.14	0.02	0.004	0.51	5.8	60.66
	2005/8/3	0.5	1.2	34.3	8.6	722	7.8	27.7	0.6	8.3	155	77.3	11.9	48	40	0.13	0.08	0.002	1.28	5.11	57.43
	2005/5/16	0.5	2.5	22.6	7.5	595	8.3	21	7.1	5.8	133	74.6	5.6	66	<5	0.5	6.13	0.02	0.37	5.61	53.04
	2005/2/22	0.5	0.2	7.9	8.3	681	10.9	41.3	34	39.4	213	134	1.1	48	12	0.16	0.04	0.013	0.47	14	58.06
	2004/10/18	0.5	0.3	20.7	8.9	658	9.2	34.3	17	43.2	161	103	80.7	40	49	0.13	0.05	0.003	1.87	--	69.33
	2004/8/16	0.5	0.4	30.8	8.2	795	9.7	39.4	15	14.1	196	150	51.1	31	<25	0.23	<0.05	0.007	1.57	--	65.25
	2004/5/10	0.5	0.3	27.4	8.6	789	7.5	43.4	30	20.5	113	122	44.7	47	<25	0.98	0.35	0.014	0.55	--	68.17
	2004/2/9	0.5	0.5	10	7.2	620	7.1	19.8	11	16	111	85	12.9	35	<25	0.14	0.24	<0.001	0.58	--	60.29

註1：'<'表該項測值小於方法偵測極限值

註2：檢驗項目不合格以陰影表示

來源資料：行政院環境保護署

北竿地區民國93~103年水庫水質檢驗一覽表

水庫名稱	採樣日期	採樣深度(m)	透明度(m)	水溫(℃)	酸鹼值	導電度(μmho/cm25℃)	溶氧(滴定法)(mg/L)	化學需氧量(mg/L)25mg/L以下	濁度(NTU)	懸浮固體(mg/L)	總硬度(mg/L as $CaCO_3$)	總鹼度(mg/L as $CaCO_3$)	葉綠素a(μg/L)	總磷(μg/L)	正磷酸鹽(μg/L)	氨氮(mg/L)1mg/L以下	硝酸鹽氮(mg/L)	亞硝酸鹽氮(mg/L)	有機氮(mg/L)	總有機碳(mg/L)4mg/L以下	CTSI 50以上為優養化
坂里	2014/5/14	0.5	0.8	22.3	9.3	770	10.3	17.8	5.5	6	--	--	27.3	52	--	<0.01	--	--	--	--	62.00
	2014/2/14	0.5	1.1	9.3	7.2	850	10.6	14.9	6.1	7.5	--	--	4.3	30	--	0.37	--	--	--	--	52.00
	2013/11/12	0.5	1.2	18.3	8.3	783	7.9	15.4	3.2	4.5	--	--	10.8	24	--	0.6	--	--	--	--	53.80
	2013/8/20	0.5	1.4	30.6	9.4	451	8.3	23.5	3.6	3.8	--	--	13.5	22	--	0.01	--	--	--	--	53.30
	2013/5/21	0.5	0.8	23.3	9.4	426	9.6	18.3	11	11.5	--	--	34.1	36	--	0.02	--	--	--	--	61.40
	2013/2/22	0.5	0.8	9.9	8.2	497	11.4	14.2	5.6	6.2	--	--	26.3	28	--	0.02	--	--	--	--	59.40
	2012/11/1	0.5	0.6	20.2	8.6	744	7.5	18.5	7.7	8.9	115	72	29.9	51	17	<0.01	0.01	<0.001	--	4.72	64.00
	2012/8/23	0.5	0.9	29.5	8.9	468	8.3	20.8	14	35.5	96.8	60.2	41.9	39	6	0.03	0.37	0.019	--	4.14	61.90
	2012/5/28	0.5	0.7	22.7	7.8	503	8.2	20.6	12	9.8	109	62.2	7.5	25	<3	0.05	0.89	0.023	--	4.9	55.40
	2012/2/21	0.5	0.9	10.6	8.5	604	11	16.4	5.1	7.6	132	81.4	34.3	37	<3	<0.01	1.48	0.034	--	3.72	61.00
	2011/10/31	0.5	1.4	21.1	7.8	631	7.1	24.2	4.2	6.3	164	112	11.8	33.3	3.6	1.14	0.11	0.015	--	5.48	54.90
	2011/8/23	0.5	0.8	30.9	9.1	626	8.1	24.4	7	7.8	123	65.9	24.3	14.4	4.6	<0.01	<0.01	0.003	--	7.13	55.90
	2011/5/19	0.5	0.7	23.7	9.6	543	14.9	27.8	13	18.2	109	71.4	55.9	32.3	3	0.01	0.84	0.027	--	5.54	63.20
	2011/2/15	0.5	0.8	7.6	7.4	683	11.7	14.8	4.2	4.1	148	90.1	3.3	23	7.5	0.15	0.22	0.014	--	3.85	51.60
	2010/11/16	0.5	1.1	17.2	8	619	8.8	15.5	4.3	5.2	148	86.8	7.6	19.3	4.5	0.02	0.08	0.009	--	5.3	52.00
	2010/8/9	0.5	1.6	29.6	7.6	571	7.2	14.1	3.7	5.1	129	78.1	4.3	19.3	6	<0.01	0.08	0.006	--	3.93	48.30
	2010/5/10	0.5	1.6	20.2	8.4	598	9.8	12.1	2.6	2.8	119	66.8	6.6	20.9	3.9	0.02	1.08	0.014	--	3.89	50.10
	2010/1/25	0.5	1.1	10.8	7.7	808	11	15.8	6.6	6.7	200	74.9	19.8	28.6	3.6	0.16	0.26	0.008	--	3.83	57.00
	2009/11/16	0.5	0.8	17.8	7.3	688	7.6	22.3	13.5	17.8	204	71.2	76.3	41.5	4.5	0.18	0.08	0.006	--	5.28	64.71
	2009/8/17	0.5	0.8	30.5	9.3	679	9.7	28.1	12.2	12.2	114	59.4	57.1	35.7	7.8	<0.01	0.22	0.044	--	6.56	63.04
	2009/5/18	0.5	1.1	22.8	9	778	8.5	22.2	6.2	6.6	135	89.1	6	25.8	3.9	<0.01	0.01	0.001	--	7.1	52.62
	2009/2/23	0.5	1.5	13.4	8.2	778	10.4	25.2	3.6	4.6	152	86.7	9.2	18.6	3.9	<0.01	0.08	0.004	--	5.97	50.99
	2008/11/17	0.5	0.9	19.4	8.2	714	9.4	26.3	6.3	7.5	129	84.4	20.7	25.8	4.8	0.08	0.14	0.009	--	5.93	57.61

北竿地區民國93~103年水庫水質檢驗一覽表

水庫名稱	採樣日期	採樣深度(m)	透明度(m)	水溫(℃)	酸鹼值	導電度(μmho/cm25℃)	溶氧(滴定法)(mg/L)	化學需氧量(mg/L)25mg/L以下	濁度(NTU)	懸浮固體(mg/L)	總硬度(mg/L as $CaCO_3$)	總鹼度(mg/L as $CaCO_3$)	葉綠素a(μg/L)	總磷(μg/L)	正磷酸鹽(μg/L)	氨氮(mg/L)1mg/L以下	硝酸鹽氮(mg/L)	亞硝酸鹽氮(mg/L)	有機氮(mg/L)	總有機碳(mg/L)4mg/L以下	CTSI 50以上為優養化
坂里	2008/8/25	0.5	1	28.6	8.9	644	7.8	18.3	4.6	8	127	74	17.6	27	7.5	<0.01	0.22	0.039	--	4.95	56.80
	2008/5/26	0.5	1.1	27.3	9.3	734	9.6	19.1	3.4	<1.0	123	70.6	18.7	17.6	<3.0	<0.01	<0.01	0.001	--	4.27	54.50
	2008/2/25	0.5	1.7	8.5	8.2	884	11.6	8.9	3.7	5.8	176	86.5	5.8	25.1	7.8	0.07	0.56	0.018	--	3.62	50.33
	2007/11/12	0.5	1.4	17.7	7.8	810	8.4	15.9	5.2	5.8	135	89.4	2.3	21.7	<5.0	0.52	0.2	0.018	--	3.72	47.52
	2007/8/22	0.5	0.7	30	8.3	786	7.4	23.3	7.7	7.2	180	70	12.8	20.2	<5.0	0.04	0.15	0.005	--	5.95	56.04
	2007/5/23	0.5	0.7	27.8	9.5	848	7.6	31.5	7.5	11.6	121	64.7	41.8	29	10	0.04	<0.01	<0.001	--	8.4	61.65
	2007/1/29	0.5	0.9	15.4	9	742	11.5	17.5	6.5	10	133	88	93.2	36	<5	<0.02	0.07	0.002	--	5.2	64.13
	2006/11/20	0.5	0.9	20.1	8.3	656	9.5	17.8	5.9	5.8	123	85.5	17.5	15	<5	0.03	<0.01	<0.001	0.58	4.3	54.45
	2006/8/16	0.5	1.1	32.5	8.9	620	7.9	9.9	5	4.5	119	74.2	8	19	<5	0.02	<0.01	0.004	0.77	4.98	52.09
	2006/5/22	0.5	1.4	22.1	8.8	648	8.9	15.5	3.4	4.5	112	64	5.3	15	<5	0.07	0.49	0.007	0.45	4.04	48.47
	2006/2/20	0.5	1	14.1	8.2	625	9.9	19.8	4.8	7.1	116	79.3	13.9	23	23	0.07	0.14	0.004	0.46	4.04	55.26
	2005/11/7	0.5	1.5	21.5	8.8	561	9.4	15.5	3.3	2.9	101	79.7	6.3	33	28	0.11	0.19	0.067	0.51	3.74	52.50
	2005/8/1	0.5	1.6	28.5	9	554	8.7	25	6.9	9.3	91.3	60.7	5.1	32	22	0.04	0.02	0.002	0.38	4.44	51.36
	2005/5/18	0.5	1.1	22.1	9.6	496	9.4	20.5	5.5	12.2	82.4	55.9	44.9	50	<5	1.16	0.98	0.013	0.24	3.3	62.38
	2005/2/28	0.5	0.5	9.2	8.4	549	10.1	8.1	13	9.5	142	83.2	14.3	56	21	0.16	0.38	0.01	0.79	6.4	62.89
	2004/10/19	0.5	0.6	21.5	7.9	638	8.1	22.7	6.8	8.7	110	77.2	11.7	35	<25	0.56	0.61	0.179	1.35	--	59.12
	2004/8/17	0.5	0.8	31.5	9.4	519	12.2	28.1	15	23	79.4	70.6	29	31	<25	0.19	<0.05	0.01	0.81	--	60.15
	2004/5/11	0.5	0.9	26.5	8	445	7.4	16.3	6.7	6.3	116	45.7	5.1	21	<25	0.45	0.56	0.018	1.19	--	52.04
	2004/2/10	0.5	1	10.9	7.3	503	7.3	11	5.8	4.1	128	75	8.5	22	<25	0.65	1.25	0.038	0.09	--	53.44

註1：'<'表該項測值小於方法偵測極限值

註2：檢驗項目不合格以陰影表示

來源資料：行政院環境保護署

北竿地區民國93~103年水庫水質檢驗一覽表

水庫名稱	採樣日期	採樣深度(m)	透明度(m)	水溫(℃)	酸鹼值	導電度(μmho/cm25℃)	溶氧(電極法)(mg/L)	化學需氧量(mg/L) 25mg/L以下	濁度(NTU)	懸浮固體(mg/L)	總硬度(mg/L as $CaCO_3$)	總鹼度(mg/L as $CaCO_3$)	葉綠素a(μg/L)	總磷(μg/L)	正磷酸鹽(μg/L)	氨氮(mg/L) 1mg/L以下	硝酸鹽氮(mg/L)	亞硝酸鹽氮(mg/L)	有機氮(mg/L)	總有機碳(mg/L) 4mg/L以下	CTSI 50以上為優養化
午沙	2012/11/1	0.5	0.8	21.1	8.2	553	4.2	18.1	5.8	6	139	104	25.3	52	20	0.28	0.02	0.002	--	5.03	62.20
	2012/8/23	0.5	0.6	30.2	8.8	518	11.5	18.7	8.5	9	146	92.7	22.1	82	9	0.13	1.59	0.056	--	5.38	65.30
	2012/5/28	0.5	1.1	24.5	8.6	548	14.1	19.5	4.9	9.2	136	98.6	17	45	5	0.07	1.16	0.042	--	4.5	58.70
	2012/2/21	0.5	0.8	10.1	8.8	625	16.1	23.4	8.4	12	167	105	68.8	60	<3	<0.01	1.86	0.021	--	4.52	66.20
	2011/10/31	0.5	0.8	21.3	9.3	646	9.2	78.3	6.7	11.8	150	105	34.4	99.7	7.4	0.01	0.01	0.001	--	7.59	66.30
	2011/8/23	0.5	0.8	32.5	8.9	698	9.5	32.4	8.5	9.2	144	93.8	34.9	21.9	8.2	<0.01	<0.01	0.004	--	9.65	59.10
	2011/5/19	0.5	0.9	24.2	9.1	632	10.7	18.6	5.8	6.5	158	82.2	13.5	44.8	<3	<0.01	3.74	0.021	--	5.7	58.90
	2011/2/15	0.5	0.5	7.9	7.8	807	9.7	37.9	6	20.2	164	121	24.6	133	10.2	0.03	<0.01	0.01	--	5.95	68.90
	2010/11/16	0.5	0.9	17	8.2	661	7.1	27.4	6.1	10.7	181	121	20.6	130	4.5	0.07	0.17	0.247	--	6.12	65.40
	2010/8/9	0.5	0.7	30.2	8.8	609	11.9	31.7	17	14.9	135	83.7	31.9	86.2	5.1	0.03	<0.01	0.002	--	6.11	66.00
	2010/5/10	0.5	1.5	19.8	9.1	588	13.4	10.7	2.4	2.8	148	82.3	15.6	43.6	4.8	0.02	1.31	0.023	--	3.83	56.80
	2010/1/25	0.5	1.2	11.8	7.6	680	10.8	14.9	2.5	3.6	208	114	24.4	36	6.3	<0.01	0.34	0.006	--	4.77	58.40
	2009/11/16	0.5	1	19	7.4	651	6	14.4	3.1	4.8	238	106	13.9	63.1	50.4	0.03	0.32	0.066	--	5.44	60.11
	2009/8/17	0.5	0.9	30.9	9.4	650	11.3	22.1	5.6	6.5	144	81.7	31.9	57	5.7	0.07	1.25	0.03	--	6.62	62.83
	2008/5/26	0.5	1.3	26.9	9.1	629	10.6	23.8	10.9	6.4	113	79.6	47.1	97.3	6.9	0.31	<0.01	0.002	--	6.11	64.95
	2008/2/25	0.5	1	10	8.1	745	12.8	21.7	2.7	4	182	127	18.6	30.2	7.8	0.03	0.75	0.01	--	4.82	57.52
	2007/11/12	0.5	0.9	19.5	7.6	838	6.1	17.2	6.5	10.3	162	131	38.5	77.2	<5.0	0.2	0.34	0.023	--	5.42	64.91
	2007/8/22	0.5	0.8	30.8	8.7	555	8.1	19.9	12.5	10.3	172	91.3	28.4	62.8	14.7	0.05	2.2	0.028	--	5.64	63.47
	2007/5/23	0.5	0.9	27.9	9.2	596	8	16.3	3.5	3.6	135	90.7	14.2	25	10	0.03	<0.01	<0.001	--	4.84	56.23
	2007/1/29	0.5	0.8	15.4	8.3	651	10.6	14	10.2	10.9	166	119	46.5	56	6	0.03	0.44	0.009	--	5.09	64.54

北竿地區民國93~103年水庫水質檢驗一覽表

水庫名稱	採樣日期	採樣深度(m)	透明度(m)	水溫(℃)	酸鹼值	導電度(μmho/cm25℃)	溶氧(電極法)(mg/L)	化學需氧量(mg/L) 25mg/L以下	濁度(NTU)	懸浮固體(mg/L)	總硬度(mg/L as $CaCO_3$)	總鹼度(mg/L as $CaCO_3$)	葉綠素a(μg/L)	總磷(μg/L)	正磷酸鹽(μg/L)	氨氮(mg/L) 1mg/L以下	硝酸鹽氮(mg/L)	亞硝酸鹽氮(mg/L)	有機氮(mg/L)	總有機碳(mg/L) 4mg/L以下	CTSI 50以上為優養化
午沙	2006/11/20	0.5	0.8	20.6	8.3	640	9.8	28.5	6.3	7.8	159	125	69.6	65	<5	0.11	0.03	0.007	0.88	6.6	66.57
	2006/8/16	0.5	0.7	33	9.6	592	10.1	18.2	6.3	9.7	125	76.2	26.2	47	<5	0.04	0.62	0.038	1.24	5.4	62.45
	2006/5/22	0.5	0.6	21.7	9.1	549	11.6	21.8	13.5	14.4	140	80.6	20.3	139	8	0.28	3.83	0.028	0.7	5.75	67.55
	2006/2/20	0.5	1	14.7	8	664	9.2	20.5	7.1	9	174	131	27.9	56	22	0.39	0.67	0.013	0.41	6.07	61.82
	2005/11/7	0.5	1.2	21.4	8.7	617	8.5	22.7	3.4	6	149	130	20.8	98	21	0.37	0.83	0.109	0.99	5.93	62.69
	2005/8/1	0.5	1.4	29.3	9.1	608	9.4	22	4.4	7.6	132	81.7	9.1	40	35	0.04	2.14	0.052	0.92	4.67	54.95
	2005/5/18	0.5	0.5	23.2	9.1	566	8.7	13.6	19	20.2	125	93.7	16.9	66	<5	1.07	4.17	0.036	0.22	4.02	64.22
	2005/2/28	0.5	0.9	10.4	8.6	624	12.4	17.1	3.5	4.1	103	120	16.9	33	12	0.35	0.99	0.033	0.25	9.6	58.13
	2004/10/19	0.5	0.5	23.6	8.9	621	10	18.6	7.7	9.8	144	98.3	27.8	34	<25	0.12	0.98	0.047	1.91	--	62.66
	2004/8/17	0.5	0.6	32.3	8.4	639	11.8	45.6	28	22.5	116	92.1	74	29	<25	0.38	<0.05	0.006	2.62	--	64.24
	2004/5/11	0.5	0.7	26.1	8.2	657	7.5	9.3	4.3	3.7	158	85.8	6.4	<8	<25	0.31	0.41	0.008	1.83	--	49.32
	2004/2/10	0.5	0.6	11.3	7.3	705	7.5	18.5	17	9.3	199	100	7.3	19	28	0.53	1.63	0.03	0.17	--	54.64

註1：'<'表該項測值小於方法偵測極限值

註2：檢驗項目不合格以陰影表示

來源資料：行政院環境保護署

北竿地區民國93~103年水庫水質檢驗一覽表

水庫名稱	採樣日期	採樣深度(m)	透明度(m)	水溫(℃)	酸鹼值	導電度(μmho/cm25℃)	溶氧(電極法)(mg/L)	化學需氧量(mg/L)25mg/L以下	濁度(NTU)	懸浮固體(mg/L)	總硬度(mg/L as $CaCO_3$)	總鹼度(mg/L as $CaCO_3$)	葉綠素a(μg/L)	總磷(μg/L)	正磷酸鹽(μg/L)	氨氮(mg/L)1mg/L以下	硝酸鹽氮(mg/L)	亞硝酸鹽氮(mg/L)	有機氮(mg/L)	總有機碳(mg/L)4mg/L以下	CTSI 50以上為優養化
橋仔	2012/11/1	0.5	0.9	18.7	8.4	616	9.1	12.5	6.7	6.7	155	75.4	11.1	27	14	0.04	1.24	0.01	--	2.95	55.80
	2012/8/23	0.5	1.2	28.3	8.2	545	10.1	10.3	2.1	4.7	120	50.4	29	30	<3	0.02	5.48	0.037	--	2	58.10
	2012/5/28	0.5	2.8	22.6	7.8	532	7.5	6.4	1.1	1	119	42.5	3.5	10	<3	0.02	6.08	0.036	--	1.89	41.80
	2012/2/21	0.5	1.6	9.5	8.3	533	12.6	6.6	1.5	2.9	110	28.7	17.7	14	<3	<0.01	7.9	0.011	--	1.31	51.40
	2011/10/31	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	2011/8/23	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	2011/5/19	0.5	1.1	20.3	6.9	538	7.5	9.4	1.8	2.9	119	34.4	10.6	32.3	<3	0.1	6.28	0.09	--	2.98	55.50
	2011/2/15	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	2010/11/16	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	2010/8/9	0.5	2.2	29.5	7.1	705	10.6	8.8	1.3	2.2	164	64.4	2.6	19	5.1	0.02	3.7	0.032	--	2.41	45.10
	2010/5/10	0.5	2.2	19.4	7.2	609	11.1	4.5	1.8	2.4	128	45	7.1	14.8	4.8	0.01	5.25	0.022	--	1.74	47.20
	2010/1/25	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	2009/11/16	0.5	1.7	18.2	7.5	599	6.1	10.1	3.6	7.8	177	62.2	20.7	48.6	7.2	0.1	2.61	0.043	--	3.62	57.67
	2009/8/17	0.5	1.6	28.7	8.3	577	8.1	8.6	1.3	1.9	116	41.5	19.2	18.5	3.9	0.02	3.53	0.041	--	2.36	53.06
	2008/5/26	0.5	1.9	18.6	8.6	583	11.1	12.6	6.5	4.7	147	73	11.6	23.6	3.9	0.01	1.38	0.008	--	3.38	51.78
	2008/2/25	0.5	2.5	29.3	8.1	581	8.8	7.9	1.2	3	125	59.5	7.3	17.6	3.6	<0.01	2.86	0.042	--	2.5	47.56
	2007/11/12	0.5	1.5	27.1	9.4	508	9.5	5.2	1.4	<1.0	113	50.7	6.1	22.4	<3.0	0.07	3.36	0.032	--	3	50.53
	2007/8/22	0.5	2.4	9.4	8.3	543	11.7	21	1.9	4	131	37.1	2.6	17.2	6	0.05	4.06	0.018	--	2.2	44.27
	2007/5/23	0.5	2.3	16.5	8.3	705	10.3	6.6	1.1	1.6	119	56.3	3.4	13.5	<5.0	<0.02	2	0.009	--	2.39	44.18
	2007/1/29	0.5	2.4	31	7.9	524	7.4	7.1	2.7	<1.0	144	48.3	3.8	32.3	21.9	0.06	4.19	0.032	--	2.78	48.54
	2006/11/20	0.5	2.7	28	8.1	582	7.8	4.9	0.6	1.7	125	44.9	1.3	10	9	0.07	3.57	0.044	--	2.28	38.84

