經濟部

MOEAWRA1040448

臺南海水淡化廠興辦計畫檢討與環境生態補充監測

Eco-environmental complementary monitoring and criticism review of development plan for Tainan desalination plant

主辦機關：經濟部水利署水利規劃試驗所

執行單位：艾奕康工程顧問股份有限公司

中華民國 105 年 2 月

臺南海水淡化廠興辦計畫檢討與環境生態補充監測

Eco-environmental complementary monitoring and criticism review of development plan for Tainan desalination plant

主辦機關：經濟部水利署水利規劃試驗所
執行單位：艾奕康工程顧問股份有限公司
計畫主持人：羅志堅

國家圖書館出版品預行編目資料 CIP

臺南海水淡化廠興辦計畫檢討與環境生態補充監測 / 羅志堅編著. -- 初版. -- 臺中市 : 水利署水規所, 2016.02
面 ; 公分
ISBN 978-986-04-7852-5(平裝附光碟片)

1.水資源管理 2.海水淡化

554.61 105000457

臺南海水淡化廠興辦計畫檢討與環境生態補充監測

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：艾奕康工程顧問股份有限公司/羅志堅
出版年月：2016 年 02 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：1010500089
ISBN：978-986-04-7852-5
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

ISBN 978-986-04-7852-5

9 789860 478525

GPN：1010500089

定價：新臺幣 500 元

目錄

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

第一章　前言 1-1
一、計畫緣起 1-1
二、工作目標 1-2
三、工作範圍、項目與內容 1-2
四、前期規劃成果 1-4
五、補充資料 1-28
第二章　基本資料蒐集與分析 2-1
一、用水供需資料蒐集檢討 2-1
二、取排水路線之管線與地質資料蒐集與檢討 2-20
三、取排水管線佈設工法資料蒐集 2-32
第三章　海淡廠產水規模調整與處理程序 配置規劃檢討 3-1
一、海淡廠產水規模與分期開發期程調整 3-1
二、廠區配置規劃調整與淡化處理程序檢討 3-3
第四章　取排水工程及輸水方案規劃檢討、 鹵水擴散模擬 4-1
一、取、排水設施工程規劃檢討 4-1
二、海水淡化廠鹵水排放之擴散模擬 4-27
三、取、排水管線佈設規劃檢討 4-36
四、輸水方案規劃檢討 4-46
第五章　推動期程、興辦方式與經費估算檢討 5-1
一、興辦方式檢討 5-1

目錄

二、推動期程評估.....5-20
三、計畫總經費估算調整.....5-21
第六章　環境生態補充監測調查.....6-1
一、生態調查方法、範圍與頻度之依據.....6-1
二、歷次調查成果及綜合比較.....6-4
三、開發行為對生態影響評估.....6-108
四、對策研擬.....6-114
第七章　綜合檢討.....7-1
一、臺南海淡廠規劃成果彙整.....7-1
二、後續待辦及協商事項.....7-8

參考文獻.....參-1

附錄一　歷次審查意見及辦理情形
附錄二　薄膜模擬成果及相關型錄
附錄三　鹵水擴散模擬
附錄四　促參法於海淡廠適用性公文
附錄五　桃園海水淡化廠 PFI 分析評估
附錄六　熱法海水淡化廠初步規劃

表目錄

表 1-1　臺南海水淡化廠相關規劃成果摘要表（1/2）.....1-5
表 1-2　臺南海淡廠歷年規劃工作項目一覽表（1/2）.....1-7
表 1-3　臺南供水系統不同規模海淡廠情境之缺水指標分析表.....1-9
表 1-4　臺南海水淡化廠液化分析結果總表.....1-11
表 1-5　海水淡化廠夏季產水水質模擬分析（30℃）.....1-15
表 1-6　海水淡化廠冬季產水水質模擬分析（15℃）.....1-15
表 1-7　臺南海水淡化廠取排水工程規劃表.....1-17
表 1-8　臺南海水淡化廠不同混合比例之水質.....1-18
表 1-9　跨域加值方案、效益與主管機關彙整表.....1-26
表 1-10　海水淡化技術綜合分析表.....1-30
表 1-11　台灣南部地方特色產業分佈.....1-32
表 1-12　臺南地區著名地方特色產業產地一覽表.....1-32
表 1-13　臺南海水淡化廠輸水路線方案表.....1-34
表 1-14　臺南海淡廠前期規劃成果及本計畫預計檢討彙整表.....1-36
表 2-1　臺南供水系統至民國 115 年需水量及可用水源量統計及檢討表.....2-3
表 2-2　臺南地區水資源相關計畫成果摘要.....2-5
表 2-3　臺南地區民國 120 年公共給水設施供水能力.....2-9
表 2-4　臺南地區民生用水需求比較表.....2-12
表 2-5　工業區用水量.....2-13
表 2-6　臺南地區各目標年工業用水需水量（不含自行取水）.....2-13
表 2-7　臺南地區公共給水供需分析修正比較表.....2-15
表 2-8　臺南海水淡化廠鄰近工業區用水量表.....2-17
表 2-9　廠址輸水路線道路既有管線管徑調查彙整表.....2-23
表 2-10　取排水管處侵淤程度統計表.....2-27
表 2-11　SBEACH 模擬之地形變化位置與幅度.....2-29
表 3-1　臺南海水淡化廠規劃開發期程.....3-2

表目錄

表 3-2　進水條件及產水水質要求 3-4
表 3-3　既有海淡廠遭遇之困難原因與對策 3-4
表 3-4　RO 法之海水淡化廠處理程序評估因子.....3-5
表 3-5　海水淡化廠產水率及去除率設計參數表 3-12
表 3-6　海淡廠水量規劃比較 3-12
表 3-7　前處理設施土建尺寸 3-17
表 3-8　UF 機組設計參數 3-17
表 3-9　RO 機組設計參數.....3-18
表 3-10　污泥處理設施設計參數 3-19
表 3-11　儲存水槽設施土建尺寸 3-21
表 3-12　夏季產水水質模擬分析（33℃）.....3-23
表 3-13　冬季產水水質模擬分析（15℃）.....3-23
表 3-14　海淡水與自來水 1:1 混合水質模擬.....3-24
表 3-15　RO 系統產水水質比較.....3-24
表 3-16　RO 系統操作壓力比較.....3-26
表 3-17　土木結構設計尺寸（採每日 10 萬立方公尺，分期開發）.....3-27
表 3-18　土木結構設計尺寸（採每日 20 萬立方公尺採一次開發）.....3-27
表 3-19　海水淡化廠工程費估算 3-30
表 3-20　除硼費用估算 3-29
表 3-21　民國 103 至 122 年全國電力供需預測總表 3-31
表 3-22　每日產水 20 萬立方公尺之海水淡化廠開發模式比較.....3-33
表 4-1　不同取水型式案例比較 4-13
表 4-2　國外海淡廠取水工型式案例 4-13
表 4-3　取排水工程評估 4-15
表 4-4　取排水口規劃考量及參數評估 4-15
表 4-5　取水口設置點底床高程限制條件分析表 4-17
表 4-6　取水路線優劣分析 4-21

表目錄

表 4-7　取水工程規劃彙整 4-21
表 4-8　排水工程規劃彙整 4-24
表 4-9　三維鹵水擴散模擬條件 4-28
表 4-10　鹵水排放口座標與排放條件 4-28
表 4-11　管材性質與綜合評析表 4-38
表 4-12　取排水管開發方式比較 4-44
表 4-13　本年度取排水分二期規劃直接工程經費比較 4-45
表 4-14　海淡水供水方式評析說明 4-49
表 4-15　臺南海淡廠-輸水路線比較表 4-50
表 4-16　麻豆區混合池預定地地籍資料清查 4-60
表 4-17　麻豆區新設混合池方案輸水工程直接工程費概估表 4-62
表 4-18　專管供應南科輸水工程直接工程費概估表 4-62
表 5-1　各種興建模式比較表 5-2
表 5-2　各種民間參與模式之分工及發包模式比較表 5-4
表 5-3　傳統採購與民間參與公共建設比較表 5-5
表 5-4　本計畫興辦方式比較表(1/2).....5-14
表 5-5　本計畫興辦方式可行性評估與建議 5-16
表 5-6　營運管理評估要項 5-19
表 5-7　海淡廠開發與營管權責一覽表 5-19
表 5-8　專管專用之海淡廠成本負擔說明 5-19
表 5-9　計畫推動期程檢討 5-20
表 5-10　計畫總經費估算參數調整比較表 5-22
表 5-11　含輸水路線海淡廠工程經費 5-22
表 5-12　不含輸水路線海淡廠工程經費 5-23
表 5-13　分期開發海淡廠之年維護運轉費用估算 5-24
表 5-14　海淡廠之單位造水成本（含輸水路線） 5-26
表 5-15　海淡廠之單位造水成本（不含輸水路線） 5-26

表目錄

表 5-16　含除硼設備海淡廠工程經費（含輸水路線）.....5-27
表 5-17　含除硼設備海淡廠工程經費（不含輸水路線）.....5-28
表 5-18　分期開發海淡廠之年維護運轉費用估算（含除硼）.....5-28
表 5-19　含除硼設備海淡廠之單位造水成本（含輸水路線）.....5-29
表 5-20　含除硼設備海淡廠之單位造水成本（不含輸水路線）.....5-29
表 5-21　分期開發海淡廠之年維護運轉費用估算（豐水期）.....5-30
表 6-1　陸域生態調查結果摘要.....6-4
表 6-2　本計畫調查植物名錄(1/12).....6-6
表 6-3　本計畫調查植物種類歸隸特性統計表.....6-18
表 6-4　入侵植物現況.....6-19
表 6-5　樣區環境資料.....6-23
表 6-6　樣區植物組成分析列表.....6-24
表 6-7　植物樣區多樣性指數表.....6-25
表 6-8　本計畫調查哺乳類資源表.....6-26
表 6-9　本計畫調查鳥類資源表(1/4).....6-28
表 6-11　黑面琵鷺保育學會於民國 93 年至 104 年 10 月黑面琵鷺調查成果表.....6-42
表 6-12　本計畫調查爬蟲類資源表.....6-46
表 6-13　本計畫調查蝶類資源表.....6-48
表 6-14　海域生態調查結果摘要(1/4).....6-51
表 6-15　本計畫調查海域亞潮帶植物性浮游生物資源表(1/21).....6-52
表 6-16　本計畫調查海域潮間帶植物性浮游生物資源表(1/6).....6-73
表 6-17　本計畫調查海域亞潮帶浮游動物資源表(1/4).....6-86
表 6-18　本計畫調查海域潮間帶浮游動物資源表.....6-89
表 6-19　本計畫調查海域亞潮帶底棲生物資源表.....6-96
表 6-20　本計畫調查海域潮間帶底棲生物資源表(1/4).....6-97
表 6-21　本計畫調查海域魚類生物資源表.....6-105

表目錄

表 6-22　開發區開發前後植物自然度變化.....6-110
表 6-23　保育類動物影響減輕對策.....6-116
表 7-1　臺南海淡廠規劃成果檢討差異比較表.....7-2
表 7-2　第一期海水淡化廠後續辦理工作建議.....7-9