北竿地區民國93~103年水庫水質檢驗一覽表

水庫名稱	採樣日期	採樣深度(m)	透明度(m)	水溫(℃)	酸鹼值	導電度(μmho/cm25℃)	溶氧(電極法)(mg/L)	化學需氧量(mg/L)25mg/L以下	濁度(NTU)	懸浮固體(mg/L)	總硬度(mg/L as $CaCO_3$)	總鹼度(mg/L as $CaCO_3$)	葉綠素a(μg/L)	總磷(μg/L)	正磷酸鹽(μg/L)	氨氮(mg/L)1mg/L以下	硝酸鹽氮(mg/L)	亞硝酸鹽氮(mg/L)	有機氮(mg/L)	總有機碳(mg/L)4mg/L以下	CTSI 50以上為優養化
橋仔	2006/8/16	0.5	1.4	14.4	8	730	11.2	8.2	1.9	<1.0	190	40.7	1.7	12	<5	0.02	2.97	0.02	--	2.51	43.68
	2006/5/22	0.5	0.9	32.8	8.5	707	7	4.7	1.3	3	161	53.2	8.9	17	<5	<0.02	3.44	0.027	0.56	2.89	52.85
	2006/2/20	0.5	0.9	21.8	7.6	517	8.5	5.6	5.3	4	114	28.1	12.3	18	7	0.04	6.95	0.014	0.32	1.82	54.18
	2005/11/7	0.5	1.1	14.3	8.1	642	9.6	17.6	4.6	6.5	125	62.6	16.3	34	24	0.08	0.13	0.004	0.47	4.32	57.21
	2005/8/1	0.5	1.9	21.2	8.2	573	9.6	10.2	1.8	2.4	122	58.7	3.6	27	18	0.11	1.42	0.014	0.31	2.28	48.60
	2005/5/18	0.5	2	29.1	7.8	540	8.9	12.3	1.8	3.3	105	40.8	5.4	33	29	0.04	2.7	0.017	0.63	2.2	50.65
	2005/2/28	0.5	3.8	22.2	7.3	504	8.1	6.4	1.1	4	106	32.8	1	38	<5	1.01	4.74	0.014	0.33	1.52	42.79
	2004/10/19	0.5	0.6	21.5	6.9	587	4.7	19.1	1.3	<3	125	66.7	19.6	31	<25	0.19	0.34	0.077	1.81	--	60.22
	2004/8/17	0.5	0.6	26.6	7.3	611	7.4	18	2.6	<3	121	16.7	5.5	<8	<25	0.25	0.31	0.003	1.26	--	49.55
	2004/5/11	0.5	0.6	12.5	9.8	493	7.3	20.3	15	11.5	99.3	80.2	13	51	28	0.52	0.22	<0.001	0.15	--	61.27
	2004/2/10	0.5	0.6	11.3	7.3	705	7.5	18.5	17	9.3	199	100	7.3	19	28	0.53	1.63	0.03	0.17	--	54.64

註1：'<'表該項測值小於方法偵測極限值

註2：檢驗項目不合格以陰影表示

來源資料：行政院環境保護署

北竿地區民國93~103年水庫水質檢驗一覽表

水庫名稱	採樣日期	採樣深度(m)	透明度(m)	水溫(℃)	酸鹼值	導電度(μmho/cm25℃)	溶氧(電極法)(mg/L)	化學需氧量(mg/L)25mg/L以下	濁度(NTU)	懸浮固體(mg/L)	總硬度(mg/L as $CaCO_3$)	總鹼度(mg/L as $CaCO_3$)	葉綠素a(μg/L)	總磷(μg/L)	正磷酸鹽(μg/L)	氨氮(mg/L)1mg/L以下	硝酸鹽氮(mg/L)	亞硝酸鹽氮(mg/L)	有機氮(mg/L)	總有機碳(mg/L)4mg/L以下	CTSI 50以上為優養化
中興	2012/11/1	0.5	0.7	21	8.2	890	4	21.3	7.8	8.1	159	129	34.8	62	11	0.27	0.02	0.001	--	4.7	64.70
	2012/8/23	0.5	0.4	29.9	8.4	537	15.3	45.2	50	29.2	117	82.6	122	115	28	0.02	2.2	0.058	--	6.77	74.50
	2012/5/28	0.5	0.8	22.6	8.5	668	11.1	26.6	16	11.4	165	120	39.2	102	9	0.14	<0.01	0.003	--	5.91	66.90
	2012/2/21	0.5	0.5	9.9	8	746	12.8	30.7	17	17.2	196	131	19.9	123	<3	<0.01	1.3	0.016	--	5.01	67.80
	2011/10/31	0.5	0.6	21.9	8.9	713	10	88.3	37	66.5	148	116	685	290	10.2	0.02	<0.01	0.001	--	11.5	82.60
	2011/8/23	0.5	0.6	31.3	9.1	713	10.4	36.6	15	16.7	123	72.7	105	32.2	9.2	<0.01	<0.01	0.003	--	8.39	65.90
	2011/5/19	0.5	0.6	23.3	9.2	673	15.7	22	7.6	15.3	152	92.8	48.6	48.4	<3	0.04	2.96	0.088	--	4.66	65.40
	2011/2/15	0.5	0.4	8.3	7.9	748	10.2	37.7	9.7	19.5	175	129	52.2	182	4.8	0.09	0.57	0.05	--	5.61	73.90
	2010/11/16	0.5	0.5	17.1	8.1	721	6.3	43.2	13	21.5	196	133	53.4	200	4.5	0.03	0.59	0.085	--	12.9	73.40
	2010/8/9	0.5	0.5	30.8	9	617	12.2	26.2	18	14.8	128	84.4	40.8	87.5	8.7	0.01	<0.01	0.001	--	4.85	68.50
	2010/5/10	0.5	1	19.5	9.1	617	13.4	12.4	4.2	6.4	136	75.3	18.3	62.5	8.4	0.02	2.64	0.077	--	4	61.00
	2010/1/25	0.5	1	11.6	7.8	869	10.7	15.1	5.8	8.3	232	120	50.1	52.9	5.4	0.05	0.45	0.02	--	3.91	63.50
	2009/11/16	0.5	0.7	18.3	7.4	754	5.8	15.3	7.6	8.3	207	130	21.6	89.5	38.4	0.35	0.19	0.15	--	4.99	64.91
	2009/8/17	0.5	0.6	31.3	9.3	671	13.7	27.4	13.8	12.5	138	83.4	54	56	4.8	0.04	1.06	0.04	--	6.77	66.38
	2009/5/18	0.5	0.8	22.8	9.1	818	8.4	24	7.8	9.4	133	87.7	14.6	49.8	14.4	0.01	<0.01	<0.001	--	6.76	60.18
	2009/2/23	0.5	0.8	14.5	8.3	804	10.1	26.4	6.1	7	168	97.1	10.3	65	24.3	0.14	0.56	0.124	--	3.72	60.32
	2008/5/26	0.5	0.6	27.4	9.1	572	9.2	27.6	10.8	5.7	158	100	53.5	82.6	3.9	0.02	<0.01	0.001	--	6.3	68.21
	2008/2/25	0.5	0.8	9.4	8.3	646	11	22.9	5.7	7.1	182	128	21	31.8	7.8	0.02	0.37	0.01	--	4.28	59.22
	2007/11/12	0.5	0.4	19.1	8.1	762	9.6	25.4	4.9	12.4	174	144	50	75.6	<5.0	<0.02	0.32	0.028	--	5.66	69.47

北竿地區民國93~103年水庫水質檢驗一覽表

水庫名稱	採樣日期	採樣深度(m)	透明度(m)	水溫(℃)	酸鹼值	導電度(μmho/cm25℃)	溶氧(電極法)(mg/L)	化學需氧量(mg/L)25mg/L以下	濁度(NTU)	懸浮固體(mg/L)	總硬度(mg/L as $CaCO_3$)	總鹼度(mg/L as $CaCO_3$)	葉綠素a(μg/L)	總磷(μg/L)	正磷酸鹽(μg/L)	氨氮(mg/L)1mg/L以下	硝酸鹽氮(mg/L)	亞硝酸鹽氮(mg/L)	有機氮(mg/L)	總有機碳(mg/L)4mg/L以下	CTSI 50以上為優養化
中興	2007/8/22	0.5	0.4	30.4	8.3	632	9	21.2	3.8	7.2	196	124	19.5	46.9	<5.0	0.03	1.56	0.027	--	5.16	64.10
	2007/5/23	0.5	0.5	27.9	9.1	664	10	25.6	11.2	10.2	149	108	43.4	63	11	0.03	<0.01	<0.001	--	5.22	67.09
	2007/1/29	0.5	0.7	15.6	8.4	687	11.3	13.7	5.6	10.8	184	141	65.5	61	<5	0.03	0.41	0.004	--	4.64	66.69
	2006/11/20	0.5	0.6	20.5	8.4	691	10.1	27.9	9.9	11.3	177	150	58.9	74	<5	0.04	0.22	0.021	1.39	6.3	68.00
	2006/8/16	0.5	0.8	33.4	8.9	618	9.2	21.4	6.5	7.5	149	105	22.7	53	5	0.03	<0.01	0.002	0.86	5.47	61.93
	2006/5/22	0.5	0.5	22.1	8	589	11	19.2	7.7	9	148	86.2	12.7	74	8	0.13	4.61	0.045	1.07	5.78	63.84
	2006/2/20	0.5	0.9	15	7.9	735	8.8	27.2	9.2	7.8	190	138	34.4	68	40	0.24	0.11	0.006	2.25	6.01	63.93
	2005/11/7	0.5	0.8	21.3	8.3	670	9.3	35	18.1	15.4	151	124	55.8	80	40	0.33	0.53	0.148	2.17	6.32	66.85
	2005/8/1	0.5	1	29.5	8.9	693	9.9	22.6	3.2	9.5	140	81.7	9	43	36	0.05	4.13	0.07	1.53	4.62	56.85
	2005/5/18	0.5	1.2	23.4	8.3	674	10	17.4	6.2	9.2	139	93.7	22.1	57	<5	0.93	4.02	0.047	0.12	3.32	60.28
	2005/2/28	0.5	0.7	10	8	679	10.4	20.2	7.2	7.3	96	132	31.1	50	6	0.18	0.56	0.025	0.64	8.8	63.30
	2004/10/19	0.5	0.5	23.6	8.6	773	10	40.4	6.9	18	197	132	12.7	27	<25	0.23	1.88	0.13	2.3	--	58.99
	2004/8/17	0.5	0.5	31.1	8.7	733	10.9	19.1	14	12	160	126	39.2	25	<25	0.93	<0.05	0.005	0.09	--	62.31
	2004/5/11	0.5	0.5	25.6	8.3	662	7.6	12.1	5.2	3.9	126	87.5	6	28	25	0.3	0.41	0.01	1.28	--	56.72
	2004/2/10	0.5	0.4	11.9	7.4	650	6	22.6	14	12.6	125	78.9	28.4	27	<25	0.36	0.07	0.002	0.24	--	62.67

註1：'<'表該項測值小於方法偵測極限值
註2：檢驗項目不合格以陰影表示
來源資料：行政院環境保護署

東莒地區民國93~103年水庫水質檢驗一覽表

水庫名稱	採樣日期	採樣深度(m)	透明度(m)	水溫(℃)	酸鹼值	導電度(μmho/cm25℃)	溶氧(電極法)(mg/L)	化學需氧量(mg/L)25mg/L以下	濁度(NTU)	懸浮固體(mg/L)	總硬度(mg/L as $CaCO_3$)	總鹼度(mg/L as $CaCO_3$)	葉綠素a(μg/L)	總磷(μg/L)	正磷酸鹽(μg/L)	氨氮(mg/L)1mg/L以下	硝酸鹽氮(mg/L)	亞硝酸鹽氮(mg/L)	有機氮(mg/L)	總有機碳(mg/L)4mg/L以下	CTSI 50以上為優養化
福正	2012/10/31	0.5	0.6	20	7.6	672	7.5	25	11	16.4	108	66.4	35.4	92	275	<0.01	<0.01	<0.001	--	5.45	67.40
	2012/8/22	0.5	0.8	29.7	8.7	756	9.2	25.4	6.2	9.3	99.7	59.2	11.6	49	10	0.02	0.24	0.017	--	5.84	59.40
	2012/5/29	0.5	0.9	22.2	7.1	564	8.8	19.7	14	7.5	87.7	46.5	9.6	38	12	0.03	1.62	0.018	--	4.89	57.00
	2012/2/20	0.5	0.3	7	8.1	885	11.9	32.4	11	19.5	151	54.6	23.4	47	5	<0.01	0.4	0.004	--	5.95	66.20
	2011/11/1	0.5	0.6	20.2	8.1	995	7.6	27.9	13	21.2	147	80.1	24.4	67.4	4.6	<0.01	<0.01	0.001	--	5.62	64.70
	2011/8/22	0.5	0.7	30.8	8.4	928	8.2	27.9	9.3	13.1	136	76	12.2	18	11.5	<0.01	<0.01	0.003	--	5.7	55.40
	2011/5/18	0.5	1.3	21.3	7.4	761	10.7	23.4	9.7	8.7	66.8	51.2	36.1	33.4	6	<0.01	0.05	0.003	--	3.59	58.90
	2011/2/14	0.5	1.2	7.7	6.4	837	11.2	14	7.9	8.5	132	70.7	5.5	35.4	8.1	0.17	0.24	0.015	--	3.56	53.40
	2010/11/15	0.5	0.8	18.5	8	799	9	23	16	13.8	134	72.5	20.2	52.7	9.3	0.01	0.04	0.003	--	5.8	61.50
	2010/8/10	0.5	1.3	30.1	8.3	758	7.8	19.2	5.7	9.3	108	70.1	12.2	46	6.9	<0.01	<0.01	0.001	--	4.63	56.90
	2010/5/11	0.5	0.9	18.8	7.7	762	9.5	10.9	6.7	4.6	108	46.8	15.4	47.2	4.8	0.04	1.67	0.013	--	3.35	59.60
	2010/1/26	0.5	1	9.9	8.2	671	11.5	16	7.1	10.3	212	99	57.4	36	5.4	<0.01	0.71	0.007	--	4.02	62.10
	2009/12/3	0.5	0.7	14.7	8.3	831	10	25.5	11.4	11.6	210	61.5	34.3	42.7	7.5	0.02	<0.01	<0.001	--	4.99	62.90
	2009/8/18	0.5	0.8	30.6	8.7	781	9.7	24.5	8.9	8.6	112	53.2	18.9	37.2	6.6	<0.01	0.83	0.016	--	6.64	59.60
	2009/5/19	0.5	0.5	21.3	7.5	1000	8.8	27.7	15.6	13	110	66.6	26.1	70.7	5.7	0.02	0.02	0.002	--	8.6	66.00
	2009/2/24	0.5	0.6	14.5	7.8	803	10.5	27.2	8.4	12.5	127	56.5	12.2	44.2	3.6	<0.01	<0.01	0.001	--	5.01	60.40
	2008/11/20	0.5	0.8	15.4	7.7	707	9.5	26	11.9	14	107	53.7	15.4	61.5	4.2	<0.01	<0.01	0.002	--	5.39	61.40
	2008/8/26	0.5	0.8	28.9	9.3	873	9.3	19.7	3.4	5.3	76	48.7	6.2	61.2	4.8	<0.01	0.02	0.006	--	6.05	58.40
	2008/5/27	0.5	1.7	28.6	8.1	869	10.8	14.2	4	3.2	103	57.8	9.5	38.4	<3	0.01	<0.01	0.001	--	5	53.90
	2008/2/26	0.5	1	10.2	7.8	696	11.4	20.1	6.6	13.5	107	52.7	12.2	30.2	7.8	0.03	0.21	0.005	--	4.4	56.10
	2007/11/13	0.5	0.9	20.5	8.4	684	9.3	22.5	6.9	12.5	112	62.3	24.6	37.2	<5	<0.02	<0.01	0.003	--	5.14	59.90
	2007/8/24	0.5	0.8	33.9	9.3	619	8.4	28.8	9.7	21.5	124	67.5	54.4	52.5	<5	<0.02	<0.01	0.03	--	6.14	64.80
	2007/5/24	0.5	0.8	27.8	9	635	9	12.8	5.8	5.7	87.6	49	14.9	31	8	0.04	0.3	0.01	--	3.87	58.00
	2007/1/29	0.5	0.8	15.5	7.8	695	10.8	6.6	9.1	7.2	101	47.8	8.2	32	<5	0.03	0.3	0.008	--	3.27	56.20

東莒地區民國93~103年水庫水質檢驗一覽表

水庫名稱	採樣日期	採樣深度(m)	透明度(m)	水溫(℃)	酸鹼值	導電度(μmho/cm25℃)	溶氧(電極法)(mg/L)	化學需氧量(mg/L)25mg/L以下	濁度(NTU)	懸浮固體(mg/L)	總硬度(mg/L as $CaCO_3$)	總鹼度(mg/L as $CaCO_3$)	葉綠素a(μg/L)	總磷(μg/L)	正磷酸鹽(μg/L)	氨氮(mg/L)1mg/L以下	硝酸鹽氮(mg/L)	亞硝酸鹽氮(mg/L)	有機氮(mg/L)	總有機碳(mg/L)4mg/L以下	CTSI 50以上為優養化
福正	2006/11/21	0.5	0.8	20.6	7.4	699	8.4	20	17.6	8.6	101	67.2	9.9	38	9	0.09	<0.01	0.011	0.44	4.58	57.60
	2006/8/17	0.5	0.7	31.7	7.9	687	9.1	13	2.6	4	99	65.3	2.2	32	10	<0.02	0.01	0.002	0.52	4.96	52.50
	2006/5/23	0.5	0.6	21.9	8.7	673	10	22.4	16.4	10.1	97	38.7	15.5	31	<5	0.03	1.23	0.008	0.85	5.03	59.50
	2005/8/2	0.5	1.4	28.8	8	690	7.7	19.5	4.3	5	97.1	56.3	2.9	31	17	0.73	<0.01	0.002	0.42	4.9	50.00
	2006/2/21	0.5	1.2	14.5	8.3	706	9.2	24.2	7.2	8	184	133	25.5	54	18	0.11	0.42	0.01	0.62	5.68	60.50
	2005/11/9	0.5	1.3	23.7	8.6	759	8.5	26.5	6.4	9.6	104	59.1	16.3	63	15	0.06	<0.01	0.002	0.81	5.78	59.40
	2005/5/19	0.5	1	22.4	8	613	8.4	19.8	14	12.8	78.4	33.1	34.8	46	15	0.98	0.73	0.013	<0.05	4.83	61.60
	2005/2/27	0.5	0.4	9.8	7.9	501	11.9	9.6	12	20.6	141	67	36.3	60	15	0.17	1.88	0.013	0.57	5.5	67.40
	2004/10/20	0.5	0.3	22.2	7.6	685	6.2	13.7	3.3	6.9	131	74.5	5.4	50	<25	0.24	0.43	0.014	0.95	--	61.70
	2004/8/18	0.5	0.5	30.9	9.3	773	8.6	29.5	14	14.9	79.4	58.8	36	56	<25	0.28	<0.05	0.002	1.24	--	66.00
	2004/5/12	0.5	0.4	28.7	8.9	925	8.2	73.1	120	122	124	30.9	108	456	<25	0.54	0.07	<0.001	3.01	--	80.70
	2004/2/11	0.5	0.3	13.7	7.2	850	7.5	28.3	33	21.3	112	89.2	35.2	57	55	0.59	0.47	0.008	0.55	--	68.40