圖目錄

圖 1-1　臺南海水淡化廠預定廠址位置圖 1-3
圖 1-2　臺南海水淡化廠候選廠址位置圖 1-10
圖 1-3　臺南海水淡化廠及其取排水工程位置圖 1-12
圖 1-4　臺南海水淡化廠平面配置規劃示意圖 1-13
圖 1-5　臺南海水淡化廠處理流程示意圖 1-14
圖 1-6　澳洲伯斯海水淡化廠間接使用之風力發電機組 1-20
圖 1-7　規劃中風力發電站分布圖 1-22
圖 1-8　臺鹽公司七股鹵水泳池及通霄溫淡海水泡腳池 1-24
圖 1-9　水資源開發規劃推動跨域加值之可行性評估流程 1-25
圖 1-10　臺南海水淡化廠跨域加值整合計畫示意圖 1-26
圖 1-11　臺南海水淡化廠輸水路線方案圖 1-35
圖 2-1　臺南地區公共給水供需分析圖 2-1
圖 2-2　臺南地區公共給水供需分析圖 2-2
圖 2-3　臺南區系統供水檢討－臺南地區公共給水供需分析圖 2-4
圖 2-4　臺南地區民國 105 年常態水源供需調度示意圖 2-6
圖 2-5　臺南地區周遭水源分佈圖 2-9
圖 2-6　臺南地區公共給水供需分析修正圖 2-14
圖 2-7　臺南海水淡化廠鄰近工業區分佈圖 2-17
圖 2-8　民國 102 年樹谷及南科臺南園區每日平均用水統計 2-19
圖 2-9　樹谷及南科臺南園區未來核定計畫用水量及期程 2-19
圖 2-10　既有規劃取排水路線分佈圖 2-20
圖 2-11　既有規劃取排水路線現勘 2-21
圖 2-12　既有規劃取排水路線之管線分佈圖 2-22
圖 2-13　既有規劃取排水路線（陸域段）地質分佈圖 2-24
圖 2-14　海域底質調查點位 2-25
圖 2-15　廠址地質鑽探位置示意圖 2-26
圖 2-16　廠址地質地層剖面圖（一） 2-26
圖 2-17　廠址地質地層剖面圖（二） 2-26

圖目錄

圖 2-18　規劃之取排水路線地形水深斷面圖 2-28
圖 2-19　七股海域等地形水深與斷面示意圖 2-29
圖 2-20　將軍漁港至青山漁港海岸段歷年 0 米灘線變化圖 2-31
圖 2-21　將軍漁港至青山漁港海岸段歷年 0 米灘線斷面變化圖 2-31
圖 2-22　明挖埋管方式 2-33
圖 2-23　推進工法施工流程圖 2-35
圖 2-24　推進埋管方式 2-35
圖 2-25　近岸輸水管線施工法 2-36
圖 2-26　水平導向鑽掘工法 2-39
圖 3-1　級式（Pass）RO 系統示意圖 3-7
圖 3-2　段式（Stage）RO 系統示意圖 3-7
圖 3-3　樹脂法分離硼原理圖 3-9
圖 3-4　本計畫海淡廠處理流程示意圖 3-13
圖 3-5　海淡廠處理流程及質量平衡圖（每日 10 萬立方公尺） 3-14
圖 3-6　海淡廠處理流程及質量平衡圖（每日 20 萬立方公尺） 3-15
圖 3-7　海水淡化廠 RO 操作壓力 3-25
圖 3-8　海水淡化廠採 10 萬立方公尺分期開發配置 3-28
圖 3-9　海水淡化廠採一次開發配置 3-28
圖 4-1　海水淡化之原水取水設施型式 4-2
圖 4-2　開放式岸上取水設施示意圖 4-3
圖 4-3　開放式離岸取水設施示意圖 4-4
圖 4-4　滲流式直立井示意圖 4-4
圖 4-5　滲流式水平井示意圖 4-5
圖 4-6　滲流式水平導向鑽井示意圖 4-5
圖 4-7　滲流式傾斜井示意圖 4-6
圖 4-8　滲流式集水廊道示意圖 4-6
圖 4-9　澳洲黃金海岸海水淡化廠鹵水排放管 4-7
圖 4-10　黃金海岸海水淡化廠鹵水排放監測點位 4-8

圖目錄

圖 4-11　伯斯海水淡化廠排放管線配置 4-9
圖 4-12　伯斯海水淡化廠鹵水擴散範圍 4-10
圖 4-13　伯斯海水淡化廠鹵水比導電度統計 4-10
圖 4-14　伯斯海水淡化廠鹵水濁度統計 4-11
圖 4-15　伯斯海水淡化廠排放管及周圍魚群 4-11
圖 4-16　開放式與滲流式取水工程費用比較圖 4-14
圖 4-17　取水路線與濕地範圍套疊圖 4-18
圖 4-18　取水路線 A 位置示意圖 4-20
圖 4-19　取水路線 B 位置示意圖 4-20
圖 4-20　鹵水排放設施型式 4-22
圖 4-21　鹵水排放設施位置示意圖 4-25
圖 4-22　排水路線 A 位置示意圖 4-26
圖 4-23　排水路線 B 位置示意圖 4-26
圖 4-24　取排水口位置 4-28
圖 4-25　M2 模式模擬將軍及七股海域鹽度擴散圖（1/2） 4-30
圖 4-26　將軍及七股海域退潮時第 5 層鹽度擴散圖 4-34
圖 4-27　海域段管線一次開發斷面示意圖 4-40
圖 4-28　陸域段管線一次開發斷面示意圖 4-40
圖 4-29　海域段管線分期開發斷面示意圖 4-40
圖 4-30　陸域段管線分期開發斷面示意圖 4-40
圖 4-31　取排水管線施工法 4-42
圖 4-32　塭豐海水供應取排水工程設施佈置圖 4-42
圖 4-33　輸水管線規劃流程圖 4-47
圖 4-34　輸水路線方案圖 4-51
圖 4-35　將軍區鹽田廠址海淡水與自來水混合供水方案（麻豆區新設混合池） 4-54
圖 4-36　麻豆區新設混合池-民國 110 年最大日水力分析圖（豐水期） 4-55

圖目錄

圖 4-37　麻豆區新設混合池-民國 110 年最大日水力分析圖（枯水期）.....4-56
圖 4-38　將軍區鹽田廠址海淡水專管供應南科方案.....4-57
圖 4-39　麻豆區混合池預定地地籍套繪圖.....4-59
圖 4-40　配水池區內可行用地勘查示意圖.....4-61
圖 4-41　配水池區外可行用地分佈圖.....4-61
圖 5-1　政府購買公共服務型促參作業流程及推動組織示意圖.....5-8
圖 6-1　陸域生態調查位置圖.....6-1
圖 6-2　海域生態調查位置圖.....6-2
圖 6-3　自然度分布圖.....6-20
圖 6-4　土地利用型圖.....6-21
圖 6-5　保育類發現位置圖.....6-32
圖 6-6　黑面琵鷺歷年（民國 93 年~104 年）主要分佈位置、T47 活動位置與本計畫相對位置圖.....6-43
圖 6-7　亞潮帶植物性浮游生物集群分析圖.....6-84
圖 6-8　潮間帶植物性浮游生物集群分析圖.....6-84
圖 6-9　亞潮帶動物性浮游生物集群分析圖.....6-92
圖 6-10　潮間帶動物性浮游生物集群分析圖.....6-92
圖 6-11　底棲生物空間分佈圖.....6-100
圖 6-12　亞潮帶底棲生物集群分析圖.....6-103
圖 6-13　潮間帶底棲生物集群分析圖.....6-103
圖 6-14　亞潮帶仔稚魚空間分佈.....6-106
圖 6-15　海域魚類集群分析圖.....6-108
圖 6-16　計畫區開發前後自然度變化圖.....6-109

摘要

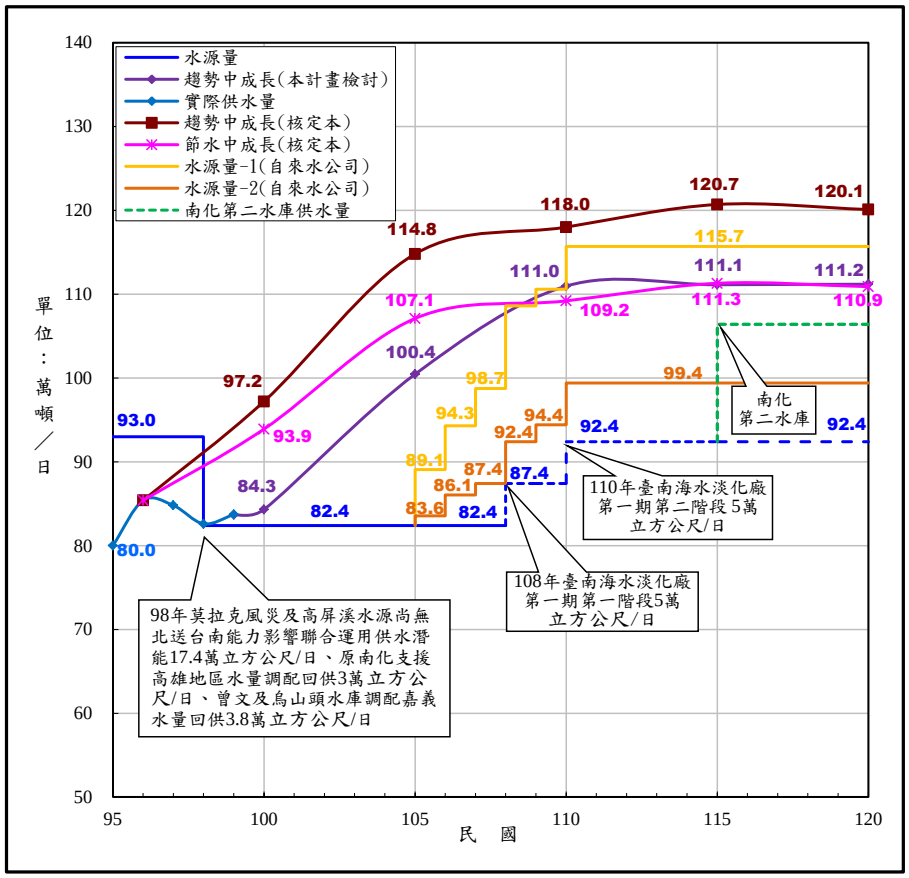
一、計畫緣起及目的

考量南部區域供水穩定、未來用水需求及增加備援水源前提下，原規劃臺南海淡廠之開發產水量每日 10 萬立方公尺需再擴大，因此，相關工程規劃成果皆需重新檢討。本計畫係延續民國 100 至民國 102 年辦理「臺南海水淡化廠可行性規劃」成果，針對海淡廠產水規模、分期開發期程、廠區配置、淡化程序、取排水工程規劃佈設、輸水方案、推動期程興辦方式及經費估算等各項既有規劃成果，進行檢討及調整，同時原辦理中之環境影響評估作業亦須配合調整，故延長對廠址附近環境生態之監測調查，增加對區域生態環境現況之瞭解，以納入未來環評送件報告內作更完整之評析。

二、基本資料蒐集與分析

(一)用水供需資料蒐集檢討

臺南地區公共給水供需分析詳摘圖 1。本計畫檢討後推估趨勢中成長至民國 120 年時，臺南地區之用水需求為每日 111.2 萬立方公尺。現有水源量已核定於「臺灣南部區域水資源經理基本計畫」之曾文烏山頭水庫每日 29.8 萬立方公尺、南化水庫每日 49.6 萬立方公尺及玉峰堰每日 3.0 萬立方公尺，共計每日 82.4 萬立方公尺做為水源供給基準，加上海淡廠原規劃每日 10 萬立方公尺，南化第二水庫每日 14 萬立方公尺，臺南高雄水源聯合運用調度支援每日 7 萬立方公尺等新增水源供水量；惟因南化第二水庫 14 萬立方公尺為不確定供水量，故本計畫推算 120 年用水缺口約為每日 11.8 萬立方公尺。建議海水淡化廠由原規劃之每日 10 萬立方公尺擴增為每日 20 萬立方公尺，分二期開發，各為每日 10 萬立方公尺。



註：1.水源量-1(自來水公司)係包含移用農業用水、臺南海淡共每日 10 萬立方公尺、高雄區支援。
2.水源量-2(自來水公司)係包含臺南海淡共每日 10 萬立方公尺、高雄區支援。
3.水源量係包含臺南海淡共每日 10 萬立方公尺

摘圖 1　臺南地區公共給水供需分析修正圖

(二)既有取排水路線之管線與地質資料蒐集與檢討

依「臺南海水淡化廠可行性規劃－工程可行性(2)」規劃報告(水利署水規所，民國 101 年)，取排水路線之地質資料分為陸域段及海域段，規劃結果顯示，除西北側海底底質較細，其他區域屬砂土或砂質土壤，水力傳導係數約介於 10^{-4}~10^{-5} 公尺/秒之間。既有取排水路線之地形水深變遷特性分析。參考「臺南海水淡化廠可行性規劃-地形測量、海岸變遷分析與 3D 建模展示」報告（水利規劃試驗所，民國 104 年)，取水口處（離岸距約 500 公尺）其最大侵淤幅度介於 1.08 至-0.97 公尺間，排水管口處（離岸距約 1500 公尺）其最大侵淤幅度介於 0.17 至-0.20 公尺間。另參考民國 101 年度「臺南海水淡化廠可行性規劃－工程可行性規劃(2)」，其應用 SBEACH 模式（The Storm Induced BEAch CHamge Model)，模擬海岸斷面變化，於冬季季風至重現年 50 年設計颱風波浪條件下，地形變化明

顯多集中於高程 2.95 至水深-14 公尺區域，其中地形淘刷程度可達 -1.21 公尺，至於地形堆積亦可達 2.11 公尺。

(三)取排水管線佈設工法資料蒐集

陸域施工方式常用有明挖埋管工法及推進埋管工法，其中明挖埋管工法主要用於地下既有管線較少或交通流量較小之情況下施作，若管線施工時需橫越道路，可採推進埋管之方式施工。近岸輸水管線施工主要有挖溝回填掩埋法、免開挖工法（海底隧道工法）、岩盤挖削法及直接管路栓錠法等方式。

三、海淡廠產水規模調整與處理程序配置規劃檢討

(一)海淡廠產水規模與分期開發期程調整

為因應公共用水缺口，研擬將產水規模擴增至每日 20 萬立方公尺，開發期程則將原規劃產水量每日 10 萬立方公尺列為第一期，擴增之產水量每日 10 萬立方公尺擬訂為第二期。建議第一期 10 萬立方公尺海淡廠完工後，賡續滾動式評估檢討用水需求，以擇定第二期開發期程，詳摘表 1 所示。

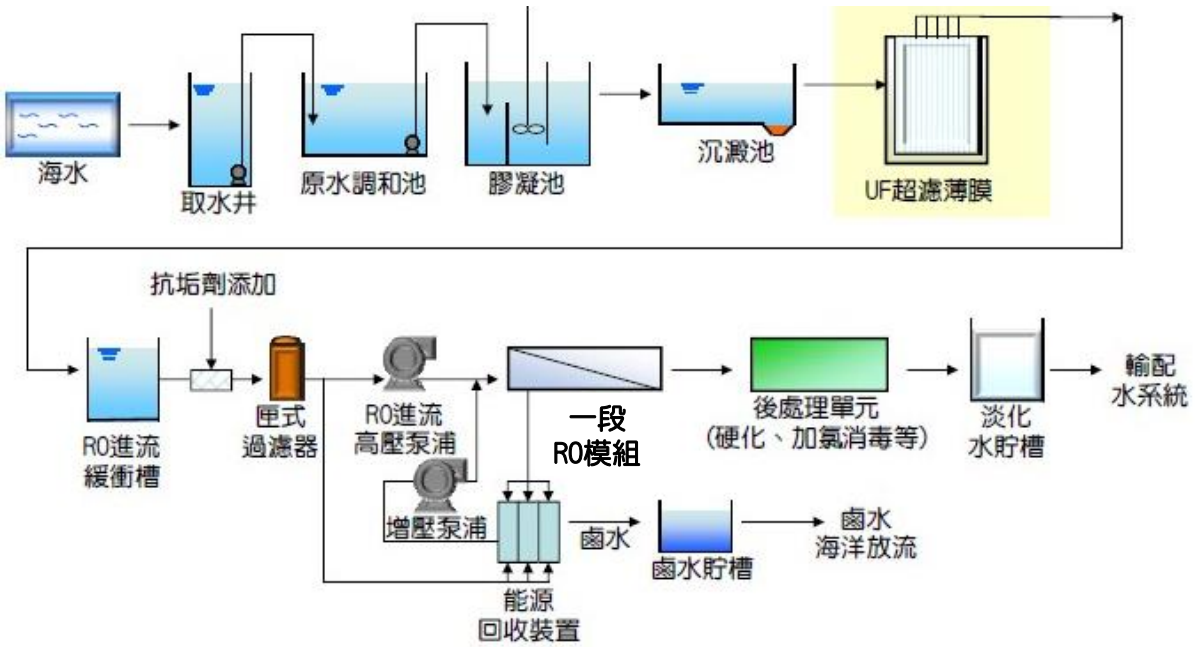
(二)廠區配置規劃調整與淡化處理程序檢討

1、淡化處理程序

本計畫規劃海淡廠處理流程如摘圖 2 所示，海水先經前處理程序再進入 UF 系統及 RO 系統處理，規劃之海淡廠整廠造水率為 36%。規劃最大產水每日 20 萬立方公尺 RO 機組為一段式操作，考量彈性供水與開發期程因素，RO 造水率以 40% 設計，單套 RO 機組產水量每日 10,000 立方公尺，共 24 套(包含備載 4 套)；摘表 2 彙整前期規劃及本計畫建議 RO 系統比較表。

摘表 1　臺南海水淡化廠規劃開發期程

計畫名稱		規劃開發期程		
		第一期每日 10 萬立方公尺		第二期 每日 10 萬立方公尺
		第一階段	第二階段	
	臺南海水淡化廠可行性規劃-海域環境調查及計畫推動 (民國 102 年)	每日 5 萬 立方公尺 (民國 108 年)	每日 5 萬 立方公尺 (民國 110 年)	
本計畫	臺南海水淡化廠興辦計畫檢討與環境生態補充監測 (民國 104 年)	每日 5 萬 立方公尺 (民國 108 年)	每日 5 萬 立方公尺 (民國 110 年)	依滾動式檢討並視興辦主體用水時程需求



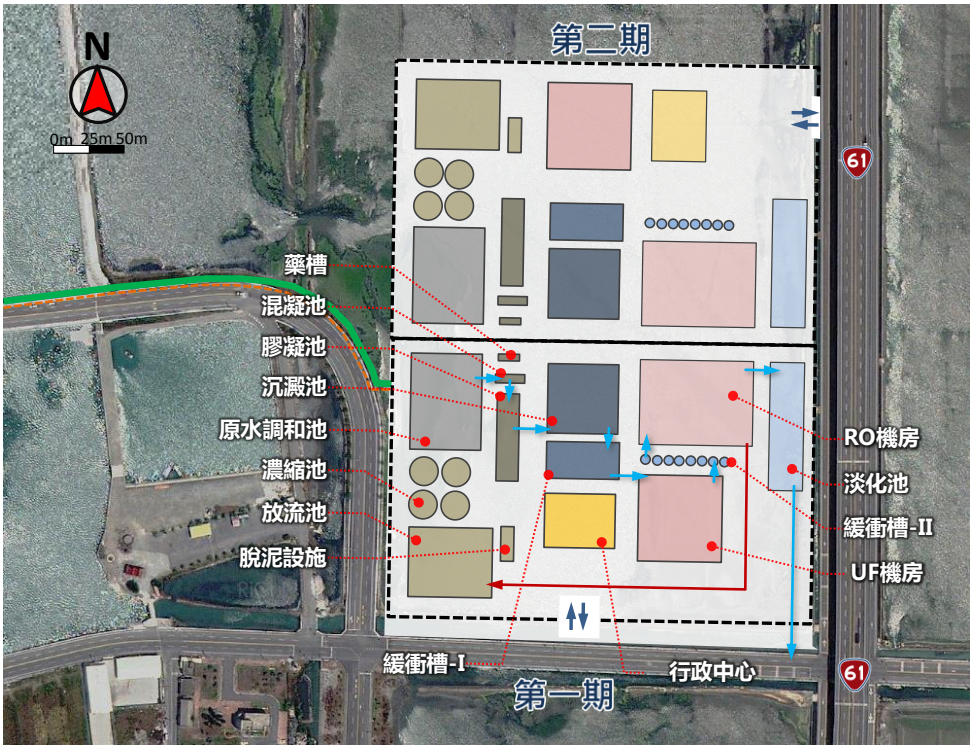
摘圖 2　本計畫海淡廠處理流程示意圖

摘表 2　RO 系統比較彙整表

項目	前期規劃	本計畫	
1.規劃設計量	每日 10 萬立方公尺	每日 10 萬立方公尺	每日 20 萬立方公尺
2.設置方式	一段式 (one stage)	一段式 (one stage)	一段式 (one stage)
3.套數（set）	24(含備載 4 套)	12(含備載 2 套)	24(含備載 4 套)
4.備載率(%)	20	20	20
5.每套產水量	5,000(CMD)	10,000(CMD)	10,000(CMD)
6.流通量(LMH)	13.5	15.3	15.3
7.造水率(%)	40%	40%	40%
8.膜總支數(支)	9,984 (SWRO 8,320+ 備載 SWRO 1,664)	8,064 (SWRO 6,720+ 備載 SWRO 1,344)	16,128 (SWRO 13,440+ 備載 SWRO 2,688)
9.每支殼內裝 膜支數	7	7	7
10.平均除鹽率	98.5(%)	98.5(%)	98.5(%)
11.土建尺寸(m) (L)×(W)×(H)	80×60×10	60×50×13	120×50×13

2、廠區配置規劃

本計畫規劃產水每日 20 萬立方公尺之海淡廠配置如下，用地面積約 12 公頃採各每日 10 萬立方公尺分期配置開發（第一期分民國 108、110 年兩階段設置各每日 5 萬立方公尺，第二期開發每日 10 萬立方公尺）；依地形資料配置海淡廠，廠址配置圖分別如圖 3 所示。



摘圖 3　海水淡化廠採分期開發方式開發配置(10+10 萬立方公尺)

四、取排水工程及輸水方案規劃檢討、鹵水擴散模擬

(一)取排水設施工程規劃檢討

1、取水設施工程規劃檢討

取水管線佈設，因考量前期規劃之部分管線位於濕地範圍及地形、經費與取水安全性等因素，建議取水管由原規劃海域段500公尺，向外海延伸100公尺，海域端長度總計約600公尺，減少取水口對濕地之可能潛在環境影響。本計畫建議仍依前期規劃路線，陸域段沿扇形鹽田南端之既有道路，如摘圖5所示；整體取水工程規劃彙整如摘表3。

摘表 3　取水工程規劃彙整

項目		民國102規劃（開放式取水）	本計畫（開放式取水） 分期施作
1.整廠造水率		36%	
2.取水量（立方公尺/日）		27.7萬	兩期各27.7萬，共55.4萬
3.管線長度（m）	陸域段	2,940	
	海域段	500	600
4.管徑（mm）		1,900	兩支各1,900
5.取水點		取水口在最低低潮位1.5公尺以下	
6.管線埋深		離近灘地管線埋設深至少2公尺 碎波帶管路埋深至少海床下深度1.0公尺以下	
7.取水口埋設深度		高於海床1.9公尺以上	

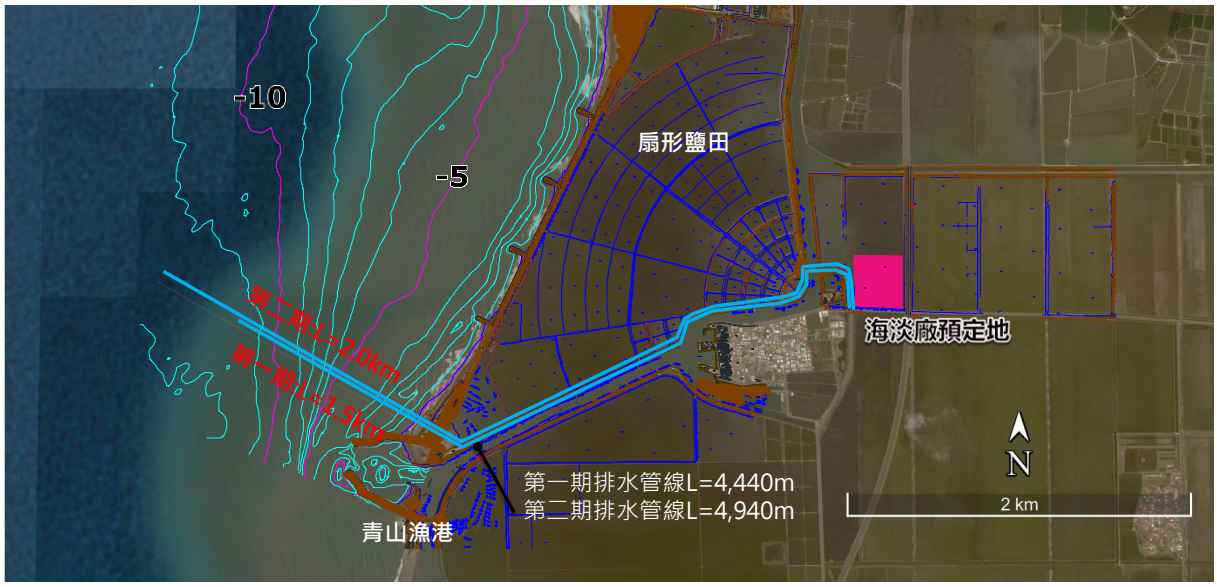
摘圖 4　取水路線示意圖

2.排水設施工程規劃檢討

本計畫排水方式考慮分散鹵水排放，排水規模配合海水淡化廠產水每日 20 萬立方公尺經質量平衡計算，每日排水量為 35.4 萬立方公尺，本計畫規劃分期(每日 17.7 萬立方公尺)施作。排水管管徑為 1,500 毫米，海域段第一期為 1.5 公里，第二期排水管海域段延伸至 2 公里，相關排水規劃內容結果彙整如摘表 4 所示，路線如摘圖 5 所示。排放口規劃參考國外海淡廠排放管（如澳洲雪梨海淡廠）之相關設計經驗，以 15 公尺為豎管間距，惟施工時仍應配合現況做為調整。