註1：'<'表該項測值小於方法偵測極限值

註2：檢驗項目不合格以陰影表示

來源資料：行政院環境保護署

西莒地區民國93~103年水庫水質檢驗一覽表

水庫名稱	採樣日期	採樣深度(m)	透明度(m)	水溫(℃)	酸鹼值	導電度(μmho/cm25℃)	溶氧(電極法)(mg/L)	化學需氧量(mg/L)25mg/L以下	濁度(NTU)	懸浮固體(mg/L)	總硬度(mg/L as CaCO3)	總鹼度(mg/L as CaCO3)	葉綠素a(μg/L)	總磷(μg/L)	正磷酸鹽(μg/L)	氨氮(mg/L)1mg/L以下	硝酸鹽氮(mg/L)	亞硝酸鹽氮(mg/L)	有機氮(mg/L)	總有機碳(mg/L)4mg/L以下	CTSI 50以上為優養化
樂道沃	2014/5/16	0.5	0.3	21	8.6	648	9.2	33	6.4	20	--	--	13.5	39	--	0.06	--	--	--	--	63.00
	2014/2/13	0.5	0.4	8.3	7.6	640	11.8	10.8	2.1	6.3	--	--	1.2	16	--	0.07	--	--	--	--	50.00
	2013/11/13	0.5	0.4	17.5	8.2	648	8.9	19.1	7	15.3	--	--	24	33	--	0.11	--	--	--	--	63.20
	2013/8/23	0.5	0.8	27.7	8.3	651	4.9	14.4	5.9	9.1	--	--	36.6	33	--	0.21	--	--	--	--	61.20
	2013/5/22	0.5	0.5	22.8	9.1	867	8.5	20.9	15	21.2	--	--	36.5	25	--	0.01	--	--	--	--	62.10
	2013/2/23	0.5	0.8	9.5	8.2	647	11.5	12.1	8.6	11	--	--	34.1	23	--	<0.01	--	--	--	--	59.30
	2012/10/31	0.5	0.5	19.8	7.6	620	8.7	19.9	21	21.6	82.1	41.2	39.4	48	14	<0.01	<0.01	0.001	--	3.78	65.50
	2012/8/22	0.5	1.2	29	8.5	781	8	12.4	3.8	7.4	98.5	62.3	8.1	18	15	<0.01	0.78	0.006	--	2.8	51.40
	2012/5/29	0.5	1.1	21.4	7.7	662	9.5	7.5	6.1	7.1	115	73	22	21	7	<0.01	0.92	0.008	--	1.91	55.90
	2012/2/20	0.5	0.6	7.4	8.5	671	12	14.9	5.3	8.7	97.8	66.7	27.6	23	<3	<0.01	1.37	0.024	--	2.35	60.00
	2011/11/1	0.5	0.7	19.9	8.3	649	8.1	28.1	7.6	22.8	87.2	59.7	48.8	52.9	11.1	<0.01	<0.01	0.001	--	5.2	65.10
	2011/8/22	0.5	0.8	29.2	8.5	640	7.8	34.2	8.6	15.1	84.1	63	61.8	12.1	7.8	<0.01	0.01	0.003	--	7.13	58.10
	2011/5/18	0.5	0.8	19.9	7.9	534	9.4	17.1	7.8	11.6	116	53.3	9.6	50.1	4.2	0.09	0.3	0.006	--	4.39	58.90
	2011/2/14	0.5	1.4	7.8	6.6	582	11.8	4.4	3.3	4.2	70.5	45.7	1.1	14.5	5.4	0.03	0.77	0.007	--	1.49	43.10
	2010/11/15	0.5	0.6	18.2	7.9	655	9.6	18.6	12	15.6	106	61.3	29.6	37	11.1	<0.01	0.88	0.006	--	5.69	62.50
	2010/8/10	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	2010/5/11	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	2010/1/26	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	2009/12/3	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	2009/8/18	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	2009/5/19	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	2009/2/24	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	2008/11/20	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	2008/8/26	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	2008/5/27	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	2008/2/26	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

西莒地區民國93~103年水庫水質檢驗一覽表

水庫名稱	採樣日期	採樣深度(m)	透明度(m)	水溫(℃)	酸鹼值	導電度(μmho/cm25℃)	溶氧(電極法)(mg/L)	化學需氧量(mg/L)25mg/L以下	濁度(NTU)	懸浮固體(mg/L)	總硬度(mg/L as CaCO3)	總鹼度(mg/L as CaCO3)	葉綠素a(μg/L)	總磷(μg/L)	正磷酸鹽(μg/L)	氨氮(mg/L)1mg/L以下	硝酸鹽氮(mg/L)	亞硝酸鹽氮(mg/L)	有機氮(mg/L)	總有機碳(mg/L)4mg/L以下	CTSI 50以上為優養化
樂道沃	2007/11/13	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	2007/8/24	0.5	0.5	35.1	9	423	7.3	83.3	17	33.8	116	75.2	21.8	91.6	<5	<0.02	<0.01	0.002	--	26	66.70
	2007/5/24	0.5	0.6	28	8.4	562	8.5	7.6	6.2	5.5	79.6	47	9.5	26	11	0.03	3.05	0.046	--	1.46	57.10
	2007/1/29	0.5	0.7	15	8.8	571	11.5	8.2	14.5	14.7	91.1	48.6	28.5	31	6	0.02	4.69	0.007	--	1.94	60.80
	2006/11/21	0.5	0.4	20.7	7.7	612	8.5	13	46.4	41.3	89.6	56.3	13.6	59	6	0.1	3.75	0.034	0.42	1.98	64.10
	2006/8/17	0.5	0.4	33	8.3	571	8.3	15.2	17.8	13.9	81.2	52	17.8	32	8	0.02	4.73	0.042	0.59	2.14	62.10
	2006/5/23	0.5	0.4	20.4	7.8	539	8.6	15.7	27.5	25.5	90	43	5.3	41	7	0.07	2.43	0.023	0.47	2.8	59.30
	2006/2/21	0.3	0.5	29.1	8.5	874	8.5	27.8	11.9	50.5	132	95	21.3	55	10	0.15	0.17	0.002	0.27	5.98	64.20
	2005/11/9	0.5	0.6	13	8.3	664	9.5	24.4	5.2	6.9	145	100	16.7	34	15	0.06	0.12	0.004	0.57	4.83	60.20
	2005/8/2	0.5	0.6	23.2	8.5	716	8.4	27.8	13.4	18.7	114	86.1	4.5	49	9	<0.02	0.02	0.002	1.31	6.02	57.70
	2005/5/19	0.5	0.7	22.1	8.4	513	8.4	14.5	33.1	4.5	92.2	76.4	13.7	27	7	1	0.02	0.007	0.09	3.05	57.70
	2005/2/27	0.5	0.3	10.8	7.7	554	9.4	11.6	2.1	3	35.5	29.1	3.3	20	6	0.16	2.61	0.011	0.34	6.1	55.70
	2004/10/20	0.5	0.3	23.4	8	528	7.8	8.6	3.3	9	131	105	4.8	30	<25	0.1	1.46	0.021	0.71	--	58.80
	2004/8/18	0.5	0.4	31	8.4	644	8.5	21.4	6.2	8.2	121	106	20	79	<25	0.22	<0.05	0.003	0.78	--	66.80
	2004/5/12	0.5	0.3	28.1	8.9	673	5.9	26.9	55	56	122	79.8	39.6	136	<25	0.22	<0.05	0.001	3.61	--	73.00
	2004/2/11	0.5	0.5	12.5	6.9	745	6.8	25.6	7.1	3	113	42.5	4.7	17	55	0.5	1.29	0.026	0.32	--	53.60

註1：'<'表該項測值小於方法偵測極限值
註2：檢驗項目不合格以陰影表示
來源資料：行政院環境保護署

西莒地區民國93~103年水庫水質檢驗一覽表

水庫名稱	採樣日期	採樣深度(m)	透明度(m)	水溫(℃)	酸鹼值	導電度(μmho/cm25℃)	溶氧(電極法)(mg/L)	化學需氧量(mg/L)25mg/L以下	濁度(NTU)	懸浮固體(mg/L)	總硬度(mg/L as CaCO3)	總鹼度(mg/L as CaCO3)	葉綠素a(μg/L)	總磷(μg/L)	正磷酸鹽(μg/L)	氨氮(mg/L)1mg/L以下	硝酸鹽氮(mg/L)	亞硝酸鹽氮(mg/L)	有機氮(mg/L)	總有機碳(mg/L)4mg/L以下	CTSI 50以上為優養化
萊浦沃	2014/5/16	0.5	0.2	21.4	8.7	876	9	12.5	15	10.5	--	--	5.1	31	--	0.08	--	--	--	--	61.00
	2014/2/13	0.5	0.3	9.6	7.2	837	10.6	12.3	18	7.4	--	--	0.9	35	--	0.17	--	--	--	--	54.00
	2013/11/13	0.5	0.1	17.8	7.9	824	8.7	22.6	75	72.5	--	--	40.4	85	--	0.09	--	--	--	--	76.10
	2013/8/23	0.5	0.4	27.4	8.2	723	6.1	22.1	24	34.9	--	--	69	58	--	<0.01	--	--	--	--	69.30
	2013/5/22	0.5	0.3	22.6	7.6	566	6.8	14.5	27	28	--	--	25	49	--	0.34	--	--	--	--	66.60
	2013/2/23	0.5	1	10	8.2	704	11.3	13.1	4.9	5	--	--	14.3	27	--	<0.01	--	--	--	--	56.10
	2012/10/31	0.5	0.4	20.6	7.7	654	8.1	46.5	8.4	10.7	137	63.8	46.9	24	10	<0.01	0.42	0.007	--	7.23	63.80
	2012/8/22	0.5	0.8	29.5	7.8	757	7.1	20.6	9.7	10.6	76.4	34.2	7	46	17	0.01	0.25	0.018	--	4.62	57.40
	2012/5/29	0.5	0.5	22.1	7.7	521	8.5	15.4	6.1	7.5	59.1	24.6	7.7	65	98	0.04	0.89	0.019	--	5.98	61.70
	2012/2/20	0.5	0.8	8.4	7.8	745	11.9	23.7	4.3	12	93.1	46	56.4	33	7	<0.01	0.11	0.002	--	3.34	62.60
	2011/11/1	0.5	0.4	20.8	9.2	654	8.3	35.5	7.8	25.5	80.6	50	65.1	69.6	22.4	0.01	0.01	0.001	--	8.37	70.00
	2011/8/22	0.5	0.6	31.7	8.9	644	11.9	31.6	6.5	6.7	69	35.8	8.8	7.8	11.5	<0.01	0.01	0.004	--	7.16	51.00
	2011/5/18	0.5	1.4	21.6	6.8	533	9.2	11.2	2	1.6	66.8	37.2	6.5	26.4	6.9	0.19	0.51	0.017	--	3.45	51.80
	2011/2/14	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	2010/11/15	0.5	0.8	18.2	7.7	705	8	17.1	7.2	7	93	59	6.6	42.9	11.1	0.02	0.32	0.011	--	5.31	56.90
	2010/8/10	0.5	1.2	31.7	8.5	643	7.5	12.3	2.9	2.7	79	56.6	1.7	40.1	5.1	<0.01	<0.01	0.001	--	4.1	50.20
	2010/5/11	0.5	1.1	18.9	8.9	662	10.2	11.4	7.4	6.3	79	37.2	18.1	36.6	4.8	0.06	0.32	0.009	--	3.15	57.90
	2010/1/26	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	2009/12/3	0.5	0.9	15.1	7.9	816	9	23.9	20.6	14.8	148	48	31.7	49.3	6.6	0.16	0.16	0.01	--	6.43	62.10
	2009/8/18	0.5	0.9	31	8.8	955	8.9	21.4	7.8	4.2	100	38.8	9.2	35.3	10.5	0.03	0.13	0.009	--	6.19	56.50
	2009/5/19	0.5	0.8	22.2	8.7	902	7.7	17	4.5	4.8	103	51.5	11	22.3	3.9	<0.01	<0.01	0.002	--	5.27	55.40
	2009/2/24	0.5	0.8	14.9	8.5	798	11.1	34.1	5.7	13.5	107	53.6	15.3	36.6	29.7	<0.01	0.01	<0.001	--	5.57	58.90
	2008/11/20	0.5	0.9	15.3	7.8	733	9	24.3	7.4	11	86.4	49.2	14.4	47.9	8.1	<0.01	0.03	0.007	--	5.98	59.40
	2008/8/26	0.5	1	30.7	9.1	707	10.3	29.4	10.3	16	96	62.9	14.7	44.4	3.6	0.01	0.02	0.005	--	9.6	58.60

西莒地區民國93~103年水庫水質檢驗一覽表

水庫名稱	採樣日期	採樣深度(m)	透明度(m)	水溫(℃)	酸鹼值	導電度(μmho/cm25℃)	溶氧(電極法)(mg/L)	化學需氧量(mg/L)25mg/L以下	濁度(NTU)	懸浮固體(mg/L)	總硬度(mg/L as CaCO3)	總鹼度(mg/L as CaCO3)	葉綠素a(μg/L)	總磷(μg/L)	正磷酸鹽(μg/L)	氨氮(mg/L)1mg/L以下	硝酸鹽氮(mg/L)	亞硝酸鹽氮(mg/L)	有機氮(mg/L)	總有機碳(mg/L)4mg/L以下	CTSI 50以上為優養化
萊浦沃	2008/5/27	0.5	1.5	27.2	8.6	720	10.1	11.2	2.4	<1.0	83.2	47.3	12.3	27.5	3.9	<0.01	<0.01	0.001	--	5.01	53.80
	2008/2/26	0.5	1.2	9.9	7.5	765	10.8	42.1	4	4.5	99	46.2	5.5	20.7	9.9	0.03	0.26	0.008	--	4.03	50.80
	2007/11/13	0.5	0.8	20.4	8.5	703	9	24.9	5.4	9.8	98	48.4	27.5	39.2	<5	<0.02	0.15	0.001	--	5.3	61.10
	2007/8/24	0.5	0.9	33.4	9.1	598	7.2	17.5	5.4	5.3	110	55.4	11.7	35.6	<5	<0.02	<0.01	0.002	--	5.23	57.30
	2007/5/24	0.5	0.9	28.4	9.2	620	8.3	12.8	6	4.2	77.6	44.3	6.3	15	11	0.04	<0.01	0.003	--	3.99	51.10
	2007/1/29	0.5	1.4	14.8	8	648	10.9	6.2	2.3	1.2	83.2	47.2	5	14	6	0.03	0.21	0.004	--	3.35	47.90
	2006/11/21	0.5	0.9	20.9	8	627	9.1	14	5.5	6.3	77.6	55.7	12.2	18	<5	0.05	0.06	0.004	0.43	4.18	54.20
	2006/8/17	0.5	1.1	32.5	8.5	626	8.3	19.1	3.4	1.8	71.3	51	2	21	8	<0.02	<0.01	0.002	0.44	4.72	48.00
	2006/5/23	0.5	1	21.3	8.3	607	8.8	16.3	8.6	2.5	80	28.2	7.7	32	<5	0.06	3.51	0.026	0.63	4.52	54.90
	2005/8/2	0.5	2.2	29.4	8.8	742	7.5	16.8	2.1	1.7	85.4	28.7	3.6	26	8	0.5	0.09	0.01	0.07	3.53	47.60
	2006/2/21	0.5	0.9	13.5	8.4	629	9.5	19.3	4	7	121	79.8	15	19	16	0.07	0.11	0.004	0.45	4.36	55.10
	2005/11/9	0.5	1.8	23.6	8.7	688	8.3	20.5	2.4	3.5	88.2	44.3	5.7	30	9	0.06	3.06	0.022	0.34	4.13	50.80
	2005/5/19	0.5	1.5	22.6	7.6	612	8.2	15.4	9.1	3	70.6	22.7	36	27	14	4.22	1.93	0.054	0.29	3.64	57.20
	2005/2/27	0.5	0.3	10.5	8.6	592	12.2	9.6	22	42.8	58.3	111	58.2	75	6	0.11	2.48	0.044	0.71	9.5	71.40
	2004/10/20	0.5	0.4	23.6	8.4	567	7.9	8.1	2.6	9.8	128	75.7	11	35	<25	0.09	1.38	0.034	0.9	--	60.90
	2004/8/18	0.5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
	2004/5/12	0.5	0.3	27.6	8.9	502	6.5	17.7	17	20.4	64.9	77.9	4.7	50	<25	0.45	0.4	0.033	2.84	--	61.20
	2004/2/11	0.5	0.3	12.7	6.8	930	7.3	16.4	7.3	<3	124	42.3	4	11	49	0.98	1.32	0.026	0.06	--	53.40

註1：'<'表該項測值小於方法偵測極限值

註2：檢驗項目不合格以陰影表示

來源資料：行政院環境保護署

東引地區民國93~103年水庫水質檢驗一覽表

水庫名稱	採樣日期	採樣深度(m)	透明度(m)	水溫(℃)	酸鹼值	導電度(μmho/cm25℃)	溶氧(電極法)(mg/L)	化學需氧量(mg/L)25mg/L以下	濁度(NTU)	懸浮固體(mg/L)	總硬度(mg/L as $CaCO_3$)	總鹼度(mg/L as $CaCO_3$)	葉綠素a(μg/L)	總磷(μg/L)	正磷酸鹽(μg/L)	氨氮(mg/L)1mg/L以下	硝酸鹽氮(mg/L)	亞硝酸鹽氮(mg/L)	有機氮(mg/L)	總有機碳(mg/L)4mg/L以下	CTSI 50以上為優養化
東湧	2014/5/12	0.5	0.4	23.1	9.7	637	13.8	39.8	27	27.2	--	--	166	110	--	0.09	--	--	--	--	75.00
	2014/2/24	0.5	0.7	10.8	7.5	690	9.7	15.8	13	10.8	--	--	23.7	54	--	<0.01	--	--	--	--	63.00
	2013/11/14	0.5	0.4	19.3	8	695	6.6	10.7	3.6	3.3	--	--	8.3	30	--	0.37	--	--	--	--	59.30
	2013/8/19	0.5	0.4	33.7	9.4	718	12	31.7	9.2	10.2	--	--	33.4	46	--	0.12	--	--	--	--	65.90
	2013/5/20	0.5	0.6	24.1	9.5	633	9.7	20.4	14	15	--	--	71.2	85	--	0.05	--	--	--	--	69.30
	2013/2/21	0.5	0.6	10.3	8.3	806	11	17	9.4	10.7	--	--	22.9	59	--	<0.01	--	--	--	--	63.90
	2012/10/30	0.5	0.8	22.3	8.1	897	7.5	17.6	9.3	9.5	130	105	24.9	43	57	0.02	0.34	0.009	--	2.64	61.20
	2012/8/20	0.5	0.6	32.1	9.5	771	13.8	27.2	13	14.5	106	81	42	64	4	0.01	<0.01	<0.001	--	3.67	66.20
	2012/5/22	0.5	1.1	24.6	8.6	653	9.9	15.3	4.7	6.4	124	92.5	13.7	49	6	0.04	1.22	0.035	--	2.72	58.40
	2012/2/20	0.5	0.8	9.4	7.9	718	8.3	13.3	5.6	8.8	141	97.6	53.2	28	<3	<0.01	1.71	0.012	--	2.71	61.70
	2011/10/30	0.5	1	22.7	8.8	718	10.4	24	6	9	129	111	59.5	64	6.1	0.08	0.8	0.11	--	3.92	64.90
	2011/8/22	0.5	0.6	31	9.3	743	7.3	21.1	9.8	11	114	80.6	37.3	15.9	4.3	<0.01	<0.01	0.003	--	3.88	59.20
	2011/5/16	0.5	0.9	19.3	8.4	643	9.4	17.3	10	13	112	78.8	23.4	65.5	21.6	0.19	1.05	0.031	--	3.36	62.50
	2011/2/24	0.5	0.8	11.9	8.2	697	12.2	10.7	7.3	10	123	81.3	14.3	55.2	22.5	0.07	1.27	0.078	--	2.04	60.60
	2010/12/9	0.5	1.1	15.8	6.7	695	10.1	13.2	6.4	9.3	137	101	31.8	42.4	42.6	0.08	1.21	0.062	--	2.84	60.40
	2010/8/26	0.5	0.7	35	9.2	639	10.1	22.4	6.9	7.7	107	94.2	27.7	40.5	7.8	0.03	<0.01	<0.001	--	5	61.90
	2010/5/10	0.5	1.1	19.2	8.7	617	9.8	16	7.6	8.2	117	88	44.7	52.3	4.8	0.15	1.59	0.03	--	3.33	62.60
	2010/1/28	0.5	1.2	12.2	8.1	689	12.3	11.8	5.1	6.5	128	81.8	30.2	65.2	10.8	0.1	1.59	0.027	--	2.72	61.90
	2009/12/1	0.5	1.3	16.9	8.4	684	11.8	9	4.4	4.1	196	86.6	14.4	57.6	31.8	0.03	1.08	0.024	--	3.17	58.56
	2009/8/17	0.5	0.8	32.6	9.2	621	9.7	24.9	8.6	8.5	104	81.6	27.8	30	3.6	<0.01	0.12	0.015	--	4.63	59.85
	2009/5/18	0.5	0.9	22.3	9.2	664	6.9	17.1	10.2	12.4	116	84.6	17.5	51.4	6.6	0.13	0.64	0.028	--	3.99	60.37
	2009/2/24	0.5	1.2	16.2	8.6	692	10.6	22	3.5	12	127	96.3	10.4	29.3	<3.0	0.04	1.08	0.013	--	2.72	54.62
	2008/11/18	0.5	1	19.7	8.1	704	7.8	8.3	4.7	4.2	117	97.6	6.7	21.8	5.7	0.04	1.01	0.044	--	2.76	52.62
	2008/8/26	0.5	0.9	31.4	9	677	8.4	17.5	5.6	3.5	134	93.6	20.6	33.7	<3.0	0.02	0.01	0.005	--	4.52	58.88
	2008/5/26	0.5	0.5	28	10.2	631	20.5	23	10.6	6.8	99	83.5	68.4	116	7.8	0.38	0.25	0.022	--	5.86	71.51
	2008/3/4	0.5	1.4	15.3	8.9	671	13.3	11.9	5	9.3	123	99	14.4	27.1	10.8	0.02	1.61	0.017	--	2.5	54.58

東引地區民國93~103年水庫水質檢驗一覽表

水庫名稱	採樣日期	採樣深度(m)	透明度(m)	水溫(℃)	酸鹼值	導電度(μmho/cm25℃)	溶氧(電極法)(mg/L)	化學需氧量(mg/L)25mg/L以下	濁度(NTU)	懸浮固體(mg/L)	總硬度(mg/L as $CaCO_3$)	總鹼度(mg/L as $CaCO_3$)	葉綠素a(μg/L)	總磷(μg/L)	正磷酸鹽(μg/L)	氨氮(mg/L)1mg/L以下	硝酸鹽氮(mg/L)	亞硝酸鹽氮(mg/L)	有機氮(mg/L)	總有機碳(mg/L)4mg/L以下	CTSI 50以上為優養化
東湧	2007/11/15	0.5	1.3	21	8.7	607	12.5	13.3	4.4	8.5	116	104	29.2	34.9	8.4	0.04	1.02	0.079	--	2.96	58.46
	2007/8/22	0.5	1.1	27.6	8.5	522	8.1	17.2	4.9	6	118	81.3	20.6	44	5.4	0.14	0.57	0.021	--	3.6	59.22
	2007/5/24	0.5	0.8	28	9.8	623	11.8	26.7	13	16.1	111	90.9	127	86	14	0.21	0.54	0.022	--	5.51	69.88
	2007/1/30	0.5	1.1	13.5	8.3	637	11.3	13.7	4.9	6.2	123	98.5	18.5	64	<5	0.02	1.25	0.017	--	2.48	60.67
	2006/11/22	0.5	0.8	20.2	7.7	617	6.9	7.2	6.4	4.9	119	104	24.3	40	<5	0.29	0.53	0.016	0.32	2.86	60.80
	2006/8/16	0.5	0.5	32.5	9.5	580	11.7	21	12.6	18.4	112	90.7	41.8	51	7	0.03	<0.01	0.002	0.96	6.17	65.95
	2006/5/22	0.5	0.6	22.9	9.3	592	12.6	17.1	6.3	8	114	83.5	9.5	58	8	0.17	1.12	0.034	0.75	4.31	60.86
	2006/2/20	0.5	2.2	14.6	8.4	809	9.9	19.1	7.4	8.8	149	101	21.5	34	21	0.27	0.37	0.009	0.47	4.92	54.86
	2005/11/7	0.5	2.2	21.8	8.7	632	10	22.5	3	5.7	125	114	8.3	51	15	0.37	0.64	0.022	0.5	4.46	53.70
	2005/8/1	0.5	0.6	30.1	9.1	580	10.2	31.9	19.2	13.8	99	91.3	47.5	53	20	0.29	0.27	0.019	0.77	5.52	65.69
	2005/5/17	0.5	0.8	25.5	9.3	486	11.2	31.9	8.5	22.5	102	91.8	46	218	<5	2.29	0.89	0.05	0.28	5.99	71.03
	2005/2/27	0.5	0.4	12.4	8.9	515	13.4	13.1	14	14	100	95.4	39	28	21	0.11	0.51	0.01	0.53	6.3	63.89
	2004/10/21	0.5	0.5	23.1	7.6	493	8.4	7.3	4.9	5.1	108	95.9	12.7	79	<25	0.11	0.56	0.05	0.67	--	64.15
	2004/8/19	0.5	0.5	29	8.5	399	8.7	34.8	6.2	16.6	86.9	72.2	36.9	88	<25	0.52	<0.05	0.003	0.41	--	68.16
	2004/5/13	0.5	0.6	25.2	8.8	563	7.5	24.1	6	8.7	108	79.8	4.1	123	104	0.31	0.11	0.034	3.11	--	61.73
	2004/2/12	0.5	0.5	16.1	7.1	701	7.4	18.7	7.8	4.8	137	58.3	6.4	57	25	0.23	1.27	0.004	<0.06	--	60.34

註1：'<'表該項測值小於方法偵測極限值

註2：檢驗項目不合格以陰影表示

來源資料：行政院環境保護署

東引地區民國93~103年水庫水質檢驗一覽表

水庫名稱	採樣日期	採樣深度(m)	透明度(m)	水溫(℃)	酸鹼值	導電度(μmho/cm25℃)	溶氧(電極法)(mg/L)	化學需氧量(mg/L)25mg/L以下	濁度(NTU)	懸浮固體(mg/L)	總硬度(mg/L as $CaCO_3$)	總鹼度(mg/L as $CaCO_3$)	葉綠素a(μg/L)	總磷(ug/L)	正磷酸鹽(μg/L)	氨氮(mg/L)1mg/L以下	硝酸鹽氮(mg/L)	亞硝酸鹽氮(mg/L)	有機氮(mg/L)	總有機碳(mg/L)4mg/L以下	CTSI 50以上為優養化
紫沃	2012/10/30	0.5	0.7	21.8	7.8	960	6.3	11.1	12	15.5	130	60.4	15.4	50	5	0.05	0.34	0.008	--	1.51	61.00
	2012/8/20	0.5	0.7	30.2	8	1040	9.2	10.9	3.5	3.7	101	45.9	7.4	38	10	<0.01	0.34	0.011	--	2.89	57.30
	2012/5/22	0.5	1	24.9	8	890	9.6	12.1	2.8	3.6	104	40	4.5	23	6	0.01	0.66	0.006	--	1.88	51.60
	2012/2/20	0.5	0.8	10	7.1	1050	7.9	10.7	7.8	12.2	133	35.8	36.5	25	5	<0.01	1	0.002	--	1.34	59.90
	2011/10/30	0.5	0.7	23.9	8.6	1030	9.5	17.9	6.8	9.7	124	63	31	45.4	4.3	0.01	0.01	<0.001	--	2.02	62.90
	2011/8/22	0.5	0.5	30.8	8.5	1010	8.2	12.9	2.4	3	117	59.9	22.1	15.9	7.1	<0.01	0.01	0.002	--	2.56	58.30
	2011/5/16	0.5	0.6	18.5	7.9	1020	9.8	18.4	12	11.6	135	39.8	18.1	53.6	14.7	0.04	1.15	0.014	--	4.33	62.60
	2011/2/24	0.5	0.8	12.3	7.8	1000	11.8	8.3	14	19.1	127	37	8.8	32.9	34.5	0.02	0.51	0.004	--	1.14	56.60
	2010/12/9	0.5	0.7	16	6.7	979	9.2	8.2	9.1	9.6	131	39.6	16.1	37.9	9	0.04	0.43	0.004	--	1.35	59.90
	2010/8/26	0.5	1.5	32.2	7.8	914	8.2	7.7	1.5	1.6	101	46.6	1	22.7	6	0.02	<0.01	<0.001	--	1.88	44.60
	2010/5/10	0.5	0.9	19.1	8	814	9.3	8.5	4.2	3.9	95.8	37.7	21.6	26.3	4.8	0.14	0.52	0.005	--	2.26	57.90
	2010/1/28	0.5	0.8	13.1	7.3	893	11	5.4	7.8	9.3	124	37.8	17.1	41.1	5.1	<0.01	0.67	0.003	--	1.11	59.80
	2009/12/1	0.5	1.1	17.4	8.2	943	10.4	7.2	8.4	8.4	185	39.7	17.4	39.9	27.3	0.03	0.84	0.018	--	1.94	58.20
	2009/8/17	0.5	1.3	32.9	8.6	1300	8.5	10.3	2.9	4.7	150	41.3	9.9	23	5.4	0.02	0.26	0.009	--	3.02	52.92
	2009/5/18	0.5	0.6	21.2	8.1	917	8.6	9.3	6.1	8	114	53.2	13.5	49.8	5.7	0.06	0.33	0.009	--	2.49	61.28
	2009/2/24	0.5	0.6	16.8	8.9	887	12.5	21.1	10.7	20	119	50.3	53.5	62.5	<3.0	0.02	0.4	0.006	--	2.01	66.87
	2008/11/18	0.5	0.8	19.4	8.5	865	9	7.6	11.2	20	96.5	45.2	3	47.6	65.1	0.28	0.53	0.01	--	1.79	54.79
	2008/8/26	0.5	1	30.6	9	848	10.1	16.6	9.6	11.2	122	72.3	12.6	125	237	0.01	0.02	0.004	--	3.23	63.08
	2008/5/26	0.5	0.8	26.3	9.3	786	11.4	10.2	7.2	4.4	101	61.3	27.8	253	442	0.26	1.36	0.02	--	4.61	70.10
	2008/3/4	0.5	0.7	16.7	9.1	858	13.4	17.2	7.5	14	111	42.7	26.2	42.3	10.8	0.02	0.69	0.013	--	1.65	61.94
	2007/11/15	0.5	0.9	21.3	8.9	831	12.8	14.4	4	7	124	46.1	21.7	34.6	5.4	0.04	0.48	0.011	--	1.7	59.18
	2007/8/22	0.5	0.8	28.5	7.5	613	6.8	15.8	14.2	6.9	80	44.6	12.1	74.9	92.7	0.03	1.22	0.016	--	5.44	61.53

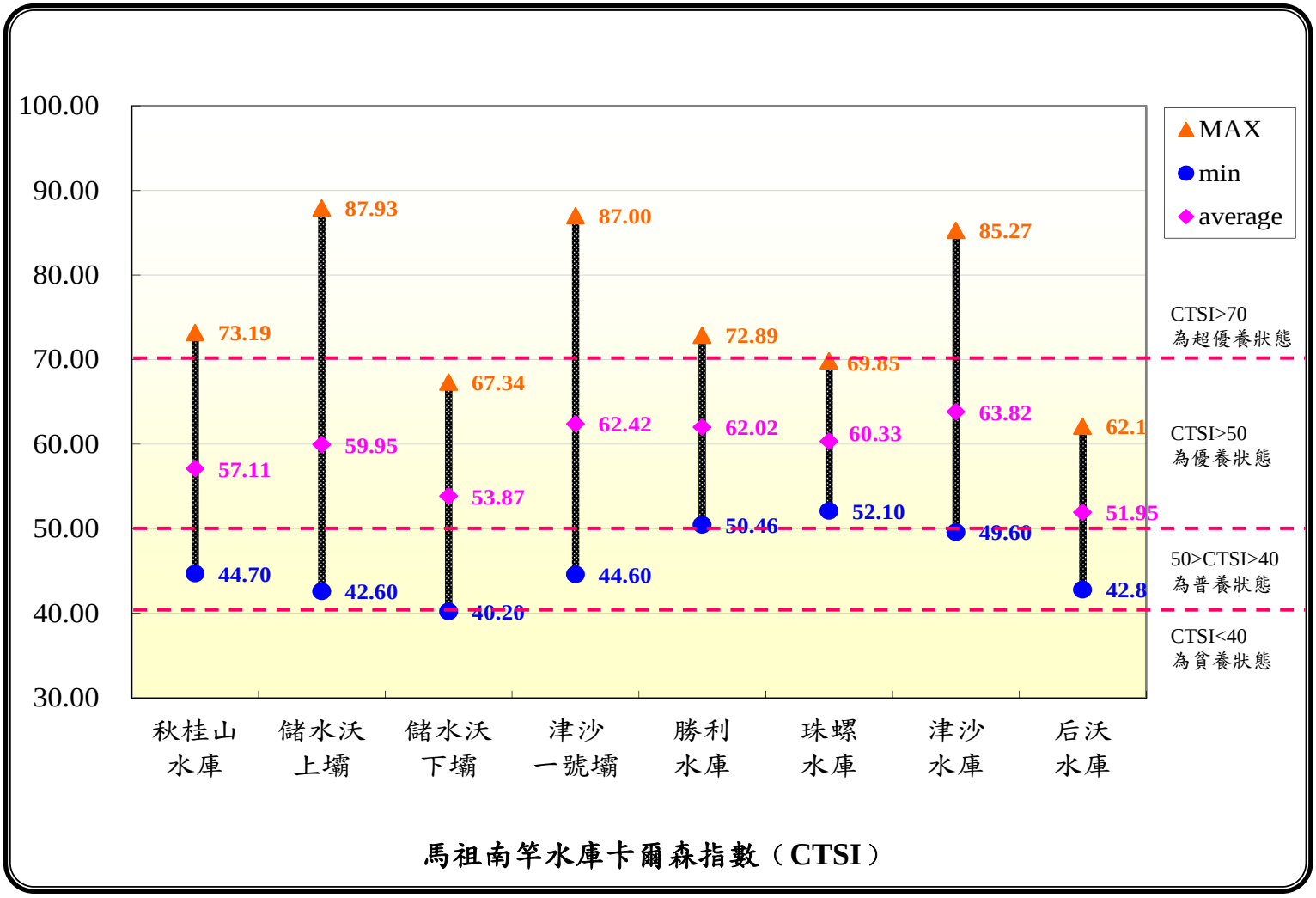
東引地區民國93~103年水庫水質檢驗一覽表

水庫名稱	採樣日期	採樣深度(m)	透明度(m)	水溫(℃)	酸鹼值	導電度(μmho/cm25℃)	溶氧(電極法)(mg/L)	化學需氧量(mg/L)25mg/L以下	濁度(NTU)	懸浮固體(mg/L)	總硬度(mg/L as $CaCO_3$)	總鹼度(mg/L as $CaCO_3$)	葉綠素a(μg/L)	總磷(ug/L)	正磷酸鹽(μg/L)	氨氮(mg/L)1mg/L以下	硝酸鹽氮(mg/L)	亞硝酸鹽氮(mg/L)	有機氮(mg/L)	總有機碳(mg/L)4mg/L以下	CTSI 50以上為優養化
紫沃	2007/5/24	0.5	0.9	27.6	8.8	823	8.7	11.4	5.2	8	91.5	42.5	14.2	36	7	0.04	<0.01	<0.001	--	2.89	57.98
	2007/1/30	0.5	0.7	13.9	8.4	838	11.9	14.1	6.5	9.1	99	38.2	45.8	42	<5	<0.02	0.76	0.009	--	2.06	63.73
	2006/11/22	0.5	0.7	20.3	7.4	862	8.3	5.8	14.3	21.8	101	39.9	22.8	47	6	0.06	0.55	0.006	0.36	2.3	61.99
	2006/8/16	0.5	1.2	32.2	8.7	824	9.1	5.4	3.5	4	93.1	40.7	3	23	<5	0.03	<0.01	0.002	0.47	3.39	49.39
	2006/5/22	0.5	0.3	23.4	9.6	831	12.8	26.3	13.1	12.3	101	39.5	47	100	40	0.38	1.04	0.031	0.72	5.85	71.97
	2006/2/20	0.5	0.6	15.7	8.2	708	8.6	16.5	8.5	8	176	133	23.1	52	17	0.12	0.43	0.009	0.56	5.72	63.24
	2005/11/7	0.5	0.6	20.9	7.6	843	8.4	12.7	6.6	9.4	96.1	52.3	11.7	46	12	0.18	0.27	0.006	0.18	2.32	60.43
	2005/8/1	0.5	1.3	33.1	8	999	7.9	14.4	10.8	6.3	113	42.9	3.3	26	19	0.18	0.24	0.007	0.19	2.32	49.91
	2005/5/17	0.5	1.1	27.8	7.3	725	11.1	12.4	19	10.8	82.4	39.1	42.8	80	<5	1.85	2.89	0.01	0.29	4.24	64.48
	2005/2/27	0.5	0.5	12.5	9.1	811	13.8	10.1	10	11.9	144	43.8	38.1	65	21	0.09	3.28	0.011	0.33	4	66.81
	2004/10/21	0.5	0.4	23.1	8.2	821	9.3	4.8	2.8	5.1	108	51.4	5.7	35	<25	0.08	0.91	0.052	0.62	--	58.67
	2004/8/19	0.5	0.5	29.4	7.6	768	9.5	30.3	18	16	179	131	32.7	65	<25	0.53	0.76	0.008	0.62	--	66.31
	2004/5/13	0.5	0.4	26.5	8.9	914	7.8	34.2	37	19	123	63.1	26.3	116	<25	0.8	<0.05	<0.001	2.34	--	69.43
	2004/2/12	0.5	0.4	17.3	6.8	824	7.1	26.5	5.3	<3	168	34	2.2	43	40	0.82	1.34	0.024	0.28	--	56.55