摘表 4　排水工程規劃彙整

項目		前期規劃 (多點排放式)	本年度建議（多點排放式） 分期施作
1.整廠造水率		36%	
2.排水量（立方公尺/日）		17.7 萬	兩期各 17.7 萬，共 35.4 萬
3.管線長度（m）	陸域段	2,940	
	海域段	1,500	第一期 1,500，第二期 2,000
4.管徑（mm）		1,500	兩支各 1,500
5.排水點		排水口高程至少高於-9.3 公尺	
6.管線埋深		離近灘地管線埋設深至少 2 公尺 碎波帶管路埋深至少海床下深度 1.0 公尺以下	
7.排水口埋設深度		高於海床 2.2 公尺	



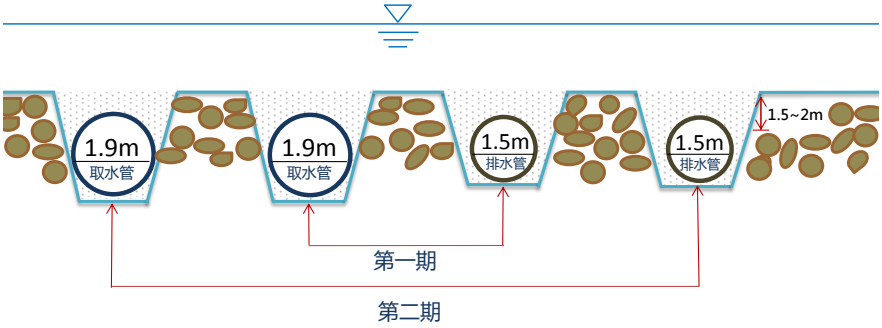
摘圖 5　排水路線示意圖

(二)海水淡化廠鹵水排放之擴散模擬

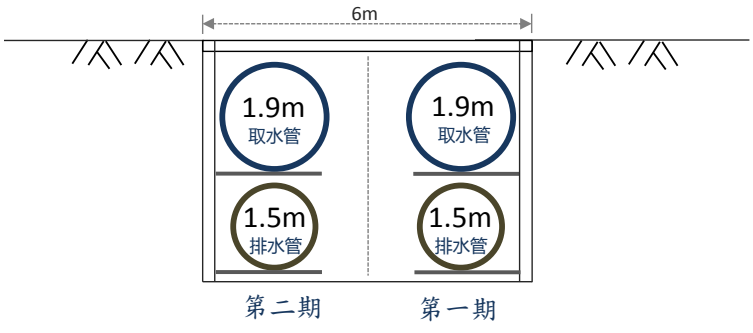
本計畫之規劃設計，鹵水預計於青山港外海底床位置進行排放，依不同情境可分為 1 組或 2 組排放口排放入海。兩情境之模擬結果可知鹵水排放後受到潮汐特性影響，漲潮時往北擴散，退潮時則往南擴散。排放口水層擴散情形，情境一（1 組排放口）鹽度在排放口水平距離 100 公尺已降至 34.85psu，情境二（2 組排放口）鹽度在排放口水平距離 100 公尺已降至 34.75psu。另觀察兩情境在較淺水層之鹽度擴散現象，由於鹵水密度大，多分布於底層，其影響較小。

(三)取排水管線佈設規劃檢討

海域段採四條管溝分期平行設置，佈設斷面詳摘圖 6，陸域段採共同管溝分期設置，佈設斷面詳摘圖 7。本計畫重新檢討後取排水設施直接工程費用第一期共需 11.55 億元、第二期需 11.89 億元，第二期較第一期費用多約 0.34 億元，二期平均費用為 11.72 億元，較前期規劃取排水工程費用 16.43 億元少約 4.71 億元；經重新檢討，由於前期報告由滲流式改為開放式取水，惟取水井之工程經費乃參考滲流式取水工程經費，計算上較為保守所致。



摘圖 6　海域段管線分期佈設斷面示意圖



摘圖 7　陸域段管線分期佈設斷面示意圖

(四)輸水方案規劃檢討

本計畫依海淡廠產水規模由原每日 10 萬立方公尺擴增為每日 20 萬立方公尺，分二期開發。輸水路線第一期每日 10 萬立方公尺採麻豆混合池方案，供水對象以公共用水為主；第二期每日 10 萬立方公尺考量未來用水成長多以工業用水為主，採專管方案，以南科臺南園區為主要用戶端，於南科園區設置配水池再進行用戶端接管。麻豆混合池方案之工程費用約 16.84 億元，而專管之工程費用約 20.36 億元。

五、推動期程、興辦方式與經費估算檢討

(一)興辦方式檢討

本計畫就興辦主體為政府機關及民間機構之情況下進行台南海水淡化廠不同興辦方式說明，依據本案特性需求，各興辦方式之可行性、困難點說明如摘表 5；建議第一期可採統包方式作為興辦模式，並以工程及營運管理合併辦理之方式招標（勞務採購），以減少因分開招標所造成之責任釐清問題，進而降低營運品質；第二期則採有償 BTO 方式辦理。

(二)推動期程評估

第一期每日 10 萬立方公尺分兩階段開發，第一階段供水時程為 108 年，第二階段供水時程則為 110 年；而第二期產水每日 10 萬立方公尺之海淡廠則視用水需求滾動式檢討開發期程。

(三)計畫總經費估算調整

本海淡廠分二期開發，第一期及第二期含輸水單位造水成本分別為 33.93 元/立方公尺及 34.63 元/立方公尺；第一期及第二期不含輸水單位造水成本分別為 29.14 元/立方公尺及 29.03 元/立方公尺。

摘表 5　興辦方式可行性評估與建議

興辦模式	前提		阻力	第一期		第二期	
				建議	採用與否之原因	建議	採用與否之原因
勞務採購	供水對象主要為公共用水之海淡廠興建、營運； 如供水對象為工業用水，則有圖利之疑義		必須擬定嚴格招商資格，否則得標廠商能力不易管控，專管供應易有圖利廠商之嫌	✓	整合工程建造與營管之責任與介面，得標廠商較容易掌控執行效率及進度		同第一期，惟專管供應易有圖利廠商之疑義
工程+勞務			產生工程與營管介面，若工程設計不當，責任不易釐清		工程與營運若有整合問題，瑕疵責任不易釐清，惟專管供應易有圖利廠商之疑義		工程與營運若有整合問題，瑕疵責任不易釐清，惟專管供應易有圖利廠商之疑義
財物採購			如因購水契約制定不夠嚴謹，主辦機關不易管理得標廠商，可能導致廠商無法順利履約與善後之潛在風險		得標廠商若因故不履行合約，主辦機關須承擔供水承諾風險。		得標廠商若因故不履行合約，主辦機關須承擔供水承諾風險；惟專管供應易有圖利廠商之疑義
BOT	供水對象為工業用水	政府無需負擔資金，開發案有利可圖	自償性低之公共建設推動不易		自償性低之公共建設計畫推動不易，政府需保價保量確保購水率並提供足夠優惠條件，才可吸引民間參與投資		自償性低之公共建設計畫推動不易，政府需保價保量確保購水率並提供足夠優惠條件，才可吸引民間參與投資
有償BTO		自償性低，需藉由政府保證最低收購價格	政府給付建設費後如自償性仍低，需補貼營運費與操作費差價，若無，營運風險高，民間接手營運意願低		售價以自來水價為基準，需藉由政府補貼營運費與操作費差價，與政府保價保量之採購方式無異，恐招致違背促參法之質疑	✓	水價如經與廠商協調後高於自來水價，則本案政府可能不需補貼差價就可自償；另政府投資興建成本，投資風險相較於 BOT 低，較容易吸引民間投資
BOO		土地易取得，適合民間擁有。特許期限內民間可藉由計畫本身回收投資成本，營運期間有合理利潤	營運報酬率不夠高，自償率不足時，民間投資興建意願低		公共用水售價以自來水價為基準，自償性低，無法推動		民間機構配合國家政策自行取得土地後興建，惟所需資金將高於 BOT 模式
廠商自辦		民間自行取得土地、自行興建與使用	海淡廠用地、取排水及輸水路線用地取得較公部門難度高		公共用水不適用		用水端需負擔土地、建廠、營運等費用，相較於現階段水價高，廠商意願不高。如未來自來水價提高或海淡水成本降低，則可行性較高

六、環境生態補充監測調查

本計畫於 104 年 9 月及 12 月進行調查，依本計畫調查結果，陸域生態物種並不豐富，鳥類相變動多為季節候鳥往返及調查的逢機性所致。海域生態調查結果差異受到潮流、水團、水溫、日照...等因素影響，而有季節上的差異，2 次發現之物種均為沿近海常見物種。本計畫施工及營運對生物主要的影響有施工落塵、機具及車輛噪音、路死效應、管線佈設造成的海域懸浮固體增加及海淡廠排放水排入，建議加強灑水、避免使用老舊機具及採用影響較小之工法等。本計畫生態調查結果詳摘表 6 所示，並摘述影響及對策詳摘表 7。

摘表 6　生態調查結果

區域	大類	結果摘述
陸域生態	植物	全區共記錄維管束植物 47 科 122 屬 150 種、計有原生種 81 種，歸化種 45 種中包含入侵種 12 種，栽培種則有 24 種
	哺乳類	共記錄 3 目 3 科 4 種 86 隻次，未記錄到特有（亞）種及保育類物種
	鳥類	共記錄 9 目 23 科 47 種 3,890 隻次，4 種特有亞種，1 種 2 級保育類，1 種 3 級保育類
	兩棲類	未調查到
	爬蟲類	共記錄 1 目 3 科 5 種 107 隻次
	蝴蝶	共記錄 1 目 5 科 18 種 372 隻次
海域生態	固著性海洋植物	未記錄
	植物性浮游生物	亞潮帶共記錄 5 門 64 屬 136 種；潮間帶共記錄 6 門 52 屬 97 種
	動物性浮游生物	亞潮帶共記錄 8 門 27 大類、潮間帶共記錄 8 門 21 大類
	海域底棲動物	亞潮帶共記錄 3 門 6 目 11 科 15 種，潮間帶共記錄 2 門 10 目 14 科 31 種
	海域魚類	共記錄 3 目 9 科 12 種

備註：以上結果係統計 103 年及 104 年度共 4 次調查成果

摘表 7　影響評估及對策摘要

區域	影響評估	對策
陸域生態	1.施工落塵造成植物生長不良 2.人車流動量頻繁，易增加入侵植物擴散速度與範圍 3.施工機具聲響及振動驅離陸域動物至鄰近相似環境 4.增加路死機率 5.黑面琵鷺分布區域距本計畫 1 公里之外，主要棲息地十份里距本計畫廠址約 10 公里之遠，應不致對其產生重大影響	1.加強灑水、覆蓋防塵布等措施 2.分期分區施工 3.加強植生，避免使用外來物種作為植栽 4 降低行駛速率、避免使用老舊機具 5.避免使用老鼠藥等化學藥劑 6.黑面琵鷺過境高峰降低施工強度 7.加強教育訓練
海域生態	1.陸域廢水流入污染 2.海域工程擾動造成海水懸浮固體增加 3.施工廢棄物丟棄海域，造成動物誤食、纏繞及進入洋流循環. 4.取水造成海域動物撞擊及汲入 5.以影響較大之情境一(1 組排水)而言，淡廠排放水排放後在距離底部排放口 200 公尺處鹽度僅有約 34.75psu，其與背景值之增量僅有 0.7%；其鹽度分布在距離底部排放口 100 公尺處最大值僅有約 34.85psu，其與背景值之增量僅有 1.0%；其影響範圍多半集中在距離排放口 100 公尺處，海域生物可藉迴避或調節滲透壓減少影響	1.廢水處理完善後排放 2.施工方法應搭配海域環境狀況，考量對海域環境影響較小之工法以及低污染船隻和機具

七、綜合檢討

綜合「臺南海水淡化廠可行性規劃－工程可行性規劃」（民國 100 及民國 101 年）執行成果以及民國 102 年度計畫補充調查與重新檢討成果，臺南海水淡化廠工程規劃成果歸納整理如摘表 8，並於表中說明本計畫與前期計畫之差異。

摘表 8 臺南海淡廠規劃成果檢討差異比較表

項次	項目	前期規劃成果	本年度規劃成果
廠址	廠址區位	將軍區鹽田附近土地	—
	廠區用地面積	約 6 公頃	因應開發規模擴增為每日 20 萬立方公尺，檢討用地面積總共約 12 公頃
海淡廠工程	開發規模	最適開發規模為每日 10 萬立方公尺	分期開發，各產水規模為每日 10 萬立方公尺
	淡化處理程序	主要單元分為取排水系統、前處理系統（混凝膠凝搭配 UF 膜方式）、淡化系統（RO 膜）及後處理消毒系統	—
	進水條件	TDS <38000	—
	取水量	每日 27.7 萬立方公尺	分二期規劃，各分別為每日 27.7 萬立方公尺取水
	排水量	每日 17.7 萬立方公尺	分二期規劃，各分別為每日 17.7 萬立方公尺立方公尺排水。
海淡廠工程	取水設施	取水方案： 陸域段約 2,940 公尺 海域段約 500 公尺	取水方案： 陸域段約 2,940 公尺 海域段因應濕地法延長至 600 公尺
	排水設施	陸域段約 2,940 公尺及海域段約 1,500 公尺，4 個架高排放豎管南北排列，距離各相距 150 公尺	陸域段約 2,940 公尺及海域段約 1,500 公尺（第一期）、2,000 公尺（第二期，減輕第一、二期排水相互作用而影響稀釋效果），4 個架高排放豎管距離各相距 15 公尺
	供水方式	直接併入自來水供水系統	第一期採麻豆新設混合池方案， 第二期採專管供應南科方案
經費成本	工程經費	1.海淡廠總工程經費 66.28 億元 2.輸水工程採兩點直接併入自來水供水系統之工程費用約 17.28 億元 3.總工程經費共計 83.56 億元	1.海淡廠工程經費第一期 61.96 億元，第二期 61.29 億元 2.採麻豆混合池方案之工程費用約 16.84 億元，採專管之工程費用約 20.36 億元 3.總工程經費第一期共計 84.44 億元，第二期共計 88.56 億元
	造水成本 (不含輸水路線)	1.海淡廠單位造水成本為 31.15 元/立方公尺 2.兩點直接併入自來水供水方式之單位供水成本為 3.87 元/立方公尺	1.海淡廠第一期單位造水成本為 29.14 元/立方公尺，第二期單位造水成本為 29.03 元/立方公尺 2.麻豆混合池方案供水方式之單位供水成本為 4.79 元/立方公尺，專管之單位供水成本為 5.60 元/立方公尺
興辦方式與推動期程	推動期程	第一階段：民國 108 年 每日達 5 萬立方公尺供水量 第二階段：民國 110 年 每日達 10 萬立方公尺供水量	第一期維持前期兩階段規劃供水期程，後續第二期每日產水 10 萬立方公尺之海淡廠則視用水需求滾動式檢討開發期程
	興辦模式	建議以採購法	第一期採統包，第二期專管供應廠商，建議採有償 BTO 方式辦理，或可由廠商自行辦理

Abstract

Considering regional water supply stability, future water demand and redundancy necessity, Ministry of Economic Affairs Water Resources Agency decided to revisit the development scale of Tainan seawater desalination plant. In other words, scale of desalination plant which was initially planned to be 100,000 cubic meters per day per policy will be re-examined along with all other relevant planning. In this project as a continuity of the project of Tainan seawater desalination plant feasibility study between the year of 2011 and 2013, planning of scale, development schedule, plant configuration, desalination process, engineering of seawater intake and outfall, water delivery program, promotion program and cost estimates and so forth will be reviewed and adjusted accordingly. The review results will be included in the environmental impact assessment.

It is estimated that by 2031water demand in Tainan area will be 1.112 million cubic meters per day if medium growth is anticipated. The amount of existing water sources approved already by the project of Fundamental Management Plan for Southern Taiwan Water Resources is 824,000 cubic meters per day. Besides, there are desalinated water of 100,000 cubic meters per day under planning, the second Nanhua reservoir of 112,000 cubic meters per day, and joint usage of 70,000 cubic meters per day. However, the second Nanhua reservoir of 112, 000 cubic meters per day is highly uncertain. As such, the water demand gap will be about 6,000 to 118,000 cubic meters per day by 2031. Hence, the original proposed scale of 100,000 cubic meters per day is recommended to increase to 200,000 cubic meters per day.

The site area of desalination plant with output of 200,000 cubic meters per day will be about 12 hectares. It will be developed by two phases with each 100,000 cubic meters per day, as the first phase, 50,000 cubic meters per day in 2019 and 50,000 cubic meters per day in 2021, and 100,000 cubic meters per day as the second phase. The process is pre-treatment + UF + RO with overall water recovery of 36%. The seawater intake and outfall pipeline will be constructed in two phases. The intake pipeline will be 2,940 meters at land domain and 600 meters at marine domain so as to reduce potential environmental impact on wetland. The outfall pipeline will be 2,940 meters at land domain, 1,500 meters at marine domain for the first phase and 2,000 meters at marine domain for the second phase. According to the simulation results of the drainage of the

desalination plant, the salinity above water layer has been diluted to the background level within a distance of about100 meters from the discharge port.

As for the water delivery of 100,000 cubic meters per day in the first phase, program of mixing tank at Madou will be used. In the second phase, exclusive piping will be used to deliver water of 100,000 cubic meters per day to Tainan Industrial park. The water will be sent to a storage tank in the park and then distributed to clients by distribution pipeline.

The project compares various promotion modes under conditions of government initiated and private initiated in terms of characteristics, advantages and disadvantages, the total costs, unit costs, related cases, roadblocks or problems as well as applicability. It is recommended to promote as EPC in the first phase and as compensable BTO in the second phase. The first 50,000 cubic meters per day will be in 2019, the second 50,000 cubic meters per day will be in 2021, and the time to develop the following 100,000 cubic meters per day will be subject to change per actual water demand in the future. It is estimated that unit production cost of water is 33.93 and 34.63 NTD for the first and entire phase with water delivery, and 29.14 and 29.03 NTD without water delivery, respectively.

The planning results and related supplementary eco-environmental survey in this project should be included in the project of Tainan Desalination Plant Feasibility Planning - Environmental Impact Assessment as the reference of following associated work.

結論與建議

一、結論

(一)考量公共用水缺口及備援水源前提下，海水淡化廠產水規模由原規劃之每日 10 萬立方公尺擴增為每日 20 萬立方公尺，並分二期開發，每期各為每日 10 萬立方公尺。

(二)第一期供水每日 10 萬立方公尺海淡廠分為兩階段開發，第一階段供水時程訂為民國 108 年（供水每日 5 萬立方公尺），第二階段則為民國 110 年（供水每日共 10 萬立方公尺）；第二期擴增之每日 10 萬立方公尺供水時程建議視賡續滾動式檢討需水時程，配合擇定開發期程。

(三)淡化處理程序維持前期規劃，其中 RO 機組部分，每套由每日 5,000 立方公尺提高至每日 10,000 立方公尺，規劃最大產水每日 20 萬立方公尺 RO 機組為一段式操作，考量彈性供水與開發期程因素，RO 造水率以 40%設計，單套 RO 機組每日產水量 10,000 立方公尺，共 24 套(包含備載 4 套)，維持 20%備載，增加操作彈性。

(四)取水分二期開發，取水管徑皆為 1,900 毫米，另考量七股濕地範圍，取水管由原規劃海域段 500 公尺延伸為 600 公尺，減少取水口對濕地之環境影響。排水管管徑皆為 1,500 毫米，海域段第一期為 1.5 公里，第二期排水管海域段延伸至 2 公里。排放口規劃 4 個架高排放豎管，間距 15 公尺，未來可依實際地況調查結果及整體施工考量調整；取排水管海域段採四條管溝分期平行設置，陸域段採共同管溝分期設置。

(五) 鹵水排放擴散模擬結果，因鹵水排放口之深度足夠且海流強，鹵水排放的擴散稀釋效果佳，排放口水層擴散情形，於排放口水平半徑 100 至 200 公尺範圍內已恢復至海域背景鹽度值；另由於鹵水密度大，多分布於底層，淺水層之鹽度影響較小。

(六)本海淡廠分二期開發，第一期及第二期含輸水單位造水成本分別為33.93 元/立方公尺及 34.63 元/立方公尺；第一期及第二期不含輸水單位造水成本分別為 29.14 元/立方公尺及 29.03 元/立方公尺。

(七)第一期可採統包方式作為興辦模式，並以工程及營運管理合併辦理之方式招標，以減少因分開招標所造成之責任釐清問題，進而降低營運品質；第二期則採有償 BTO 方式辦理或可採廠商自辦方式。

(八)本計畫生態調查結果，陸域環境自然度低，陸域物種不豐富，海域未發現保育性海洋哺乳類，以常見潮間帶及亞潮帶物種為主。

二、建議

(一)因應規模擴大導致用地需求增加，廠址於設計階段應補充地質鑽探測量及分析；而取排水管線陸域段設計階段仍需辦理管線試挖，並確認既有地下管線位置；取排水管線海域段建議須再進行附近海域地質調查，配合相關調查成果設計排水豎管排列形式。輸水路線方案確定後，需配合辦理管線試挖、混合池或專管配水池用地取得等事宜。

(二)針對淡化水可能之用戶端應再進行說明會，藉以讓用戶端瞭解海淡水質及可能之影響，提高用水戶對於海淡水之接受度。

(三)興辦方式中有關促參 PFI，因國內尚無生命周期完整之 PFI 海淡廠工程案例，計算參數並無依據，直接引用國外數據無法反映國內狀況，而相關案例「桃園科技工業園區海水淡化廠政府自辦與 PFI 之比較分析研究」之評估亦只能作爲參考。目前公共工程案仍依循現行既有之推動方式進行評估，待未來 PFI 制度相關各項配套措施確定後，宜再辦理評估。

第一章　前言

一、計畫緣起

近年因氣候變遷，極端氣候發生頻率增加，致傳統水資源設施供水能力受到影響。如民國 98 年 8 月 8 日莫拉克風災重創臺灣南部，曾文、南化等多座水庫淤積，使既有庫容量減少，造成臺南、高雄地區面臨水資源調度困難與供應不足的危機。乾旱問題導致地面及地下水源皆不足，海淡水來源穩定，不受天候、降雨分布等水文條件影響，加上淡化技術、產水效率及能源回收效能日益精進，因此海水淡化已成為國際新興水資源發展趨勢。