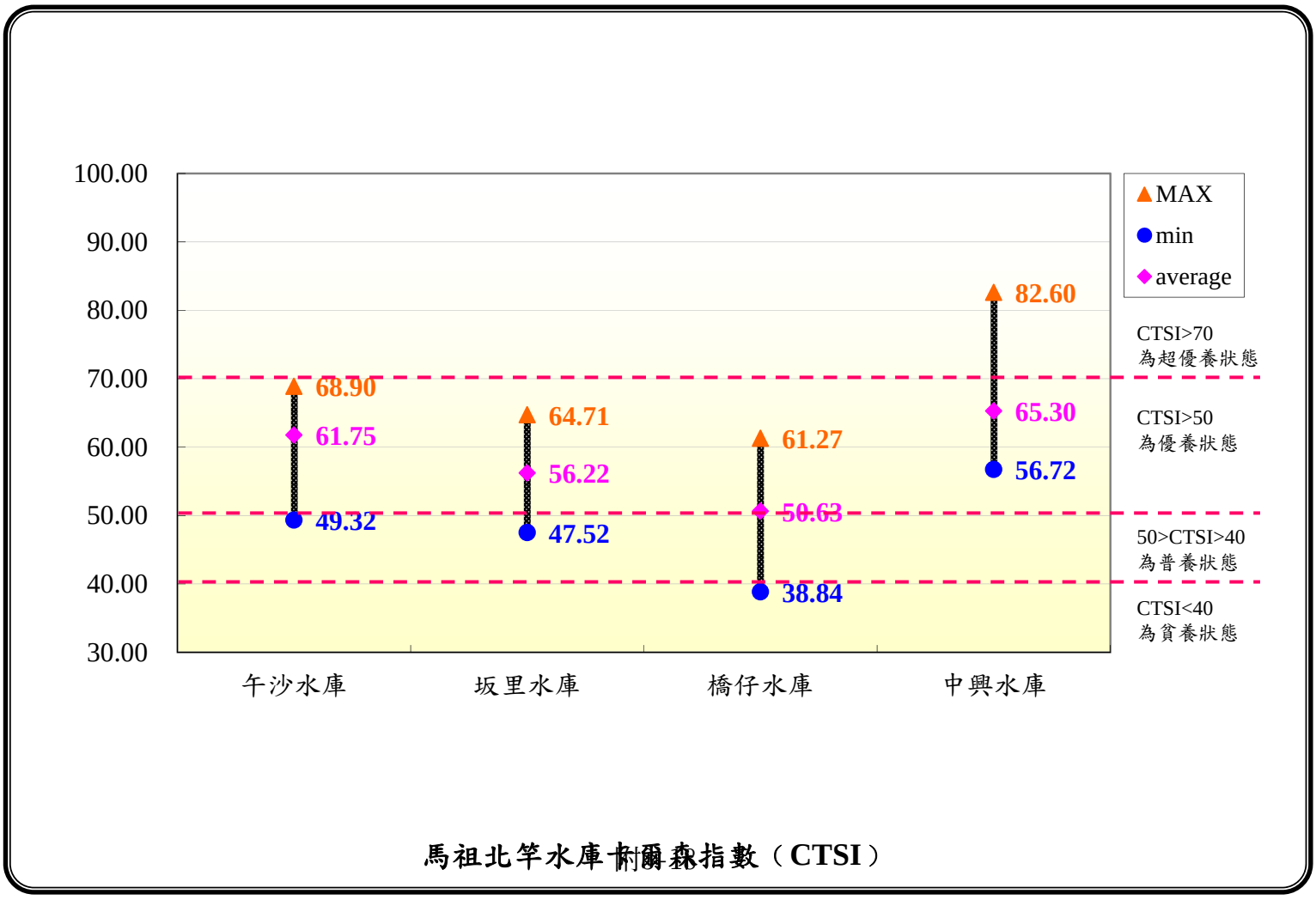
註1：'<'表該項測值小於方法偵測極限值

註2：檢驗項目不合格以陰影表示

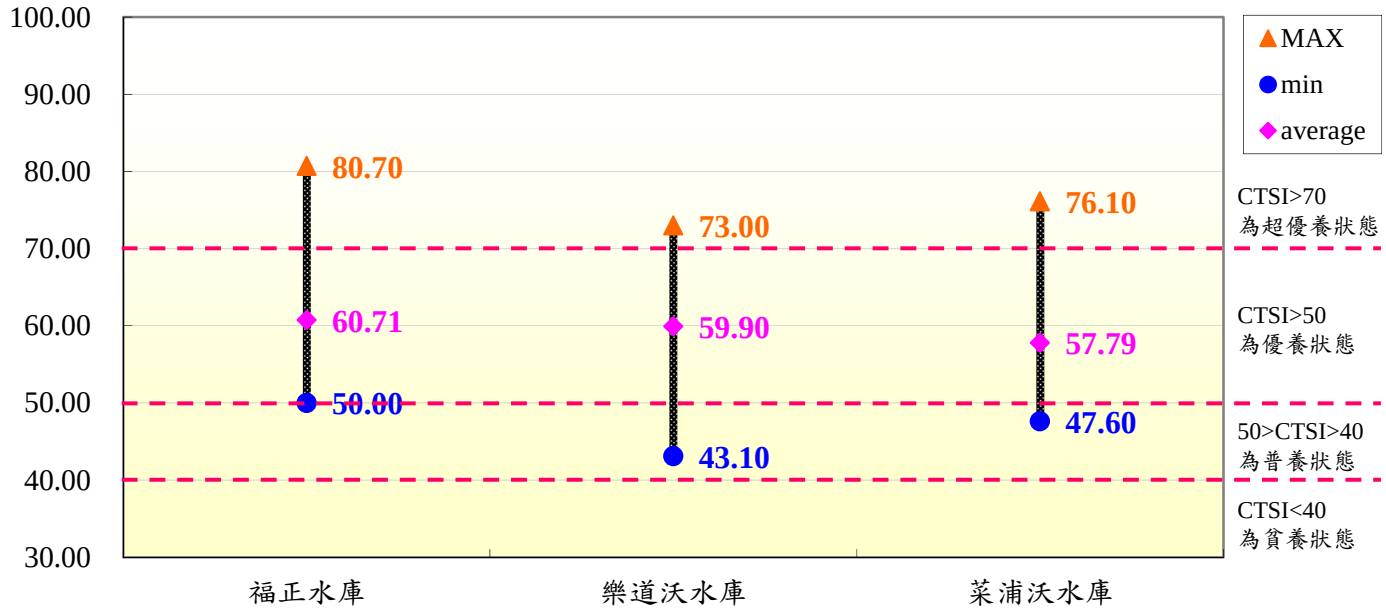
來源資料：行政院環境保護署



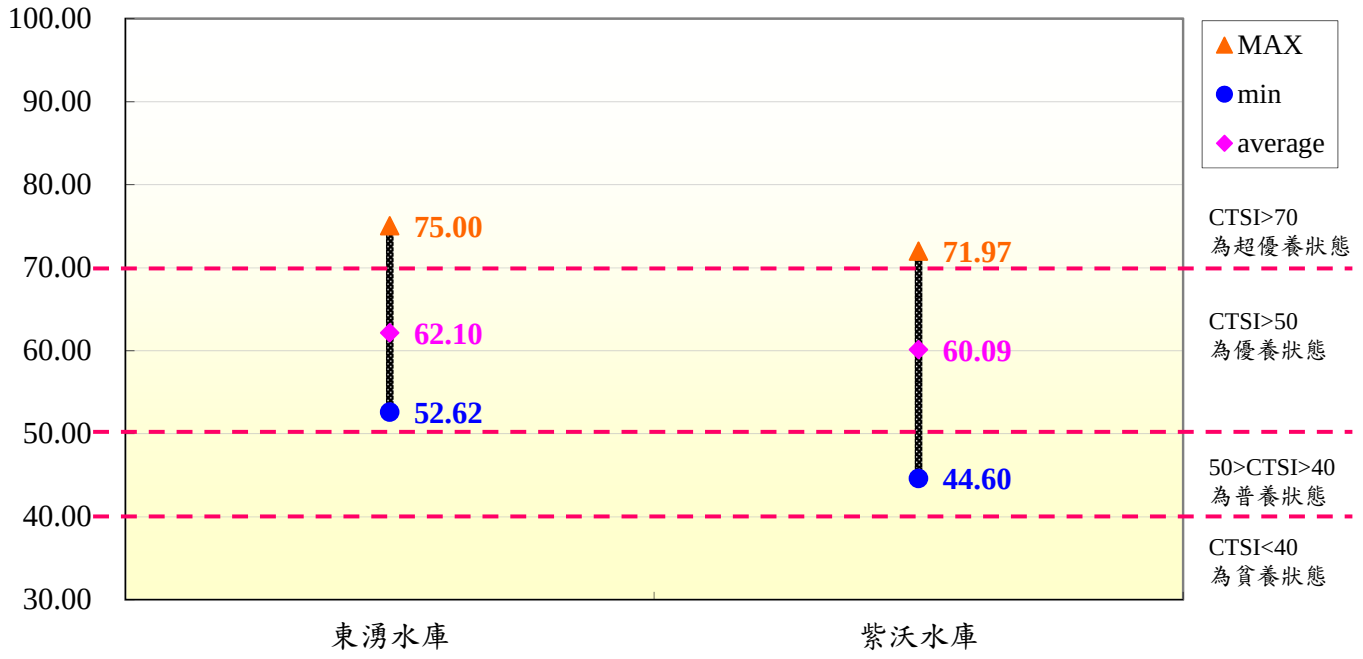
馬祖南竿水庫卡爾森指數（CTSI）



馬祖北竿水庫卡爾森指數（CTSI）



馬祖莒光水庫卡爾森指數（CTSI）

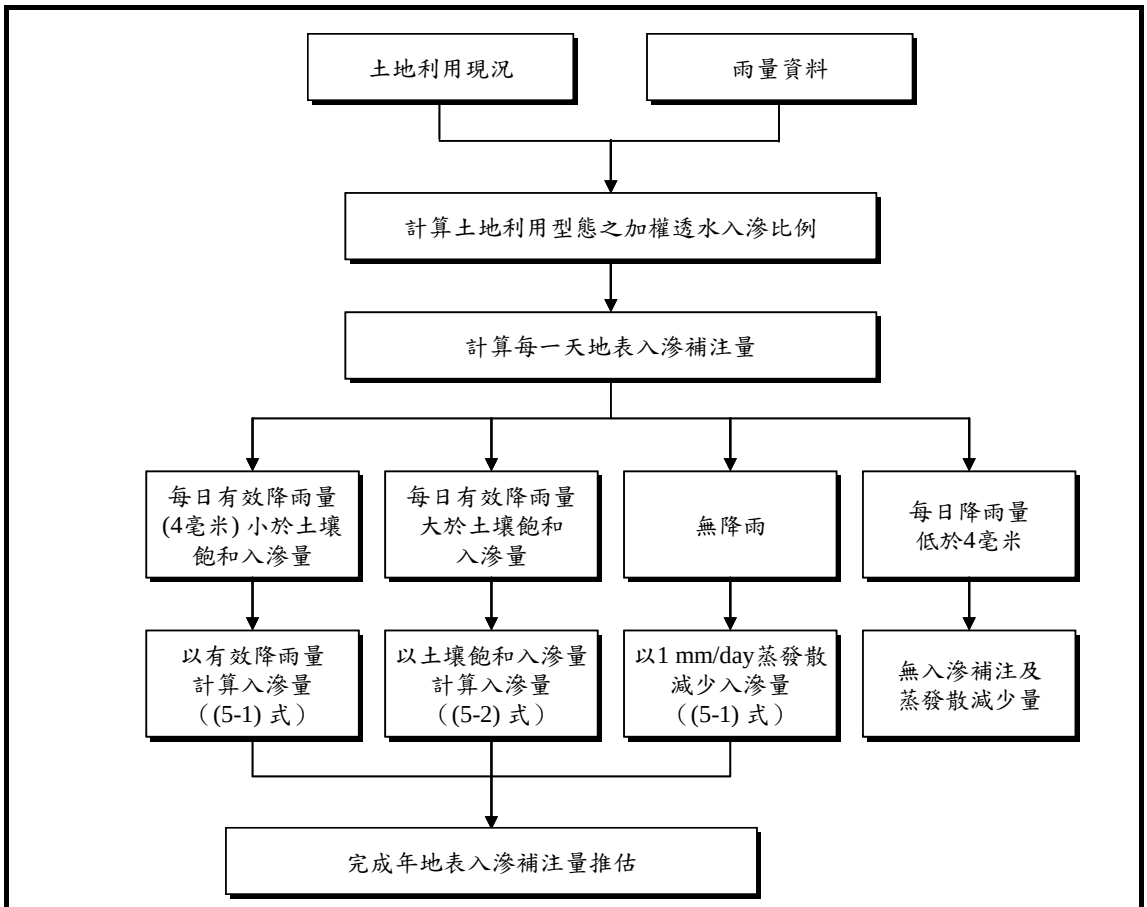


馬祖東引水庫卡爾森指數（CTSI）

附錄四　一維垂向入滲量推估法

一維垂向補注法

本計畫採用一維垂向補注法來推估馬祖地區之地下水補注量，利用下圖所示之推估流程，以土地利用、歷年雨量紀錄及現地飽和入滲率與降雨入滲係數經驗值等資料，進行地下水天然補注量估算工作。以下說明各項資料分析方式：



地表入滲補注量估計流程圖

(一) 土地利用

由於馬祖地區為軍事重地，缺乏詳細土地利用資料，且各澳口面積狹小難以利用衛星影像判讀其土地利用，因此本計畫參考馬祖地區地圖與現場踏勘經驗，簡單將

馬祖南竿地區各澳口區分不同比例之(1)住宅與道路、(2)農地與公園、(3)未開發森林等地區。

(二) 降雨入滲係數

一般而言，降雨至地表後，水份除形成地表逕流外，其他形式包括蒸發、窪蓄積水、植物吸收、入滲至含水層等。本計畫參考 Chow et al. (1988)分析地表利用特徵與逕流係數之關係（如報告中表 4-2 所示），估計窪蓄積水與植物吸收部分約佔降雨形成地面水之 5%，蒸發散併入地表入滲補注量計算。參考上述地表利用特徵與逕流係數之關係，馬祖地區地勢坡度大，多大於 7%，且降雨天數多且每日雨量不大，屬於陰雨降雨型態，因此以回歸週期 2 年，再扣去窪蓄積水與植物吸收部分，推估住宅與道路入滲係數為 0.2 (=1-0.75-0.05)、農地與公園植物（覆蓋面積少於 50％）入滲係數為 0.55 (=1-0.4-0.05)、未開發林地入滲係數為 0.6 (=1-0.35-0.05)。

(三) 土壤飽和入滲率

參考前期計畫在南竿現地入滲率試驗所獲得之觀測數據，計算各澳口土壤飽和入滲率。至於南竿其他仍未進行現地試驗的澳口，則將以完成入滲率試驗澳口之之平均值推估之。

(四) 雨量紀錄與有效降雨量

本計畫將根據中央氣象局馬祖地區雨量紀錄推估有效降雨量。下表為馬祖地區民國 102 年降雨量資料，由歷年平均年蒸發量約 1,020 毫米，每日蒸發量約 3 毫米，估計植物蒸散量約 1 毫米，因此當每日降雨量

大於 4 毫米即視為有效降雨。

若有效降雨量小於土壤飽和入滲量時，以有效降雨計算入滲量，如下式：

$$Q=0.001\times P\times A\times \alpha \qquad (5\text{-}1\ 式)$$

P：有效降雨量（毫米/天）

A：面積（平方公尺）

α：土地利用型態之透水入滲比例

若有效降雨量大於土壤飽和入滲量時，以土壤飽和入滲量計算入滲量，如下式：

$$Q=0.001\times \varphi \times A\times \alpha \qquad (5\text{-}2\ 式)$$

φ：土壤飽和入滲率（毫米/天）

A：面積（平方公尺）

α：土地利用型態之透水入滲比例

但每日降雨量低於 4 毫米時，不計算地表入滲量，每日無降雨量時，仍維持每日 1 毫米蒸發散量。

最後，由於有效降雨均小於土壤飽和入滲率，故應用(5-1 式)將有效雨量乘以集水區面積及降雨入滲比例，得地下水的年入滲量，並轉換為每日入滲量，計算 102 年南竿、北竿、東莒、西莒及東引之年入滲量分別為 44（4%）、29（3%）、9（3%）、8（2%）、18（4%）萬立方公尺。

民國 102 年馬祖地區降雨量紀錄表

月份 / 日期	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月
1	-	-	3.4	8.5	8.5	-	-	-	-	-	0.2	-
2	T	1.0	0.5	-	-	17.0	-	T	-	-	0.5	-
3	0.5	4.0	-	3.5	-	6.0	-	-	-	-	14.2	-
4	T	-	-	1.5	5.0	17.5	-	-	-	-	3.0	-
5	0.5	25.0	-	17.0	16.0	T	-	-	-	-	-	-
6	-	-	-	11.5	2.5	-	-	T	-	T	T	-
7	T	5.5	-	-	2.1	0.1	-	-	-	-	-	-
8	0.5	3.0	-	0.5	-	10.5	-	-	-	-	-	-
9	-	T	-	-	T	-	-	-	-	-	-	9.5
10	-	1.2	-	1.0	24.0	10.5	-	-	-	-	0.6	-
11	-	2.0	-	0.6	3.5	19.0	-	-	-	-	18.5	-
12	0.5	T	-	-	-	84.5	-	-	-	-	11.5	-
13	0.5	-	14.0	-	-	2.5	24.5	-	-	-	6.0	0.5
14	-	-	-	0.1	-	1.0	3.0	-	13.5	-	-	0.4
15	-	T	-	-	15.0	T	-	-	1.5	-	-	35.0
16	-	T	-	-	13.0	-	-	-	-	-	-	28.5
17	0.2	-	0.1	T	-	-	-	-	-	-	-	34.2
18	-	-	0.1	30.5	7.5	-	-	-	2.5	-	-	-
19	-	1.5	3.0	6.5	10.0	-	12.6	0.7	2.5	-	-	-
20	-	-	7.0	0.3	44.5	-	T	T	1.0	-	-	-
21	-	-	-	1.0	3.0	T	4.0	95.5	1.3	-	-	-
22	0.3	0.1	-	-	21.0	-	T	40.8	0.5	-	-	-
23	-	-	-	-	2.0	-	-	0.4	0.2	-	-	0.4
24	-	-	8.0	7.5	0.5	T	-	-	T	-	17.5	-
25	-	-	-	0.5	-	-	-	-	-	-	-	-
26	-	0.5	64.7	-	-	T	-	-	-	-	-	0.5
27	-	6.0	0.5	-	-	-	-	-	-	-	T	-
28	-	-	3.7	T	-	-	-	-	-	-	-	-
29	-		2.5	-	1.5	-	-	0.5	-	-	-	-
30	-		5.0	29.5	0.2	-	-	0.5	-	3.2	-	-
31	-		0.5		2.5		-	7.0		-		-
總和值	3.0	49.8	113.0	120.0	182.3	168.6	44.1	145.4	23.0	3.2	72.0	109.0

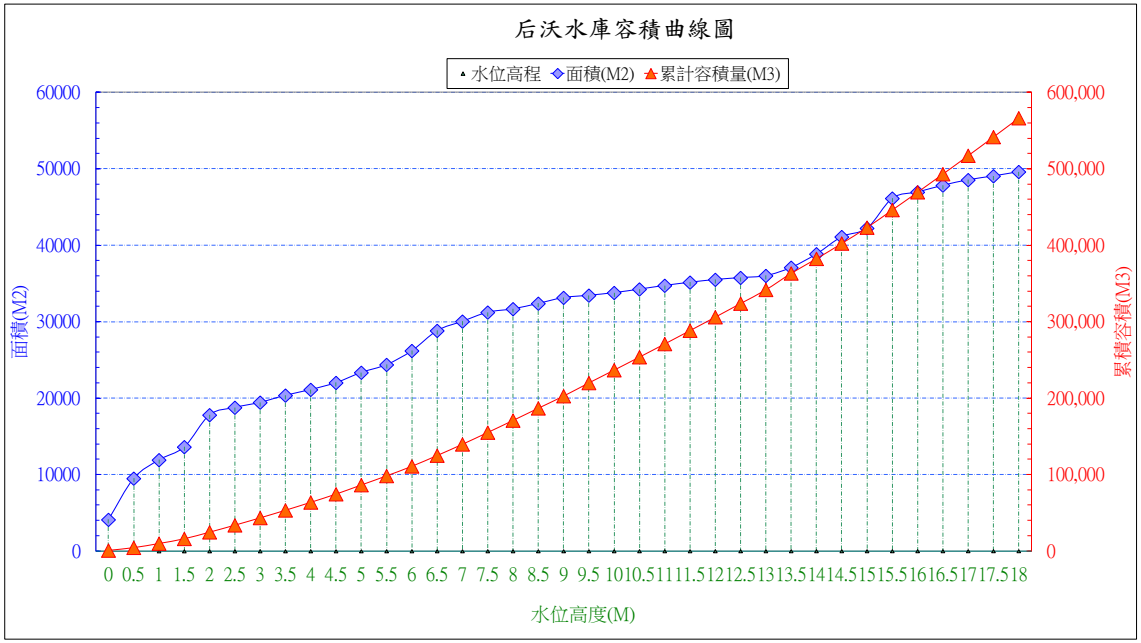
註：

1. "-" 表示雨量為 0。
2. "T" 表示雨跡，降水量小於 0.1mm。
3. "X" 表無記錄值或儀器故障。

附錄五　馬祖地區各水庫 H-A-V 資料

后沃水庫 HAV

水位高程	面積(M2)	容積(M3)	累計容積(M3)
0	4,112	0	952
0.5	9,504	3,595	4,547
1	11,923	5,445	9,992
1.5	13,627	6,204	16,196
2	17,809	8,621	24,817
2.5	18,781	9,156	33,973
3	19,449	9,558	43,531
3.5	20,372	9,942	53,473
4	21,122	10,382	63,855
4.5	22,028	10,790	74,645
5	23,360	11,909	86,554
5.5	24,387	11,938	98,492
6	26,207	12,558	111,050
6.5	28,838	14,091	125,141
7	30,054	14,697	139,838
7.5	31,237	15,441	155,279
8	31,679	15,734	171,013
8.5	32,397	16,002	187,015
9	33,156	15,906	202,921
9.5	33,454	17,207	220,128
10	33,799	16,788	236,916
10.5	34,260	17,015	253,931
11	34,743	17,227	271,158
11.5	35,157	17,459	288,617
12	35,518	17,644	306,261
12.5	35,766	17,805	324,066
13	36,028	17,948	342,014
13.5	37,106	21,530	363,544
14	38,873	19,066	382,610
14.5	41,119	20,048	402,658
15	42,245	20,831	423,489
15.5	46,155	22,986	446,475
16	46,970	23,249	469,724
16.5	47,849	23,707	493,431
17	48,566	24,117	517,548
17.5	49,070	24,414	541,962
18	49,627	24,675	566,637

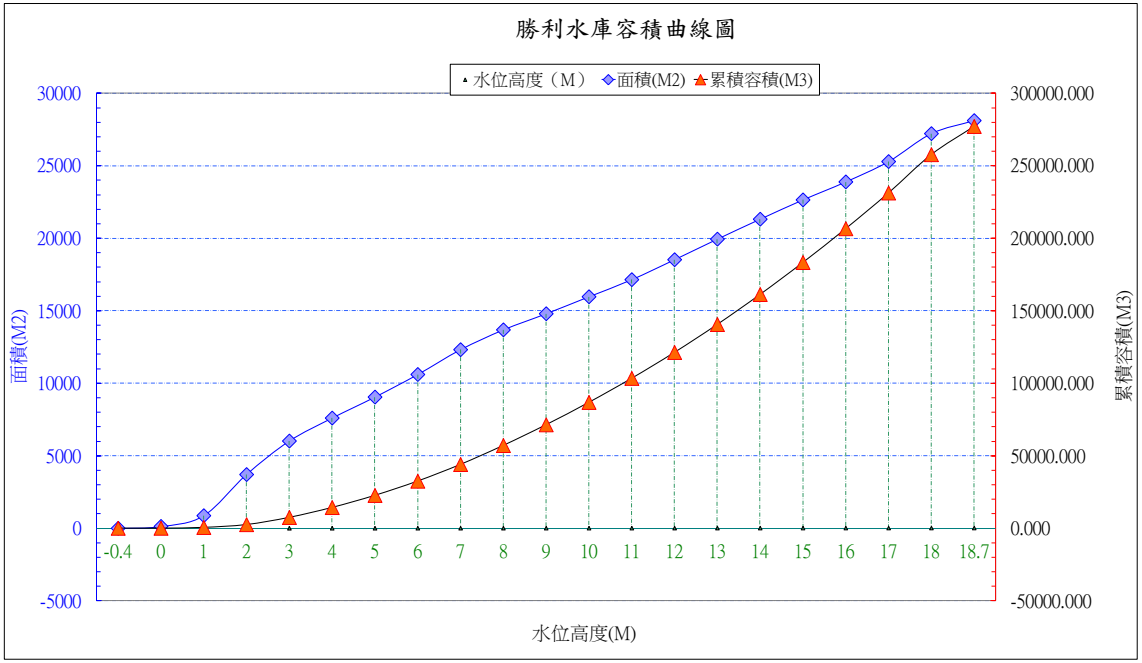


后沃水庫 HAV 資料

附 5-2

勝利水庫 HAV

水位高度（M）	面積(M2)	容積(M3)	累積容積(M3)
-0.4	0.256	0.007	0.007
0	127.464	8.347	14.093
1	869.442	81.948	539.616
2	3706.635	349.846	2487.967
3	6018.318	592.512	7440.812
4	7602.860	754.872	14287.429
5	9050.242	900.297	22632.111
6	10607.965	1055.354	32478.081
7	12319.147	1226.974	43974.252
8	13686.481	1366.676	57066.120
9	14798.582	1478.371	71346.162
10	15971.098	1595.762	86775.831
11	17149.300	1713.555	103374.731
12	18525.316	1850.646	121251.880
13	19944.255	1992.359	140532.260
14	21318.903	2130.825	161231.020
15	22650.304	2264.805	183282.090
16	23891.577	2389.192	206611.387
17	25294.404	2527.136	231246.203
18	27221.454	2722.450733	257692.5862
18.7	28119.971	2814.487206	277126.5565