民國 100 年行政院核定之「臺灣南部區域水資源經理基本計畫」，將臺南海淡廠計畫列於中程水資源開發計畫，預計產水規模每日 10 萬立方公尺。經濟部水利署水利規劃試驗所業於民國 100~102 年辦理「臺南海水淡化廠可行性規劃」，評估於臺南將軍區鹽田設置海水淡化廠之可行性；經評估結果，其產出淡化水可併入自來水管網系統就近供給臺南市沿海地區民生及工業用水方案已具可行性，並於民國 103 年開始辦理將軍區鹽田廠址各項環境現況補充調查及環境影響評估等相關作業。

另因民國 104 年 4 月因前年冬季降雨量低，水庫蓄水不足，次年遭遇 67 年以來最嚴重之旱災，供水條件惡化；而臺南地區預計採取階段限水措施，此舉造成南科工業區用水戶需與水車公司簽約載水。故經濟部水利署在考量區域供水穩定度、未來用水需求及增加備援水源量之考量下，經檢討臺南海淡廠之開發規模，於政策面上初擬將由原每日 10 萬立方公尺規模海淡廠擴大增加產水量，俾利南部區域抗旱整備與用水調度需求，因此相關規劃內容皆需因應而重新檢討；同時原辦理中之環境影響評估作業亦須配合調整，故延長對廠址附近環境生態之監測調查，增加對區域生態環境現況之瞭解，以納入未來環評送件報告內作更完整之評析。

本計畫係延續前期規劃報告，於目前規劃之將軍區鹽田廠址，針對

海淡廠產水規模、分期開發期程、廠區配置、淡化程序、取排水工程規劃佈設、輸水方案、推動期程興辦方式及經費估算等，因應產水規模增加，對前期各項既有規劃檢討調整，並納入進行中之環境影響評估作業，使環評作業可依海淡廠擴大增加產水量之規模送件。

二、工作目標

本計畫工作目標除考量區域供水穩定與未來用水需求，將針對臺南海淡廠原規劃工程內容如相關取排水管線規劃、廠區配置、鹵水排放模擬及輸水方案等，因應開發規模由原每日 10 萬立方公尺規模擴大增加產水量，以供未來計畫推動及後續環境影響評估作業之參考。同時並配合原辦理中之環境影響評估作業延長對廠址附近環境生態狀態之監測，增進對區域生態環境現況之瞭解，納入未來環評送件報告內作更完整之評析，整體預期效益及成果如下所示：

(一)完成臺南海淡廠供水規模調整與工程配置檢討。

(二)完成臺南海淡廠取排水管線工程及輸水方案規劃檢討。

(三)完成臺南海淡廠產水規模調整後之鹵水擴散數值模擬。

(四)完成推動期程、興辦方式與建造/營運費用之估算調整。

(五)完成 2 季次環境生態（陸域及海域生態）補充監測調查。

三、工作範圍、項目與內容

(一)工作範圍

針對臺南海水淡化廠考量區域供水穩定與未來用水需求，開發規模調整擴大並延長對廠址附近環境生態之監測調查，以增加對區域生態環境現況之瞭解，本計畫工作範圍如圖 1-1 所示，針對本計畫各項工作項目及內容說明如下：

圖 1-1　臺南海水淡化廠預定廠址位置圖

(二)工作項目與內容

1、基本資料蒐集與分析

(1)用水供需資料蒐集檢討

(2)既有取排水路線之管線與地質資料蒐集與檢討

(3)取排水管線佈設工法資料蒐集

2、海淡廠產水規模調整與處理程序配置規劃檢討

(1)海淡廠產水規模與分期開發期程調整

(2)廠區配置規劃調整與淡化處理程序檢討

3、取排水工程及輸水方案規劃檢討、鹵水擴散模擬

(1)取、排水設施工程規劃檢討

(2)海淡廠鹵水排放之擴散模擬

(3)取、排水管線佈設規劃檢討

(4)輸水方案規劃檢討

4、推動期程、興辦方式與經費估算檢討

(1)推動期程與興辦方式檢討

(2)計畫總經費估算調整

5、環境生態補充監測調查

(1)陸域生態補充監測 2 季次

(2)海域生態補充監測 2 季次

6、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)報告書編印與修訂

四、前期規劃成果

因應用水需求日益增加，水利署已辦理臺南海水淡化廠相關規劃多時，相關計畫包含：民國 91 年「現階段海水淡化推動計畫(1/2)」、民國 96 年之「臺南海水淡化廠調查規劃」、民國 100 年之「臺南海水淡化廠可行性規劃-工程可行性規劃(1)」、民國 101 年之「臺南海水淡化廠可行性規劃-工程可行性規劃(2)」、民國 102 年之「臺南海水淡化廠可行性規劃-海域環境調查及計畫推動」、民國 103 年至今刻正辦理中之「臺南海水淡化廠可行性規劃-環境影響評估」及民國 104 年之「臺南海水淡化廠可行性規劃－地形測量、海岸變遷分析與 3D 建模展示」，主要成果整理如表 1-1 所示。

因各期規劃位置及供應對象略有不同，而本計畫為因應海淡廠擴增供水量及環境影響評估所需，故以前期計畫作為延伸，檢討海淡廠產水規模調整與處理程序配置規劃、取排水工程及輸水方案規劃、鹵水擴散模擬、推動期程及興辦方式與經費估算。前期各規劃工作項目整理如表 1-2，以規劃廠址為將軍區鹽田之民國 100、101、102 年度報告為主，並摘錄各規劃報告成果如下。

表 1-1　臺南海水淡化廠相關規劃成果摘要表（1/2）

計畫名稱	內容摘要	
現階段海水淡化推動計畫(1/2) (民國 91 年)	興辦目的	因應用水需求量增加，傳統水源已無法滿足其所需，必須研擬各種可能替代水源。考量臺灣四面環海，加上海水淡化技術成熟，因此辦理臺南地區設置海水淡化廠之可行性研究。
	供水方式	1.以 30 公里專管供應臺南科學園區，計畫成本 32.09 億元，單位供水成本為 40.53 元/立方公尺。 2.2.3.0 公里管線直接併入自來水系統，以交換用水方式供應臺南科學園區，計畫成本 19.71 億元，單位供水成本為 28.74 元/立方公尺。
	開發規模	每日 3 萬立方公尺
	廠址	七股鹽廠，面積 2 公頃
臺南海水淡化廠調查規劃 (民國 96 年)	興辦目的	南科用水需求日益增加，乃重新辦理臺南地區設置海水淡化廠之初步規劃，以期提供優質水源，達到工業水源自主化之目標。
	供水方式	1.以 20 公里專管供應臺南科學園區，計畫成本 25.24 億元，單位供水成本為 41.47 元/立方公尺。 2.2.8 公里管線直接併入自來水系統，以交換用水方式供應臺南科學園區，計畫成本 19.14 億元，單位供水成本為 34.58 元/立方公尺。 3.海淡水與自來水混合後再透過 2.8 公里管線直接併入自來水系統，以交換用水方式供應臺南科學園區，計畫成本 20.41 億元，單位供水成本為 36.07 元/立方公尺。
	開發規模	每日 3 萬立方公尺。
	廠址	臺南科技工業區，面積 1.6 公頃。
臺南海水淡化廠可行性規劃-工程可行性規劃 (民國 100 年)	興辦目的	莫拉克風災導致南部水庫淤積，造成臺南、高雄地區水資源調度與供應的危機，因此辦理評估於臺南地區設置海水淡化廠，將產出淡化水併入自來水管網系統就近供給臺南市臨海地區民生及工業用水之可行性，達成臺南地區穩定供水，降低缺水風險之目的。
	供水方式	供水方式透過 9.7 公里管線直接併入自來水系統，計畫成本 84.55 億元，單位供水成本為 30.90 元/立方公尺。
	開發規模	每日 10 萬立方公尺
	廠址	七股鹽廠，面積 6 公頃

表 1-1 臺南海水淡化廠相關規劃成果摘要表（2/2）

計畫名稱	內容摘要	
臺南海水淡化廠可行性規劃-工程可行性規劃(2) (民國 101 年)	興辦目的	評估於臺南地區設置海水淡化廠，將產出淡化水併入自來水管網系統就近供給臺南市臨海地區民生及工業用水之可行性。針對取排水設施、混合輸水工程補充調查及廠址工程地質調查及相關海岸變遷模擬及鹵水模擬。
	供水方式	透過佳里加壓站混合池，混合後送入自來水管網，計畫成本 93.25 億元，單位供水成本為 34.41 元/立方公尺。
	開發規模	每日 10 萬立方公尺
	廠址	將軍區鹽田，面積 6 公頃
臺南海水淡化廠可行性規劃-海域環境調查及計畫推動 (民國 102 年)	興辦目的	著重於海域環境調查及計畫推動，針對前期規劃報告中尚未調查之海域環境資料進行補充調查，並藉由地方溝通宣導，表達對海水淡化廠取水工程安全穩定性、鹵水排放與海域生態、輸水路線及海淡水水質與口感等課題之關心。
	供水方式	採直接併入自來水供水系統，計畫成本 81.30 億元，單位供水成本為 33.12 元/立方公尺。輸水管線長度合計 20.05 公里。
	開發規模	每日 10 萬立方公尺
	廠址	將軍區鹽田，面積 6 公頃。
臺南海水淡化廠可行性規劃環境影響評估 (民國 103 年) (進行中)	興辦目的	臺南海水淡化廠之開發規模為每日 10 萬立方公尺，依法需辦理環境影響評估作業，並配合工程可行性規劃內容進行環境影響評估第一階段之環境影響說明書相關作業，藉由環境影響評估作業，瞭解工程計畫可能產生之環境影響，提出有效之減輕與因應對策，降低工程開發對環境之衝擊，以兼顧公眾用水與環境保育。
	調查成果	針對生態調查此計畫已完成 2 季陸海域生態調查，發現陸域生物物種並不豐富，唯一後續調查應考量黑面琵鷺抵臺季節（大量出現為 11 月至隔年 2 月），以釐清黑面琵鷺利用棲地與計畫影響範圍之關係；另海域生態均為潮間帶及亞潮帶常見之物種，物種組成受季節、深度及棲地環境不同而有所差異。且未有中華白海豚之發現記錄，與文獻紀錄將軍漁港為中華白海豚分布之南界相符。另對於海域環境調查成果，海溫約於 26℃ 至 32℃ 之間。
臺南海水淡化廠可行性規劃－地形測量、海岸變遷分析與 3D 建模展示 (民國 104 年)	興辦目的	計畫針對取排水設施工程施作時所需掌握之海岸及海域變遷資訊，進行海岸地形測量調查，同時依據測量成果配合蒐集往昔監測資料（較完整地形水深監測），配合與早期海岸有關地圖、航照與衛星圖資，進行計畫區域海岸地形之季節性與長期性之變遷特性分析。
	報告成果	海岸地形調查結果結合取排水管線規劃資料、海淡廠規劃成果、跨域加值構想以及整廠景觀意象及概念設計，製作成電腦模擬之 3D 模型系統，再後製臺南海水淡化廠平台動畫，以利後續臺南海水淡化廠計畫興辦、環評作業與推動工作時之展示。

表 1-2 臺南海淡廠歷年規劃工作項目一覽表（1/2）

項目	臺南海水淡化廠可行性規劃－工程可行性規劃（100 年）	臺南海水淡化廠可行性規劃－工程可行性規劃(2)（101 年）	臺南海水淡化廠可行性規劃海域環境調查及計畫推動（102 年）
(一) 基本資料蒐集與分析	1.基本資料調查 2.國外近期興辦海淡廠之案例資料蒐集分析 3.臺南海淡廠淡化技術規劃評估	1.海域環境 2.風力發電 3.專用漁業權分佈 4.國家公園及保護區	海淡廠周邊環境 1.海域地形 2.海象、海域水質 3.海域底質及生態 4.專用漁業權分布 5.國家公園及保護區
(二) 區域水資源供需檢討	1.台灣本島地區海水淡化廠現階段推動策略 2.國內推動海水淡化之問題檢討與評析 3.海水淡化在臺南地區之定位 4.臺南海水淡化廠與相關產業發展綜合分析 5.海水淡化廠開發規模分析	—	—
(三) 廠址評估	區位調查評估 1.可行廠址評析 2.環境現況調查 3.土地權屬與取得方式	工程地質調查 1.現場鑽探取樣及試驗工作 2.試驗室內試驗工作 3.廠址基地地層概況與工程特性 4.液化潛能分析 5.地盤改良規劃	—
(四) 海域環境資料調查	—	取排水設施外業補充調查 1.海域地形測量 2.海域水深地形測量 3.海域底質調查	1.海洋物理調查 2.海洋化學調查 3.海洋生物調查 4.漁業經濟調查 5.環境調查綜合評估
(五) 海淡廠淡化技術與處理程序	海水淡化廠工程初步規劃 1.七股鹽田廠址海水淡化工程規劃 (1) 海水淡化處理程序規劃 (2) 廠區工程規劃 2.臺南科技工業區廠址海水淡化工程規劃 (1)海水淡化處理程序規劃 (2)廠區工程規劃	數值模式模擬分析 1.海岸變遷數值模擬 2.海淡廠鹵水排放模擬	工程可行性規劃檢討 1.規劃檢討概述 2.海水淡化處理程序
(六) 取排水管線規劃	1.七股鹽田廠址海水淡化工程規劃-取排水工程規劃 2.臺南科技工業區廠址海水淡化工程規劃-取排水工程規劃	取排水設施工程規劃評估 1.取水設施工程（含取水井）規劃評估 2.排水設施工程規劃評估	取排水設施工程

表 1-2 臺南海淡廠歷年規劃工作項目一覽表（2/2）

項目	臺南海水淡化廠可行性規劃－工程可行性規劃（100 年）	臺南海水淡化廠可行性規劃－工程可行性規劃(2)（101 年）	臺南海水淡化廠可行性規劃海域環境調查及計畫推動（102 年）
(七) 輸水管線規劃	輸水管線初步規劃 1.七股鹽田廠址海水淡化工程規劃-海淡水輸水管線規劃 2.臺南科技工業區廠址海水淡化工程規劃-海淡水輸水管線規劃	混合輸水工程調查 1.可行混合方案研擬 2.混合池及輸水管線用地調查 3.混合方案功能檢討 4.既有埋設管線補充調查	下游自來水管線補充調查規劃
(八) 工程經費估算	1.七股鹽田廠址海水淡化工程規劃-工程經費估算 2.臺南科技工業區廠址海水淡化工程規劃-工程經費估算	—	工程經費與年計成本
(九) 興辦方式評估	1.台灣地區海水淡化廠興辦方式 2.海水淡化廠興辦營運方式 3.採購法與促參法的比較 4.臺南海水淡化廠興辦方式 5.營運管理規劃	—	—
(十) 經濟效益及財務計畫評估	1.經濟效益評估 2.財務計畫分析 3.後續推動方式建議	—	—
(十一) 環境影響評估	1.相關法規 2.廠址區位以往環境調查成果彙整 3.開發行為可能對環境造成之影響分析 4.減輕或改善對策 5.研擬後續調查與監測項目及範圍	—	—
(十二) 其他	—	宣導說明會 1.辦理目的 2.邀請參加對象 3.議程安排 4.辦理情形與主要意見 研擬相關報核計畫書 1.過去興辦方式分析 2.海水淡化廠興辦營運方式檢討 3.研擬相關報核計畫書	地方溝通宣導及計畫推動 1.地方座談會辦理 2.相關法令研析

(一)臺南海水淡化廠可行性規劃-工程可行性規劃(民國 100 年)

1、海水淡化廠開發規模分析

在民國 120 年滿足用水中成長需求條件下,針對臺南供水系統供水能力進行演算,模擬海淡廠與南化水庫、高屏堰、曾文-烏山頭水庫、曾文越域引水聯合運用的情境,分析海淡廠規模 10、15、20 萬立方公尺時,臺南供水系統的缺水指數 SI 值,詳表 1-3 所示。綜合自來水管網限制、用水需求、工程經濟、計畫效益、土地取得、環境保育等面向,評估臺南海水淡化廠最適開發規模為每日 10 萬立方公尺。考量臺南海水淡化廠產出海淡水併入自來水系統供應生活與工業用水的供水方式,海淡廠可採 2 階段分期開發方式,以逐步提高海淡水於沿海地區的接受度與使用量。

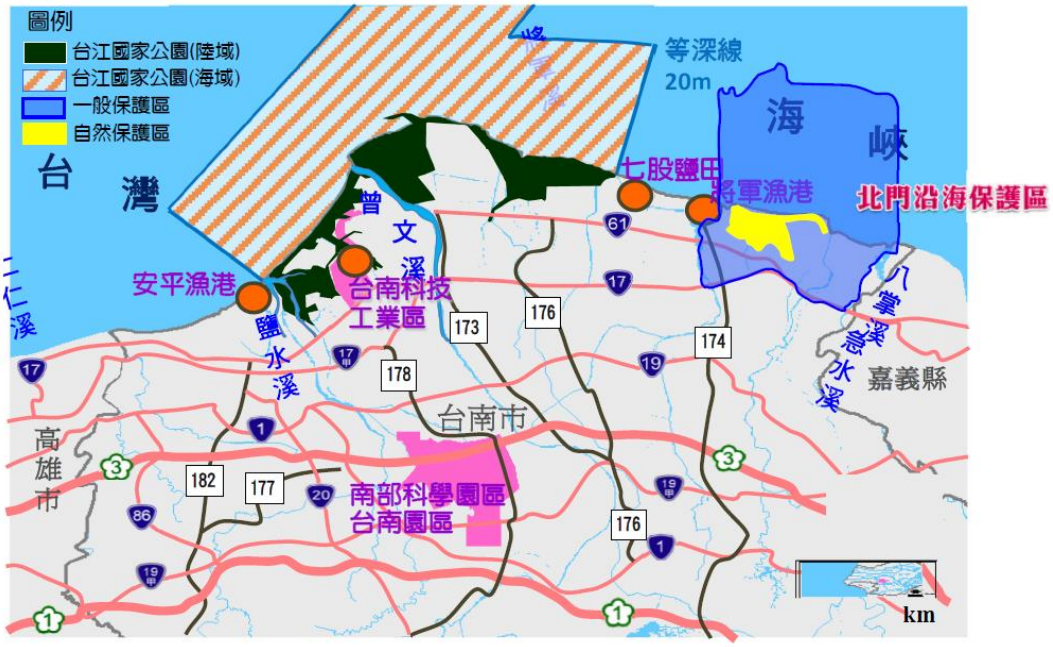
表 1-3 臺南供水系統不同規模海淡廠情境之缺水指標分析表

缺水指標	增加海淡廠規模				
	0 萬 立方公尺	10 萬 立方公尺	豐水期：4 萬立方公尺 枯水期：10 萬立方公尺	15 萬 立方公尺	20 萬 立方公尺
SI	1.26	0.84	1.0	0.64	0.22
年平均 缺水率	10.40%	6.49%	7.32%	5.49%	2.54%

資料來源：「臺南海水淡化廠可行性規劃-工程可行性規劃」，經濟部水利署水利規劃試驗所，民國 100 年。

2、區位調查評估

臺南海水淡化廠可行廠址採 2 階段評估方式,透過初選、優選過程,決定適宜廠址區位。可行廠址初步勘選共有 4 處候選廠址,由北至南分別為將軍漁港、七股鹽田、臺南科技工業區、安平漁港,詳圖 1-2 所示。經綜合評估供水規模限制、土地取得性與擴充性限制、海水水質差異、取排水管線工程難易度、環境影響評估作業涉及層面等條件,由於將軍漁港與安平漁港廠址用地因臺南市政府已規劃他用,因此篩選七股鹽田廠址與臺南科技工業區廠址進行可行廠址優選作業。



資料來源：「臺南海水淡化廠可行性規劃-工程可行性規劃」，經濟部水利署水利規劃試驗所，民國 100 年。

圖 1-2　臺南海水淡化廠候選廠址位置圖

(二)臺南海水淡化廠可行性規劃－工程可行性規劃(2)（民國 101 年）

1、廠址工程地質調查

(1)現場鑽探取樣與試驗

根據現場鑽探地層資料結果綜合研判，廠址基地地層分別由棕灰色回填土、灰色黏土、棕灰色粉土質砂、灰色粉土質砂~砂質粉土與灰色粉土質砂所組成。根據廠址基地現場鑽探資料研判，地層在鑽探最大深度（25.0 公尺）內，約可概分為五個層次。海淡廠廠址地下水位約位於地表下 0.3～0.5 公尺處，為便利分析及考慮季節性及暴雨時地下水位可能上升，分析時建議本基地地下水位於地表處，地下水壓則建議考慮為靜水壓。

(2)液化潛能分析

如表 1-4 所示，廠址基地地層在中小度地震（PGA=0.067g）下，液化潛能指數 PL 值均為 0.00；於設計地震（PGA=0.28g）時，液化潛能指數 PL 值介於 0.43～13.08 之間，多數屬中度液化損害程度，而最大考量地震（PGA=0.36g）狀況下，液化潛

能指數 PL 值介於 10.05~22.57 之間，屬中度至嚴重液化損害程度，顯示本廠址基地地層於設計地震與最大考量地震狀態下有抗液化強度不足之虞。

依建築物耐震設計規範與解說規定，於中小度地震作用下，工址不得發生液化，於設計地震及最大考量地震作用時，工址容許發生液化，但建築物基礎應採適當之處理，以防止地盤液化所造成之災害。

表 1-4　臺南海水淡化廠液化分析結果總表

項目	中小度地震 A=0.067g		設計地震 A=0.280g		最大考量地震 A=0.360g	
孔號	PL	損害程度	PL	損害程度	PL	損害程度
BH-1	0	—	7.99	中度液化	20.6	嚴重液化
BH-2	0	—	5.54	中度液化	12.03	中度液化
BH-3	0	—	9.56	中度液化	22.2	嚴重液化
BH-4	0	—	5.56	中度液化	16.81	嚴重液化
BH-5	0	—	0.43	輕微液化	10.05	中度液化
BH-6	0	—	5.47	中度液化	17.58	嚴重液化
BH-7	0	—	13.08	中度液化	22.57	嚴重液化

資料來源：「臺南海水淡化廠可行性規劃－工程可行性規劃(2)」，經濟部水利署水利規劃試驗所，民國 101 年。

(3)地盤改良規劃

考量廠址地層條件與提高地層抗液化能力之需求，建議地盤改良規劃採用液化防治工法，以降低土壤液化潛能。參考相關工程經驗，目前常用於大面積區域之液化防治工法，主要包含振動擠壓砂樁工法及礫石樁工法。

振動擠壓砂樁工法係利用振動機及高壓空氣的輔助，將中空鋼套管貫入擬改良之地層中，於達預定改良深度後，再將回填砂料由施工機械上部之填料斗投入，藉由鋼管之上下反覆拉拔及貫入，將回填砂料擠壓並夯實成一堅實柱體，使砂樁周圍土壤受到擠壓及振動趨於緊密，達到增加地層密度及剪力強度之目的，同時由於夯實砂樁本身具有一定之強度與良好之透水性。礫石樁工法分為溼式及乾式，溼式係利用揚實錐壓震動打設樁孔及沖水，藉由水流維持孔壁之穩定，再將礫石填實至預定深度已形成樁體；乾式係利用揚實錐配合油壓方式已形成樁