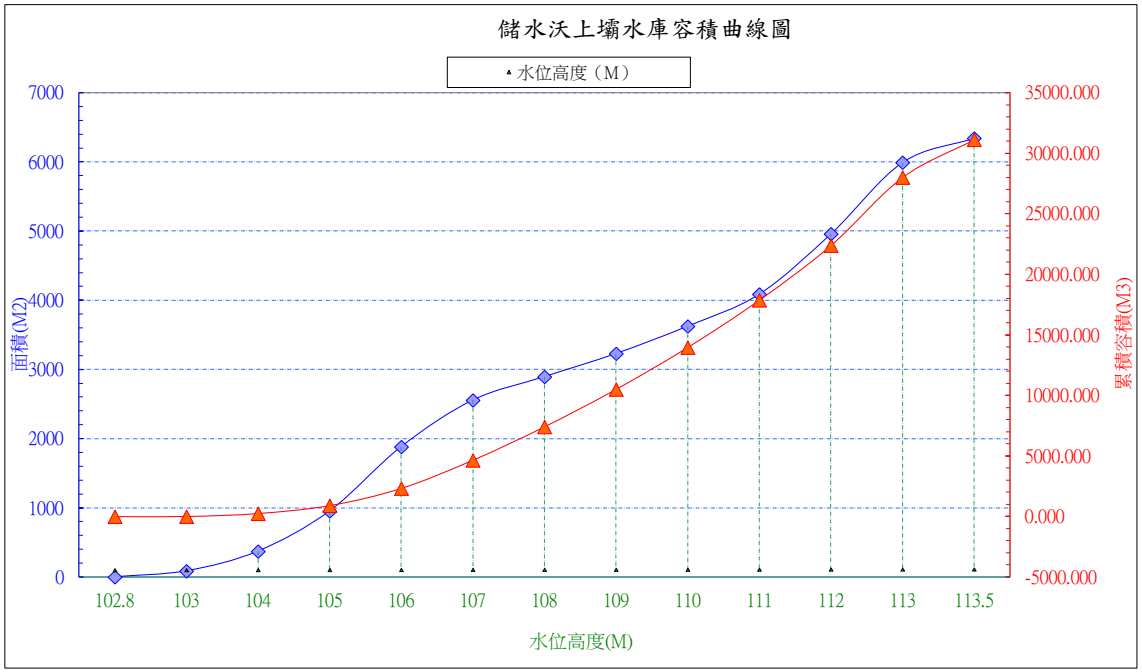


勝利水庫 HAV 資料

儲水沃上壩水庫

HAV

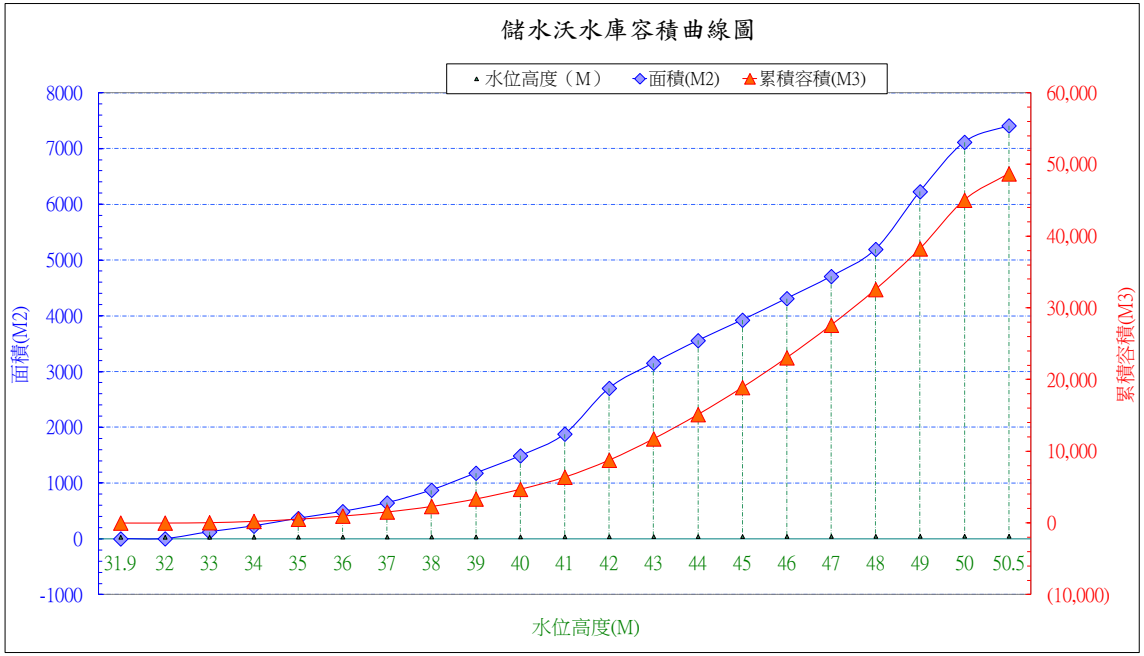
水位高程	面積(M2)	容積量(M3)	累計容積量(M3)
102.8	0.060	0.672	0.002
103	87.027	11.254	5.723
104	371.478	40.232	249.808
105	951.875	100.726	904.026
106	1882.194	196.713	2323.775
107	2555.827	260.555	4648.619
108	2894.926	294.602	7410.993
109	3229.735	328.467	10506.910
110	3625.127	369.627	13968.577
111	4088.341	374.136	17873.259
112	4959.322	418.221	22388.063
113	5992.272	512.324	28007.554
113.5	6342.613	610.357	31130.508



儲水沃上壩 HAV 資料

儲水沃水庫 HAV

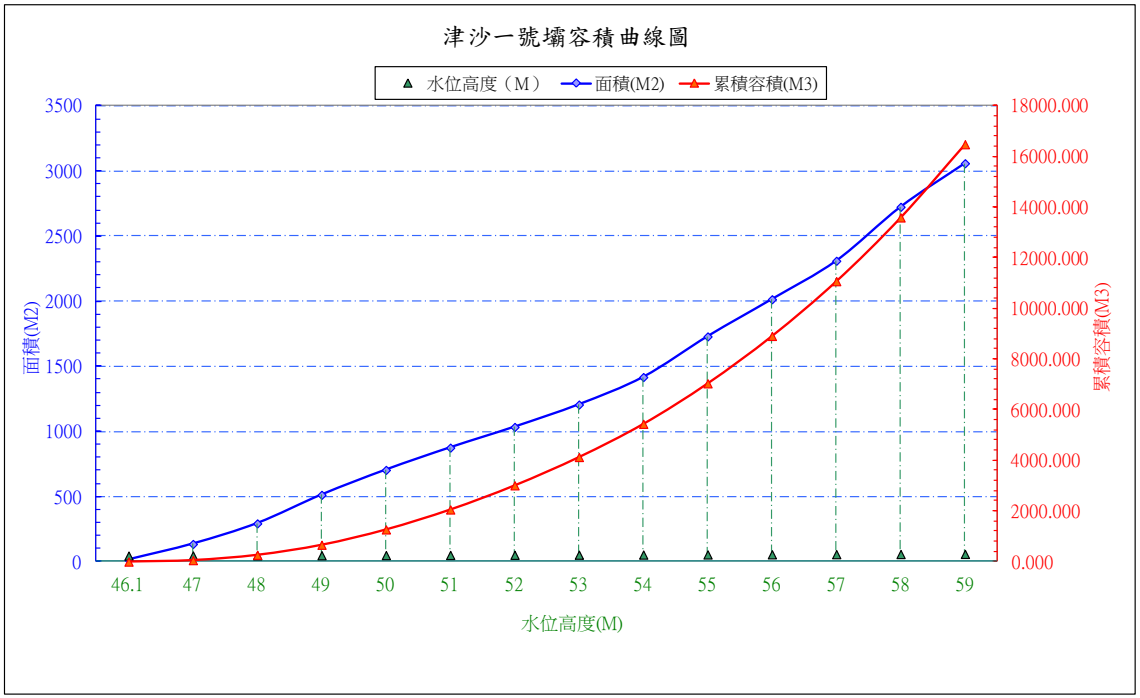
水位高程	面積(M2)	容積(M3)	累計容積(M3)
31.9	0.255	0.006	0.006
32	1.932	0.097	0.103
33	124.730	11.868	50.110
34	229.229	22.679	230.952
35	366.966	36.697	536.309
36	490.238	48.990	967.763
37	645.498	64.455	1541.582
38	874.226	87.489	2306.302
39	1179.017	118.884	3353.974
40	1489.523	149.658	4705.013
41	1879.832	186.847	6395.385
42	2700.943	269.760	8760.992
43	3151.907	316.437	11736.778
44	3556.126	357.043	15126.058
45	3923.496	393.950	18899.408
46	4309.800	432.541	23048.054
47	4706.435	472.397	27591.407
48	5192.574	520.466	32566.522
49	6227.104	618.920	38244.106
50	7113.652	714.279	45030.286
50.5	7409.189	746.978	48705.696



儲水沃水庫 HAV 資料

津沙一號水庫 HAV

水位高程	面積(M2)	容積(M3)	累計容積(M3)
46.1	13.535	0.451	0.451
47	135.348	57.505	57.956
48	293.202	209.253	267.209
49	512.606	397.830	665.039
50	704.080	605.817	1270.855
51	875.115	788.049	2058.905
52	1034.042	953.474	3012.378
53	1206.148	1118.991	4131.370
54	1417.164	1310.239	5441.609
55	1729.411	171.377	7041.850
56	2015.046	200.075	8914.060
57	2310.197	229.542	11076.664
58	2724.701	270.395	13594.085
59	3059.589	304.283	16486.213

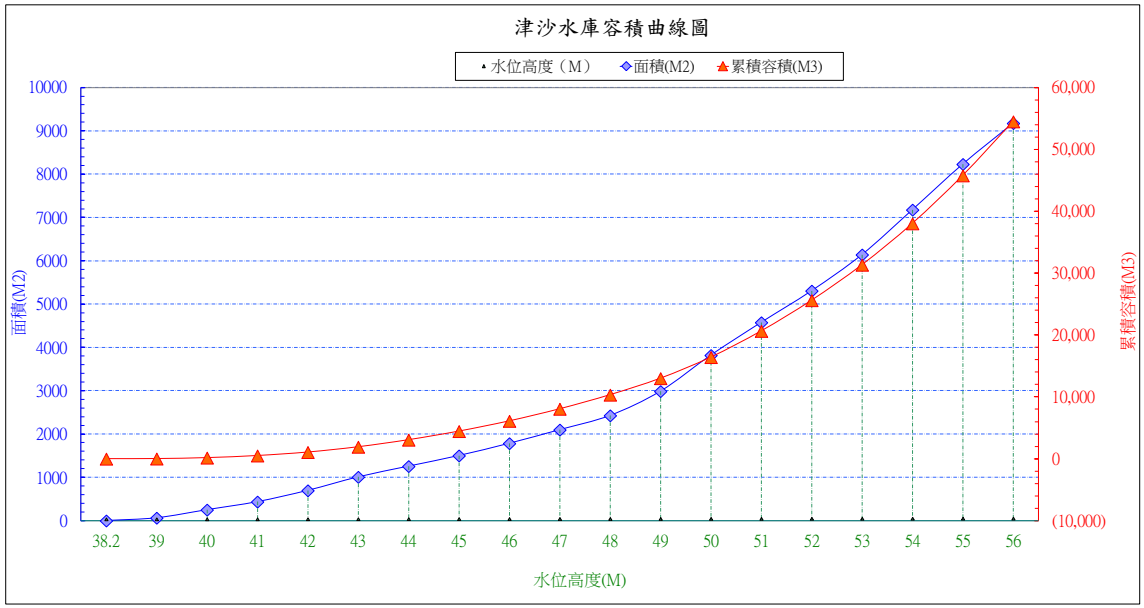


津沙一號水庫 HAV 資料

附 5-5

津沙水庫 HAV

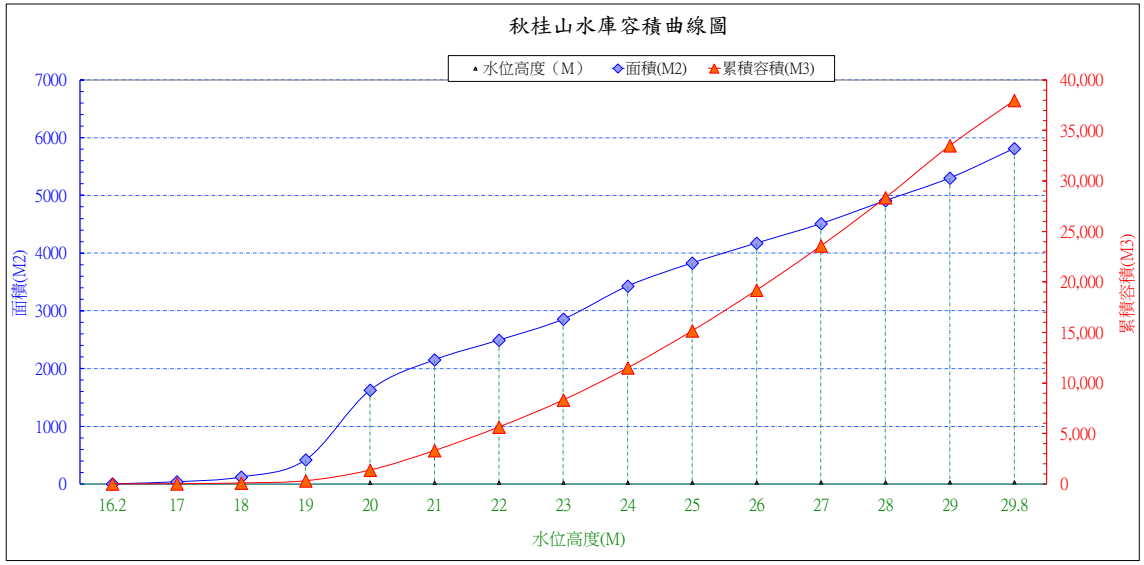
水位高程	面積(M2)	容積(M3)	累計容積(M3)
38.2	0.000	0.000	0.000
39	64.053	7.356	15.335
40	250.847	26.049	167.376
41	436.539	44.643	507.771
42	697.369	71.291	1068.361
43	1008.161	102.209	1923.646
44	1256.464	127.852	3064.479
45	1501.903	152.732	4455.442
46	1784.652	181.181	6109.263
47	2098.514	212.907	8061.264
48	2427.835	246.059	10338.027
49	2987.507	304.852	13005.608
50	3820.091	388.723	16414.346
51	4576.765	463.404	20647.609
52	5306.741	536.718	25609.532
53	6141.578	621.597	31338.242
54	7177.540	725.906	38024.390
55	8231.077	830.683	45776.842
56	9176.082	925.889	54505.178



津沙水庫 HAV 資料

秋桂山水庫 HAV

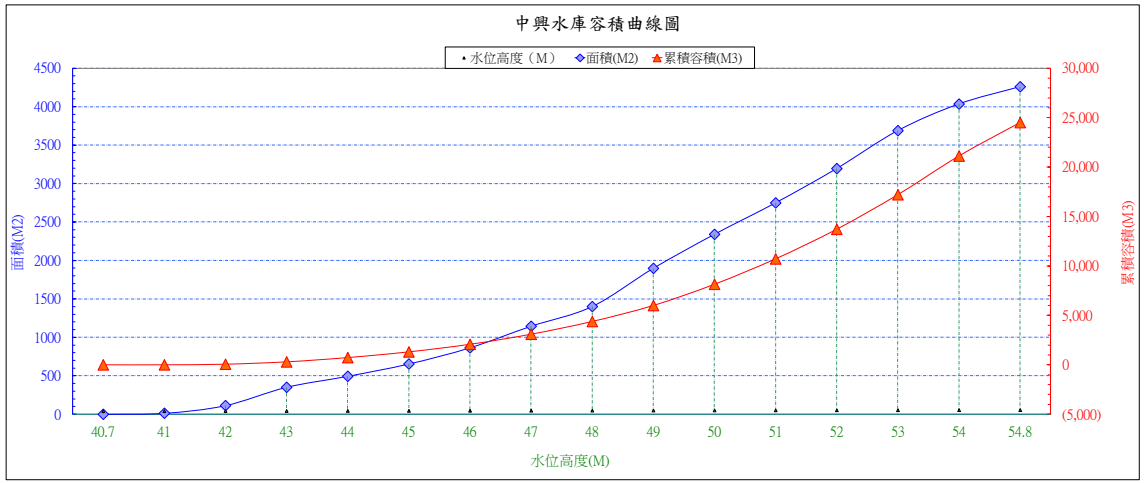
水位高程	面積(M2)	容積(M3)	累計容積(M3)
16.2	0.203	0.003	0.003
17	36.435	3.309	11.476
18	118.338	11.289	85.587
19	417.405	35.557	306.475
20	1624.526	158.008	1363.331
21	2149.476	213.267	3298.992
22	2490.605	248.541	5627.034
23	2855.632	285.936	8310.196
24	3427.115	343.356	11490.063
25	3826.440	383.976	15155.496
26	4171.228	418.969	19187.298
27	4508.390	453.205	23564.516
28	4907.207	494.152	28337.106
29	5298.375	533.174	33484.079
29.8	5810.245	584.249	37961.954



秋桂山水庫 HAV 資料

中興水庫 HAV

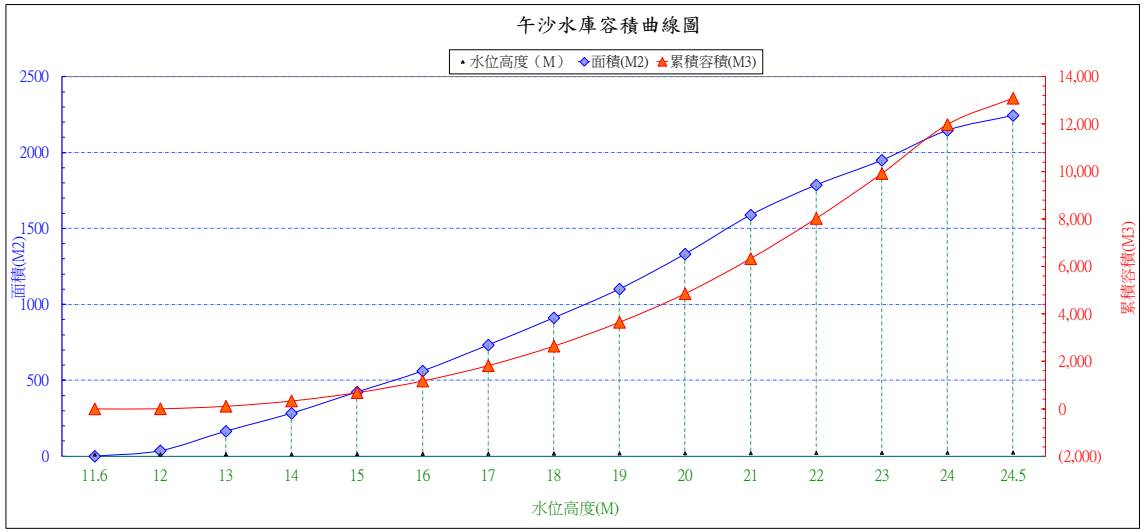
水位高程	面積(M2)	容積(M3)	累計容積(M3)
40.7	0.071	0.001	0.001
41	13.619	0.941	1.333
42	112.850	10.467	60.339
43	350.963	33.926	298.921
44	494.262	49.248	731.166
45	654.094	65.307	1308.416
46	864.162	85.898	2072.877
47	1144.850	114.338	3093.051
48	1400.890	140.205	4381.828
49	1897.780	187.660	5999.115
50	2340.041	233.670	8143.997
51	2749.305	275.322	10715.023
52	3195.394	319.899	13709.361
53	3688.490	371.417	17206.067
54	4034.660	407.342	21120.367
54.8	4259.623	432.527	24504.952



中興水庫 HAV 資料

午沙水庫 HAV

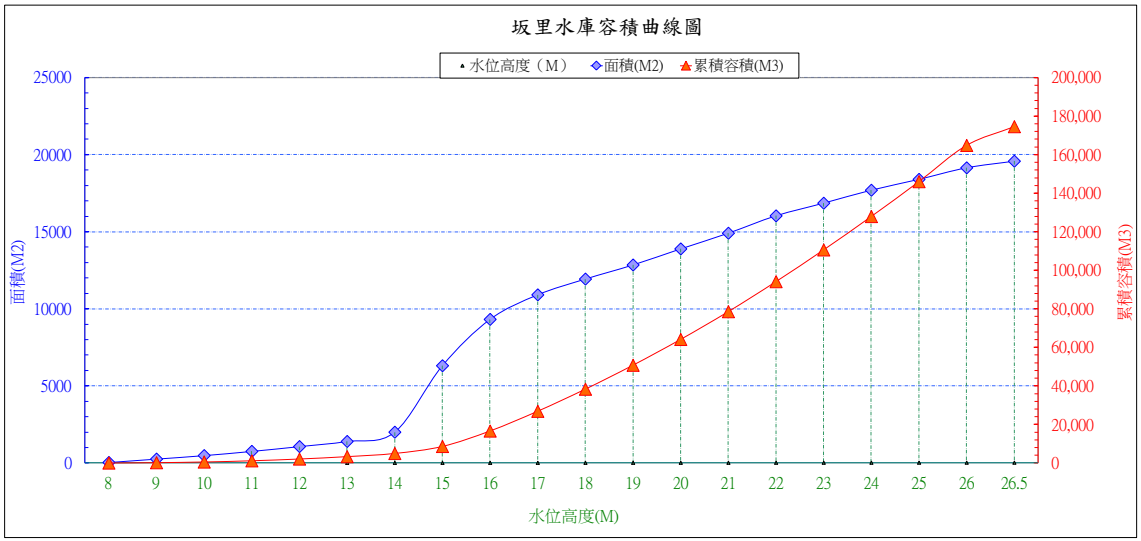
水位高程	面積(M2)	容積(M3)	累計容積(M3)
11.6	0.001	0.000	0.000
12	36.188	2.629	4.514
13	164.635	15.902	109.122
14	282.883	27.661	331.624
15	422.550	41.484	682.256
16	561.543	55.395	1173.946
17	732.539	72.417	1820.733
18	911.693	90.280	2641.911
19	1101.066	109.195	3647.374
20	1331.410	131.856	4851.017
21	1588.273	158.967	6329.995
22	1786.157	178.759	8023.683
23	1949.104	195.891	9914.682
24	2145.963	215.654	11980.336
24.5	2243.962	225.594	13088.767



午沙水庫 HAV 資料

坂里水庫 HAV

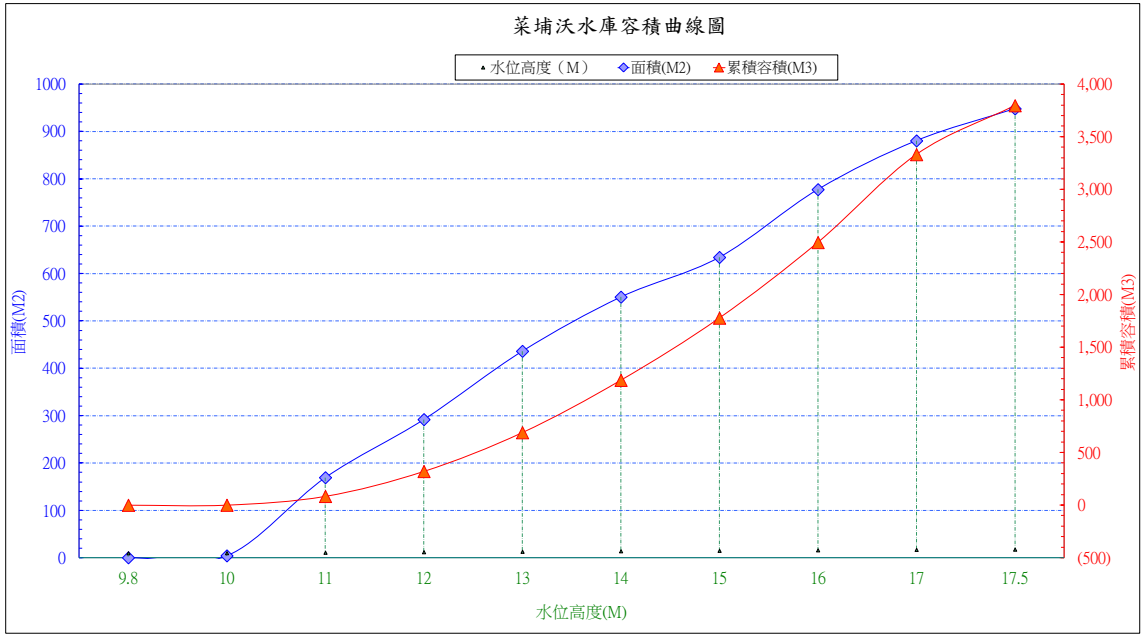
水位高程	面積(M2)	容積(M3)	累計容積(M3)
8	37.617	0.544	0.544
9	259.139	25.015	168.838
10	484.665	46.552	524.777
11	757.969	74.668	1148.270
12	1068.797	106.066	2070.604
13	1400.273	138.298	3302.691
14	2002.169	193.484	4950.881
15	6310.948	603.627	8592.758
16	9317.707	920.376	16604.018
17	10909.917	1086.934	26853.444
18	11933.537	1189.976	38313.896
19	12846.552	1282.686	50737.827
20	13888.824	1385.158	64129.426
21	14907.623	1486.182	78534.828
22	16033.502	1603.245	94107.447
23	16854.872	1685.470	110582.935
24	17696.181	1769.886	127903.787
25	18398.108	1840.198	146000.556
26	19147.204	1915.210	164822.657
26.5	19578.232	1958.869	174534.500



坂里水庫 HAV 資料

菜埔沃水庫 HAV

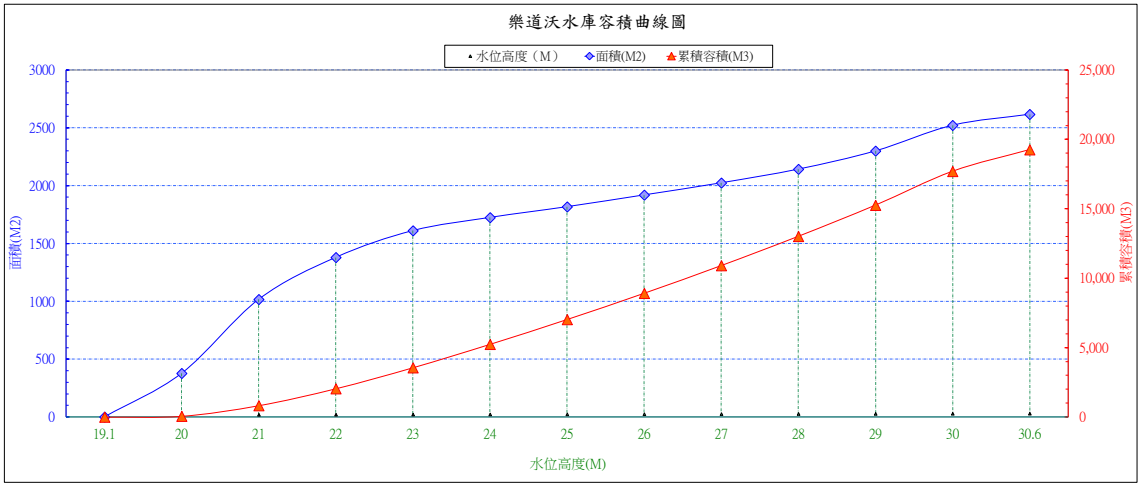
水位高程	面積(M2)	容積(M3)	累計容積(M3)
9.8	0.194	0.002	0.002
10	4.245	0.281	0.355
11	169.272	16.297	83.745
12	291.915	28.905	320.653
13	436.095	43.183	689.229
14	550.419	54.754	1186.809
15	634.275	62.925	1777.804
16	777.418	77.726	2495.835
17	880.391	88.952	3331.069
17.5	947.930	95.965	3795.887



菜埔沃水庫 HAV 資料

樂道沃水庫 HAV

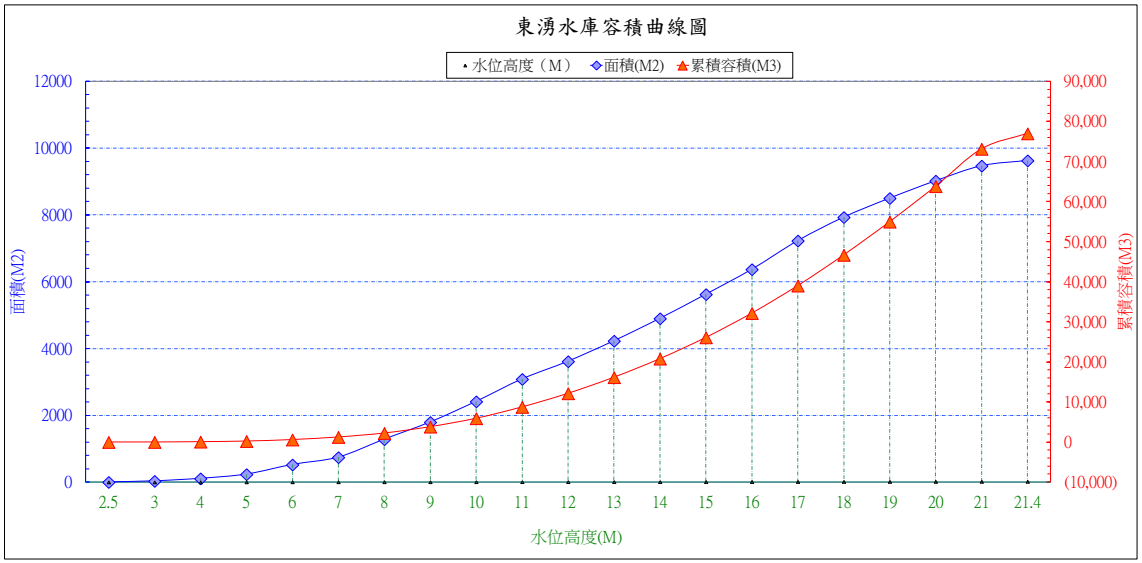
水位高程	面積(M2)	容積(M3)	累計容積(M3)
0	4,112	0	952
0.5	9,504	3,595	4,547
1	11,923	5,445	9,992
1.5	13,627	6,204	16,196
2	17,809	8,621	24,817
2.5	18,781	9,156	33,973
3	19,449	9,558	43,531
3.5	20,372	9,942	53,473
4	21,122	10,382	63,855
4.5	22,028	10,790	74,645
5	23,360	11,909	86,554
5.5	24,387	11,938	98,492
6	26,207	12,558	111,050
6.5	28,838	14,091	125,141
7	30,054	14,697	139,838
7.5	31,237	15,441	155,279
8	31,679	15,734	171,013
8.5	32,397	16,002	187,015
9	33,156	15,906	202,921
9.5	33,454	17,207	220,128
10	33,799	16,788	236,916
10.5	34,260	17,015	253,931
11	34,743	17,227	271,158
11.5	35,157	17,459	288,617
12	35,518	17,644	306,261
12.5	35,766	17,805	324,066
13	36,028	17,948	342,014
13.5	37,106	21,530	363,544
14	38,873	19,066	382,610
14.5	41,119	20,048	402,658
15	42,245	20,831	423,489
15.5	46,155	22,986	446,475



樂道沃水庫 HAV 資料

東湧水庫 HAV

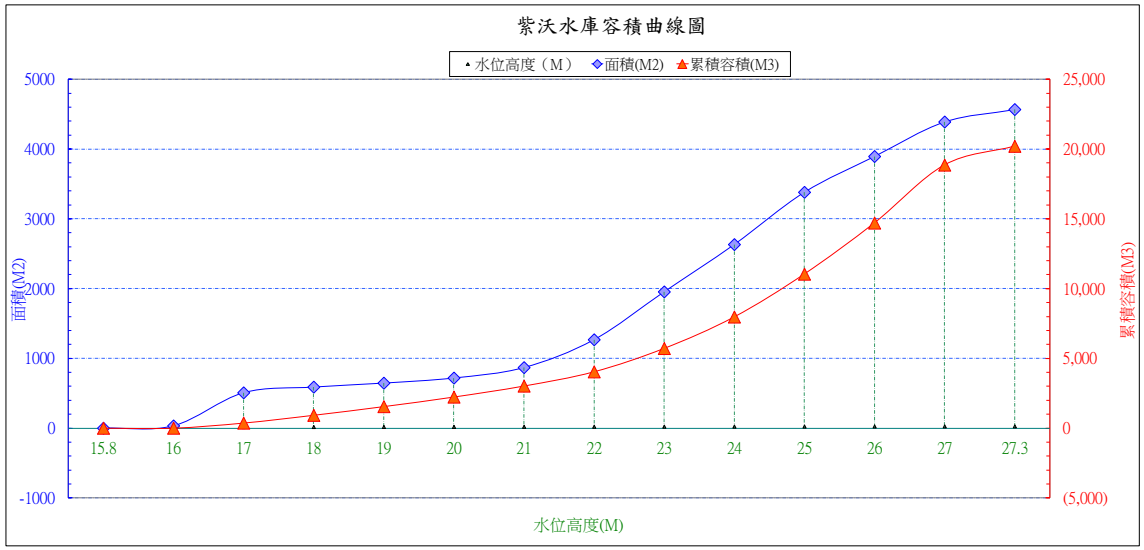
水位高程	面積(M2)	容積(M3)	累計容積(M3)
2.5	1.163	0.028	0.028
3	32.425	2.640	6.140
4	108.311	10.493	77.323
5	234.913	22.166	235.168
6	523.053	50.757	608.060
7	743.797	73.786	1253.612
8	1280.657	127.180	2238.449
9	1797.155	180.900	3824.010
10	2415.290	241.393	5919.809
11	3086.097	310.788	8756.160
12	3617.399	363.349	12147.772
13	4230.664	426.083	16166.620
14	4902.555	492.792	20791.753
15	5625.901	564.663	26104.083
16	6373.343	639.990	32170.210
17	7230.550	724.116	39019.677
18	7934.536	797.073	46687.855
19	8504.194	854.611	54982.619
20	9023.768	907.069	63823.585
21	9474.063	953.049	73151.436
21.4	9631.876	969.686	77005.676



東湧水庫 HAV 資料

紫沃水庫 HAV

水位高程	面積(M2)	容積(M3)	累計容積(M3)
15.8	0.026	0.000	0.000
16	33.188	2.051	2.265
17	507.296	50.470	366.931
18	589.116	59.099	924.751
19	645.927	64.786	1546.855
20	718.840	71.985	2231.403
21	868.504	86.663	3019.438
22	1267.617	122.718	4038.961
23	1953.623	193.975	5713.542
24	2631.669	257.552	7968.491
25	3380.447	336.627	11039.660
26	3893.866	388.565	14700.808
27	4388.683	437.794	18855.489
27.3	4566.846	455.243	20203.162



紫沃水庫 HAV 資料

附錄六　馬祖地區水資源設施現勘紀錄

馬祖地區水資源設施現勘(一)

時間：103/7/28（一）～7/29（二）會勘地點：南竿鄉

人員：連江縣政府/曹爾豪
連江縣自來水廠/王世昌
象騰公司/宮天民、陳柏廷

會勘照片：

<table>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
</table>

















會勘紀錄：

(1) 勝利水庫：

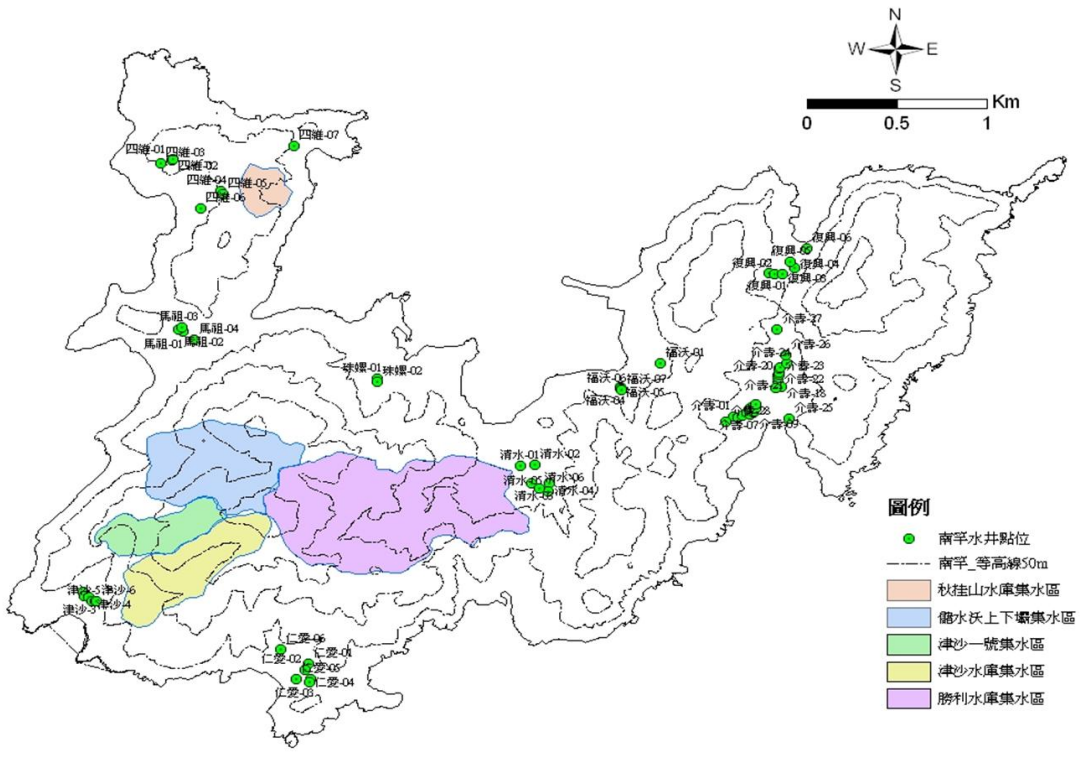
南竿鄉勝利水庫於 101 年進行湖庫浚渫（底泥挖除）後，水質明顯改善，但今年度現調得知，似乎又有污染情況產生。

(2) 津沙一號水庫：

南竿鄉津沙一號水庫之聯絡道路已修繕，為混凝土鋪面，狀況良好，水庫中藻類較多。

(3) 后沃水庫：

南竿鄉后沃水庫水質目前有鹽化現象,目前水庫水幾乎無法使用，僅提供部分水源給南竿一、二期海淡廠使用。



南竿水井分布點位圖

馬祖地區水資源設施現勘(二)

時間：103/8/13（一）～8/14（二）會勘地點：莒光鄉

人員：連江縣自來水廠/陳志國、鄭錦隆、曹祥中
　　象騰公司/黃彥禎、陳柏廷

會勘照片：





























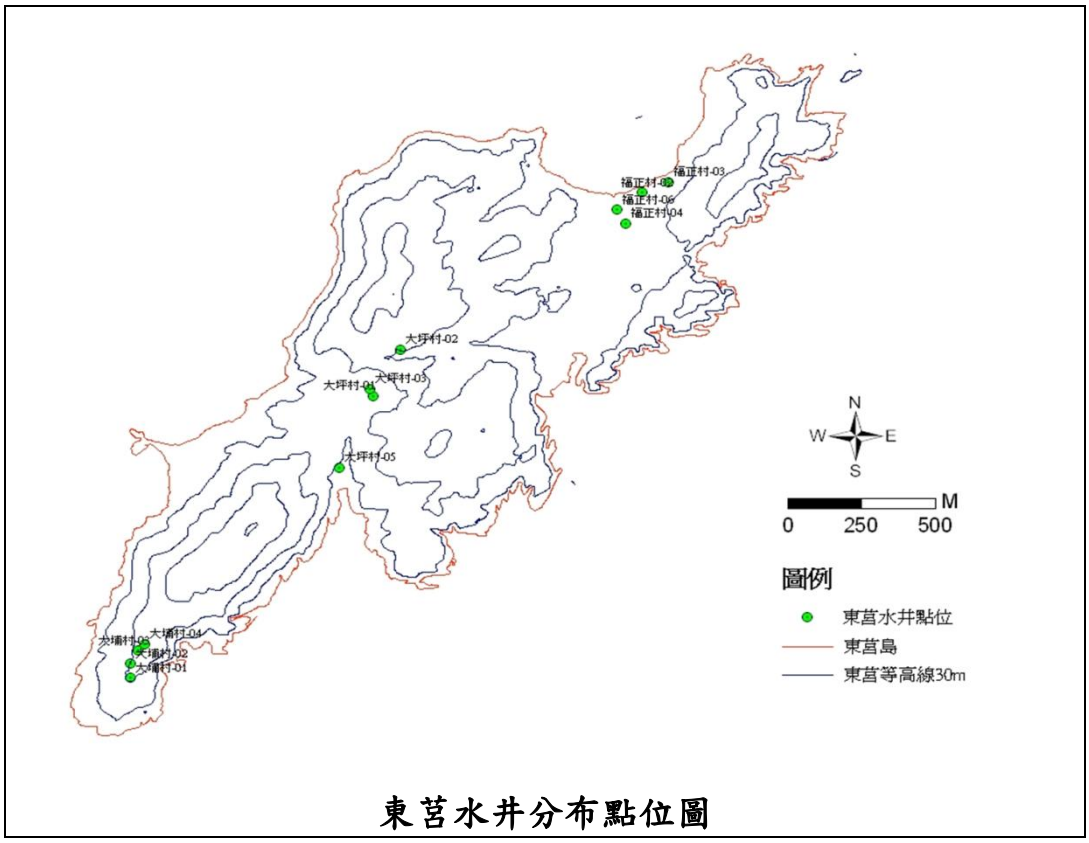
會勘紀錄：

(1) 福正水庫：

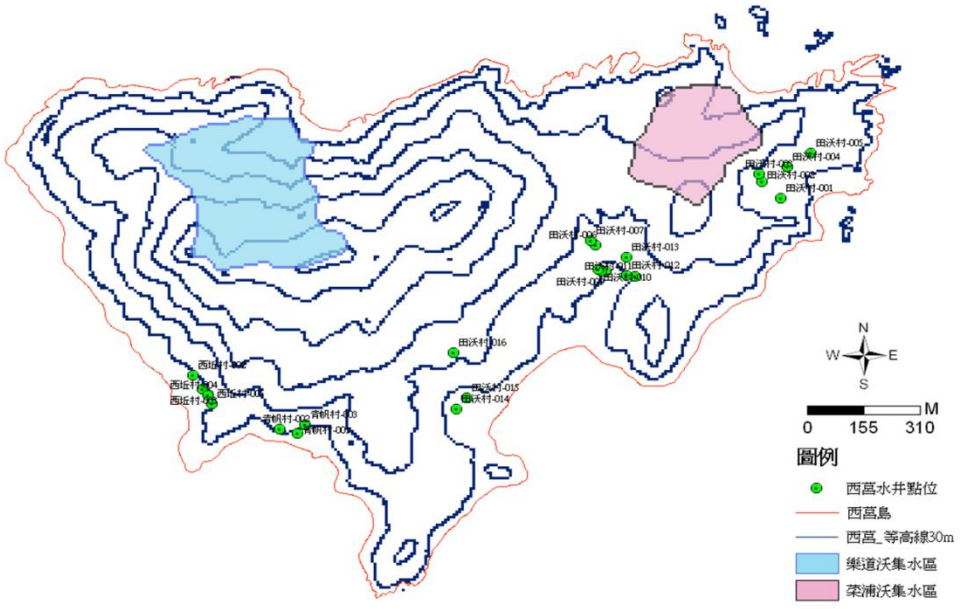
莒光鄉東莒島上福正水庫四周無水處理設施，亦無裝設水位計，目前下池面臨漏水問題，上池需浚深

(2)菜埔沃水庫：

莒光鄉西莒島上菜埔沃水庫，因水質優養化情形嚴重，且同島樂道沃水庫 102 年更新改善完成尚可滿足島上用水需求，故菜埔沃水庫目前幾乎未使用



東莒水井分布點位圖



西莒水井分布點位圖

馬祖地區水資源設施現勘(三)

時間：103/8/25（一）會勘地點：北竿鄉

人員：連江縣自來水廠/王開程
　　象騰公司/黃彥禎、陳柏廷

會勘照片：

<table>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
</table>

















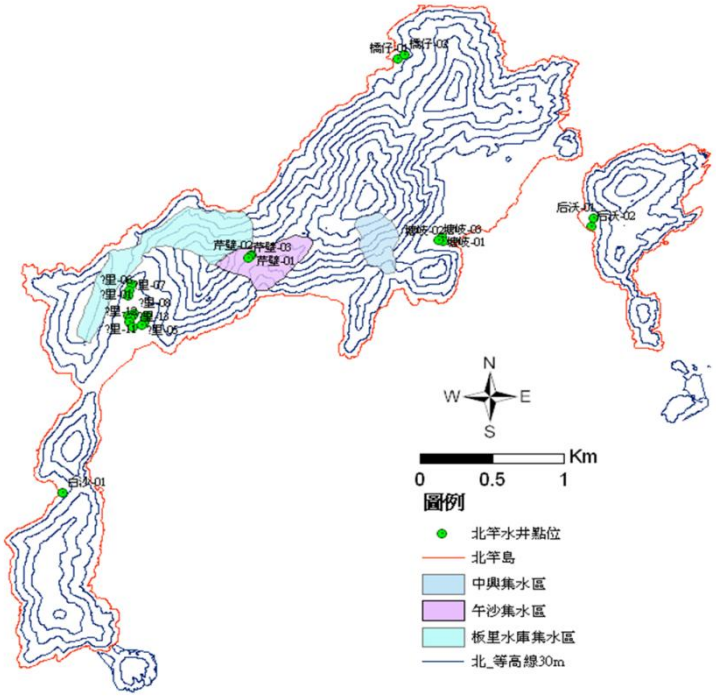
會勘紀錄：

(1) 坂里水庫：

北竿鄉坂里水庫湖面有明顯污染物，另據水廠人員陳述坂里水庫下方有漏水之情形，故於下方設置蓄水池，再回抽至上方坂里水庫使用。

(2) 橋仔水庫：

北竿鄉橋仔水庫庫容較小，據水廠人員陳述，橋仔水庫庫水鮮少使用，壩底有漏水現象，另因馬祖地區無水源保護區劃分，橋仔水庫壩下有塊土地遭當地居民做為種菜之用。



北竿水井分布點位圖

馬祖地區水資源設施現勘(四)

時間：103/8/26（二）會勘地點：東引鄉

人員：連江縣自來水廠/李先生
　　象騰公司/黃彥禎、陳柏廷

會勘照片：

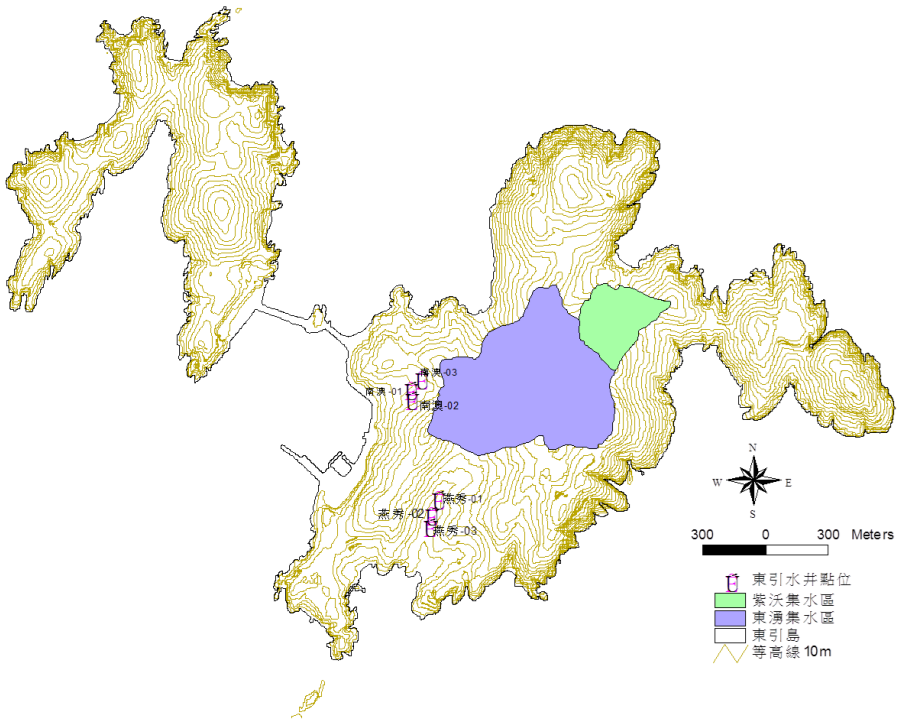
<table>
<tr><td> 
</td><td>  </td></tr>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
</table>

會勘紀錄：

(1) 紫沃水庫：

102 年底完成浚渫改善工程，惟目前聯絡道路邊坡掏空，連江縣自來水廠今年度已另案辦理。


南源-03
南源-01
南源-02
燕秀-01
燕秀-02
燕秀-03
N
W
E
S
300
0
300 Meters
東引水井點位
紫沃集水區
東湧集水區
東引島
等高線 10m

東引水井分布點位圖

附錄七　南竿一、二期海水淡化廠基本資料

南竿一、二期海水淡化廠基本資料

南竿（一、二）海水淡化廠均採逆滲透（RO）薄膜淡化製程技術，廠區配置如圖 1 所示，處理流程（圖 2）敘述如下。

一、取水井設備

包括取水工、抽水機、加藥設備、配電設備、垃圾清除架、濾網及濾網清洗泵浦。其中取水井設置於外海，抽水採兩段加壓方式抽水，即於井內設置 7.5 hp 沉水泵浦第一段抽水，再經由取水井外之 20 hp 陸上型抽水泵浦加壓將原海水送至前處理單元。

二、前處理系統

包括混凝沉澱槽、海水儲存槽、海水供水泵浦、混凝劑注入系統、多層過濾器、過濾水儲存槽、過濾水傳送泵浦、硫酸注入系統、微粒過濾器、防垢與除氯系統、反沖洗設備、鼓風機。其中原海水經由藥劑混凝幫助水中微小顆粒雜質凝聚而流入沉澱池，並於沉澱池內裝設傾斜板以加速凝集顆粒沉澱。

三、逆滲透系統

包括高壓泵浦、逆滲透模組、能量回收渦輪機、逆滲透膜沖洗系統、化學清洗系統。

四、後處理系統

包括淡化水儲存與傳送系統、鹼液注入系統、化學中和槽、海水排水管線。

五、發電機系統

包括燃油儲槽、柴油引擎、發電機、控制操作盤、散熱器冷卻系統、電動啟動系統。

南竿海水淡化廠設備清單詳表 1 所示。

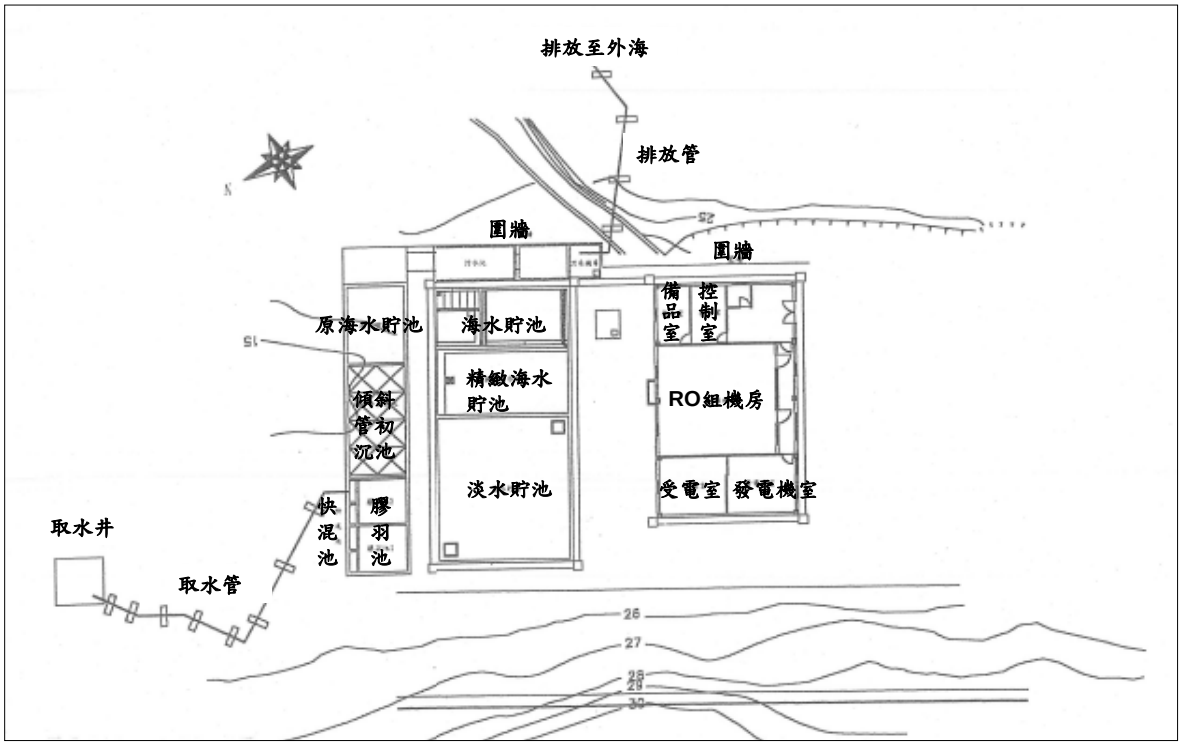


圖 1　南竿海淡廠廠區配置圖

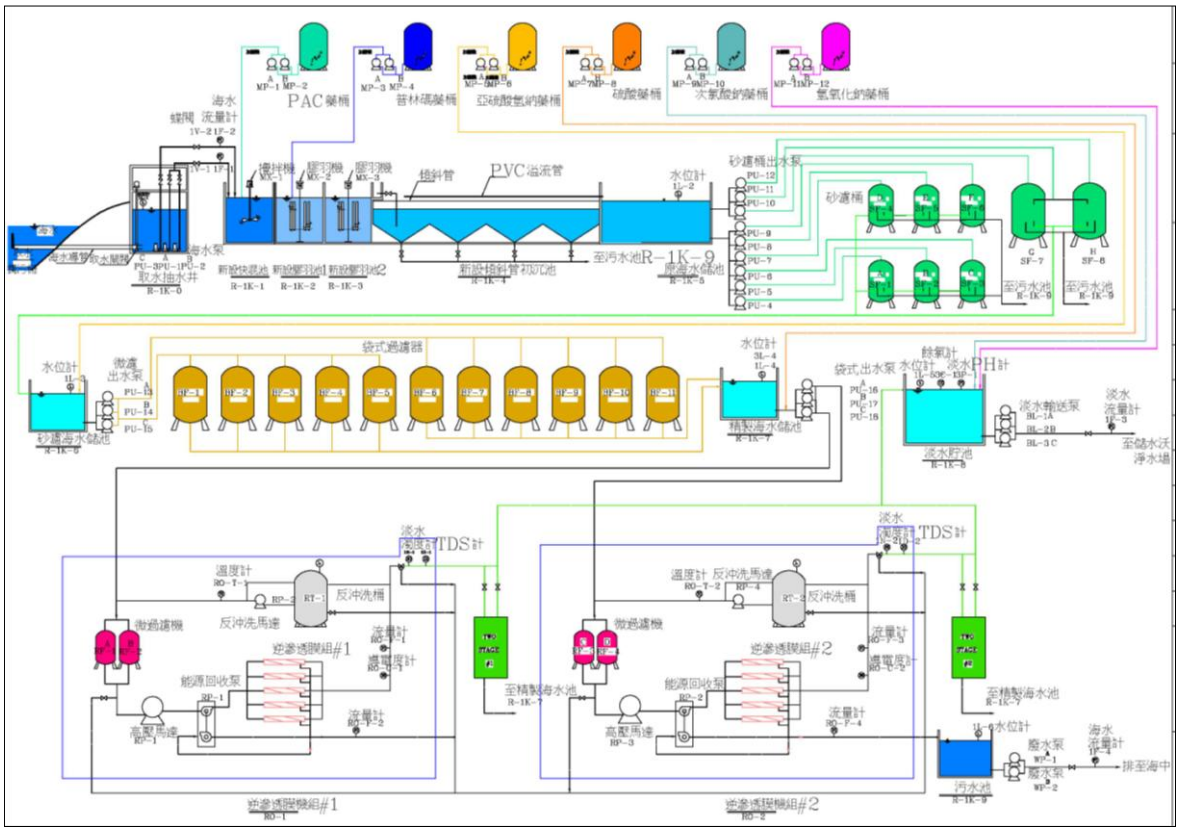


圖 2　南竿海淡廠處理流程圖

表1　南竿海水淡化廠設備清單

項次	設備名稱	數量	單位	規格	
				廠牌	型式
1.	海水取水泵浦	1	組	善哉	Q 1,920, H 65 m, 20 hp, 3,520 rpm
2.	全自動高壓過濾桶	5	組	力瓦士	TYPE：26, 桶徑 26”, 3 hp, 16 m^3/hr
3.	袋式過濾器	6	組	朋達	1 μm 過濾器
4.	袋式進流泵浦	1	組	井盛	VSP 3415-100, 15 hp, 20 H, 1,500 L/min
5.	RO 海水供應泵浦	1	組	井盛	VSP 3230-100, 30 hp, 63 H, 100 m^3/hr
6.	高壓泵浦	2	組	Ingersoll	1999-sp51200139-01/01
7.	中間高壓泵浦	1	組	Grundfos	CRN 4
8.	第一段逆滲透設備	1	組	Water Link	SW-500 m^3/day
9.	第二段逆滲透設備	1	組	Water Link	MS4K
10.	淡水輸送泵浦	1	組	川源	KI-80-50-D37D, 37 kW, 0.674 m^3/min
11.	濁度監測器	1	組	GLI	0.001~100 NTU
12.	氯鹽監控器	1	組	SUNTEX	PC-310, 0~1,000 ppm
13.	總溶解固體量（TDS）監控器	1	組	MYRON	MODEL-757, 0~10 VDC
14.	pH 監控器	1	組	SUNTEX	PC-310
15.	微過濾設備	1	組	EXCEL	40EFCS4-3C150
16.	低壓動力配電盤	1	組		
17.	操作控制盤	1	組		
18.	桌上型電腦	1	組		
19.	隔音牆	1	組		
20.					

資料來源：連江縣政府，「連江縣南竿海水淡化廠二期〔檢修、改善、試車〕操作維護手冊」，民國 93 年 6 月。

附錄八　西莒海水淡化廠基本資料

西莒海水淡化廠基本資料

西莒海淡廠均採逆滲透（RO）薄膜淡化製程技術，處理流程（圖1）敘述如后。

一、取水井設備

包括取水井、海水抽水機、配電設備。其中取水井設置於外海，取水口採重力流方式引水入取水井再經沉水馬達抽水，於井內設置揚程 25 米、流量 75 噸、15 hp 沉水泵浦 2 組將原海水送至原水池。

二、前處理系統

包括混凝槽、膠凝槽、斜板沉澱槽、海水儲存槽、海水供水泵浦、加藥設備（含酸、鹼，混凝與前加氯）、砂濾桶、過濾水儲存槽、過濾水傳送泵浦、硫酸注入系統、微粒過濾器、防垢與除氯系統、反沖洗設備、鼓風機。其中原海水經由藥劑混凝幫助水中微小顆粒雜質凝聚而流入沉澱池，並於沉澱池內裝設傾斜管以加速凝集顆粒沉澱。

三、逆滲透系統

包括高壓泵浦、逆滲透模組、能量回收 ERI 設備、逆滲透膜沖洗系統、化學清洗系統。

四、後處理系統

包括淡化水儲存與傳送系統、鹼液注入系統、化學中和槽、海水排水管線。

五、發電機系統

包括燃油儲槽、柴油引擎、發電機、控制操作盤、散熱器冷卻系統、電動啟動系統。

西莒海水淡化廠設備清單詳表 1 所示。

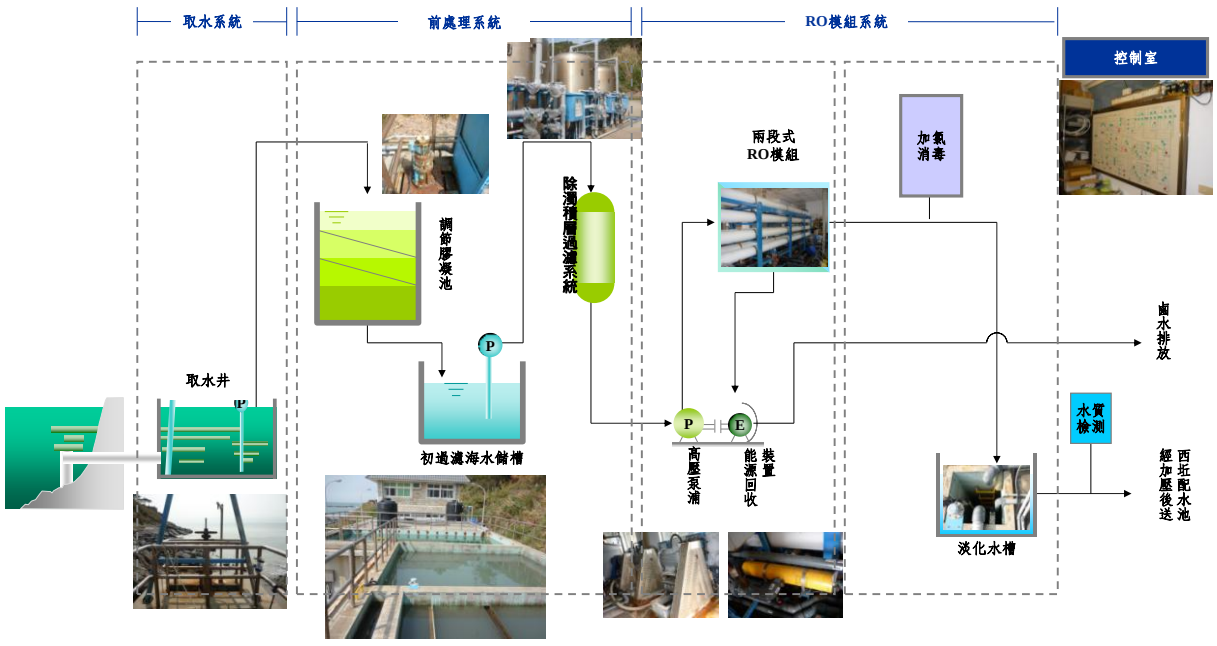


圖 1　西莒海淡廠處理流程圖

表 1　西莒海淡廠設備清單

項次	設備名稱	數量	單位	規格	
				廠牌	型式
1.	海水取水泵浦	1	組	JS	Q 75, H 25 m, 15 hp
2.	全自動砂濾桶	3	套	西斗門膜	直徑 2.2 m
3.	高壓泵浦	4	組	Myers	RO-72 / 15 CMH / 50 hp
4.	第一段逆滲透設備	1	組	DOW	SW-30HR-380
5.	第二段逆滲透設備	1	組	DOW	SRO-250
6.	濁度監測器	1	組	WTW	MI-S184
7.	氯鹽監控器	1	組	Cole Parmer	A-5610500
8.	總溶解固體量（TDS）監控器	1	組	上泰	EC-420
9.	pH 監控器	1	組	上泰	PC-303

國家圖書館出版品預行編目資料CIP

馬祖地區水資源整體規劃檢討.(1)/宮天民編著.
-- 初版.--臺中市：水利署水規所, 2014.12
面； 公分
ISBN 978-986-04-3183-4（平裝附光碟片）

1.水資源管理

554.61 103023932

馬祖地區水資源整體規劃檢討(1)

出版機關：經濟部水利署水利規劃試驗所
地址：臺中市霧峰區吉峰里中正路1340號
電話：(04)23304788
傳真：(04)23300282
網址：http://www.wrap.gov.tw
編著者：象騰顧問有限公司/宮天民
出版年月：2014年12月
版次；初版
定價：新台幣500元
展售門市：五南文化廣場 臺中市中山路6號（04）22260330
http://www.wunanbooks.com.tw
國家書店松江門市 臺北市松江路209號1樓(02)25180207
http://www.govbooks.com.tw
GPN：1010302480
ISBN：978-986-04-3183-4
著作權利管理資訊：經濟部水利署水利規劃試驗所保有所有權利。欲利用本書全部或部分內容者，須徵求經濟部水利署水利規劃試驗所同意或書面授權。
電子出版：本書附光碟片
聯絡資訊：經濟部水利署水利規劃試驗所
電話(04)23304788

廉潔、效能、便民

經濟部水利署水利規劃試驗所

地址：臺中市霧峰區吉峰里中正路 1340 號

網址：http://www.wrap.gov.tw/

總機：(04)23304788

傳真：(04)23300282

ISBN978-986-04-3183-4

9 789860 431834

GPN：1010302480

定價：新臺幣 500 元