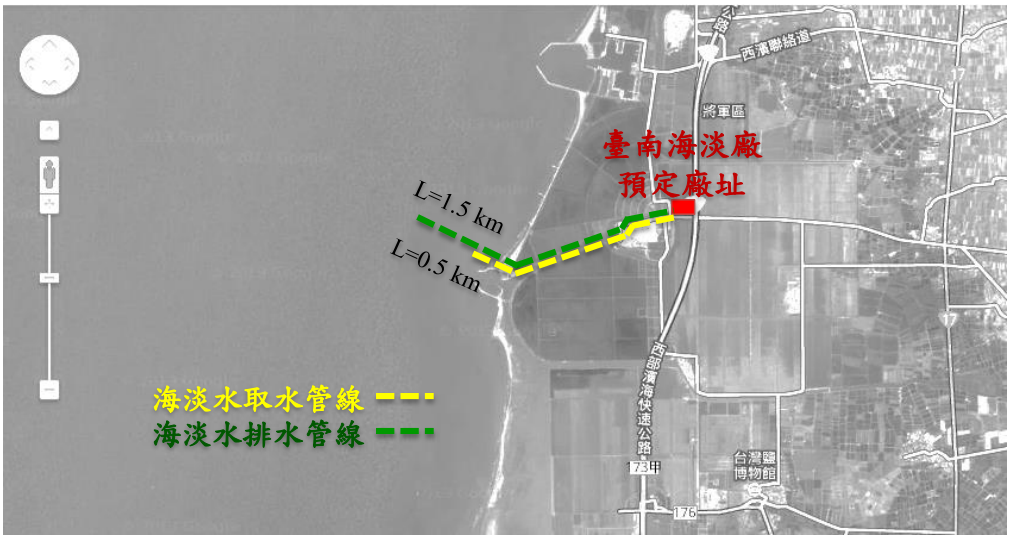
孔，再將礫石投入揚實錐底部，經反覆擠壓形成樁體。礫石樁兼具夯實土壤及良好排水功能，可以使原土孔隙比降低，並提供垂直排水功能，縮短排水路徑。

上述兩種工法就施工經驗、施工速度及施工費用相比較，振動擠壓砂樁工法具有較豐富之施工經驗，相對施工費用和施工工期較易掌握。再加上考量廠址基地之地質條件與提高地層抗液化能力之需求，建議廠址基地採用振動擠壓砂樁工法進行。本廠址改良範圍主要為第三層次之土層，根據於設計地震下之液化潛能評估結果進一步分析，其標準貫入試驗 N 值平均達 20 以上，其抗液化之安全係數皆可大於 1.0，方能於設計地震下提供足夠之抗液化能力。

(三)臺南海水淡化廠可行性規劃海域環境調查及計畫推動(民國 102 年)

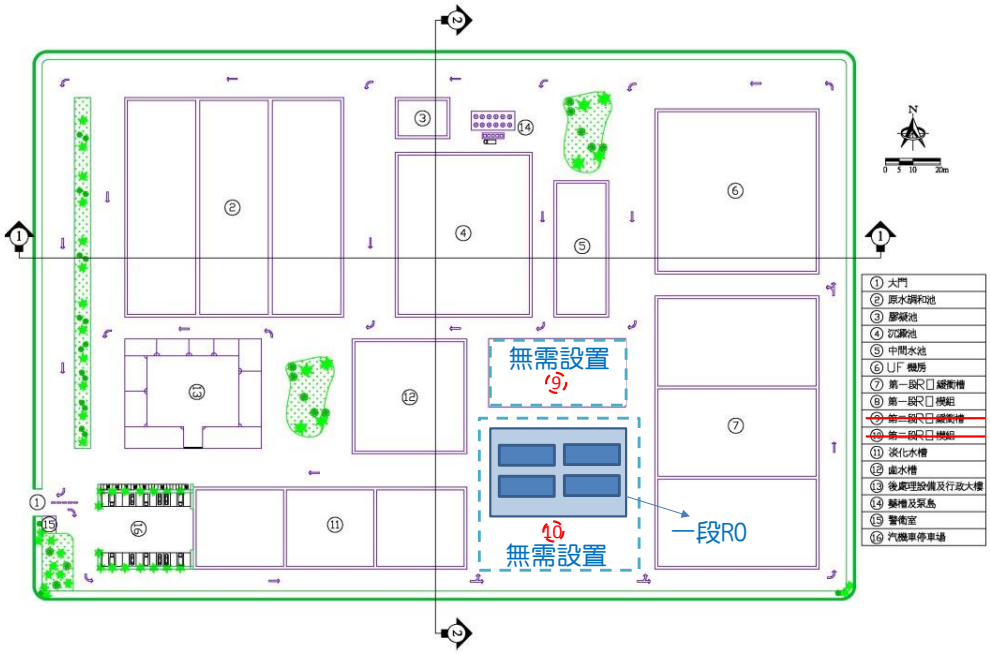
1、廠址位置及配置

海淡廠之廠址規劃區位為臺南市將軍區，其座落地號為臺南市將軍區 0540 口寮段 0206、207-1 地號，詳圖 1-3，平面配置示意圖如圖 1-4，廠區基地佔地為該地號之南端約 6 公頃面積，取排水口分別布設於離岸 0.5 公里及 1.5 公里處。



資料來源：「臺南海水淡化廠可行性規劃海域環境調查及計畫推動」，經濟部水利署水利規劃試驗所，民國 102 年。

圖 1-3　臺南海水淡化廠及其取排水工程位置圖



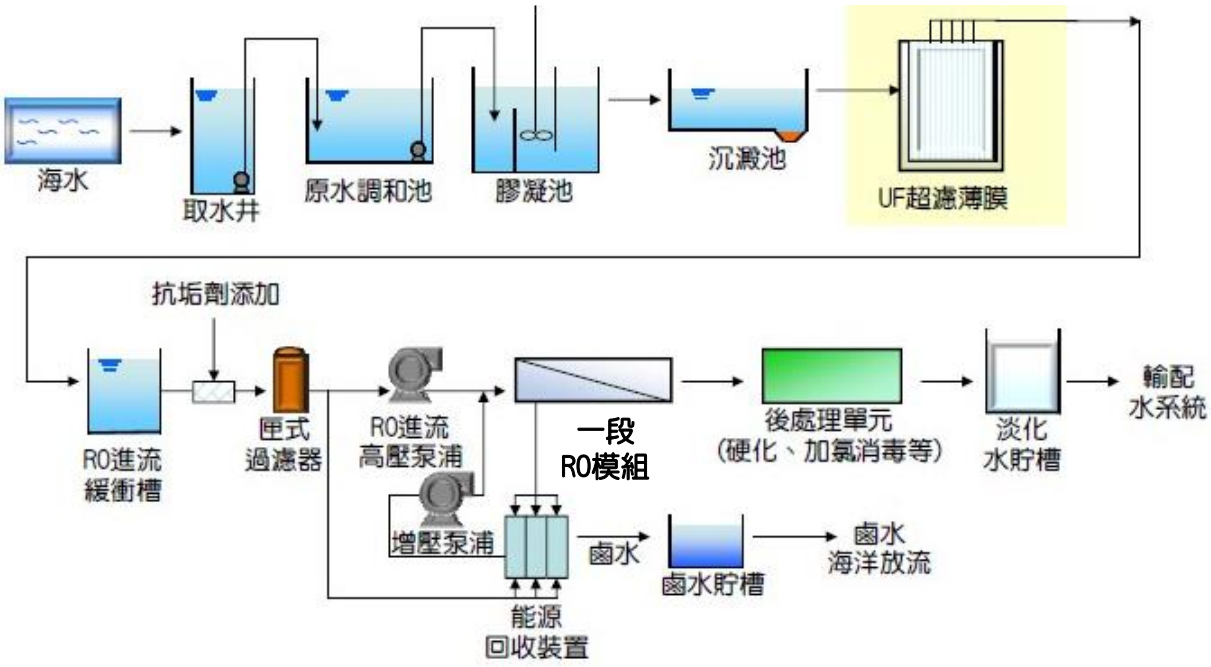
資料來源：「臺南海水淡化廠可行性規劃海域環境調查及計畫推動」，經濟部水利署水利規劃試驗所，民國 102 年。

圖 1-4　臺南海水淡化廠平面配置規劃示意圖

2、海水淡化處理程序

計畫工程規劃開發規模為 10 萬立方公尺/日，調整取水量及排水量後，平均產水率為 36%，取水量為 27.7 萬立方公尺，鹵水排放量至少 17.7 萬立方公尺。考量臺南海水淡化廠產出淡化水，擬併入自來水系統供應生活與工業用水供水，目前規劃採取 2 階段分期開發之方式（民國 108 年及 110 年）。

臺南海水淡化廠之淡化處理程序採用處理單元為取水(海水)與排水（鹵水）系統、前處理系統（混凝、沉降、過濾等傳統方式或薄膜方式)、淡化系統（逆滲透（RO）薄膜）以及後處理系統（消毒）等 4 個主要單元，海淡廠處理流程示意如圖 1-5。以一段式（one stage）RO 系統造水率以 40%設計，單套 RO 機組產水量每日 5,000 立方公尺，共 20 套，另為穩定區域用水，乃規劃增設 20%備載(4 套)，總計 24 套產水機組，增加操作彈性，總 RO 膜支數約 9,984 支。



資料來源：「臺南海水淡化廠可行性規劃海域環境調查及計畫推動」，經濟部水利署水利規劃試驗所，民國 102 年。

圖 1-5　臺南海水淡化廠處理流程示意圖

另以 IMS Design 薄膜分析軟體，採用一段式 RO 設計，並選用 SWC4+膜進行模擬，分別進行夏季 30°C 及冬季 15°C 條件下模擬結果，如表 1-5 及表 1-6。模擬結果發現如進水水質條件不變，冬季海淡水水質較夏季海淡水水質佳，惟冬季操作壓力較夏季高；以海水總溶解固體（TDS）濃度 35,323 mg/L 為例，產水 pH 值偏酸經過加鹼調整，夏季 RO 產水總溶解固體（TDS）約 336 mg/L，冬季海淡水總溶解固體(TDS)可降至約 247 mg/L，均可達飲用水水質標準（＜500 mg/L 以下）。海水氯鹽濃度在 19,800 mg/L 左右，夏季海淡水氯鹽濃度可降為 136 mg/L，冬季海淡水氯鹽濃度可降為 71 mg/L，可達氯鹽飲用水水質標準（＜250 mg/L）。整體而言夏季及冬季海淡產水水質均能符合行政院環保署民國 103 年 1 月 9 日所訂定之飲用水影響適飲性水質標準。由水質模擬數值結果可知海淡水屬軟水性質，大部分高價離子已被去除，雖然採用較高比例與自來水混合，其總溶解固體(TDS)會稍微下降，惟差異不大，蘭氏飽和指數 LSI 值仍為負數。

表 1-5　海水淡化廠夏季產水水質模擬分析（30℃）

序號	項目	單位	夏季之模擬結果(30℃)			飲用水質標準
			海水	海淡水	鹵水	（影響適飲性）
1	總溶解固體	mg/L	35,323	336.0	58,668	<500
2	pH	-	8.1	7.4	6.7	6~8.5
3	鈣	mg/L	390	26.0	650	-
4	鎂	mg/L	1,200	1.9	1,999	-
5	鈉	mg/L	10,934	83.4	18,168	-
6	鉀	mg/L	566	5.4	940	-
7	氨氮	mg/L	0.2	0.001	0.3	<0.1
8	鋇	mg/L	0.007	0.001	0.012	-
9	鍶	mg/L	5.080	0.005	8.463	-
10	碳酸鹽	mg/L as $CaCO_3$	7.6	0.001	0.3	-
11	碳酸氫鹽	mg/L as $CaCO_3$	250	79	297	-
12	硫酸鹽	mg/L	2,170	3.7	3,614	<250
13	氯鹽	mg/L	19,800	136	32,992	<250
14	氟離子	mg/L	0.8	0.007	1.3	-
15	硝酸鹽	mg/L	0.1	0.003	0.2	-
16	硼	mg/L	4.2	1.1	6.3	-
17	二氧化矽	mg/L	0.1	0	0.2	-

資料來源：1.「臺南海水淡化廠可行性規劃海域環境調查及計畫推動」，經濟部水利署水利規劃試驗所，民國 102 年。

2.「飲用水影響適飲性水質標準」行政院環保署，民國 103 年 1 月 9 日

表 1-6　海水淡化廠冬季產水水質模擬分析（15℃）

序號	項目	單位	冬季之模擬結果(15℃)			飲用水質標準
			海水	海淡水	鹵水	（影響適飲性）
1	總溶解固體	mg/L	35,323.0	259.0	58,730.0	<500
2	pH	-	8.1	7.5	6.7	6~8.5
3	鈣	mg/L	390.0	29.0	650.0	-
4	鎂	mg/L	1,200.0	1.2	1,999.0	-
5	鈉	mg/L	10,934.0	51.4	18,195.0	-
6	鉀	mg/L	566.0	3.3	942.0	-
7	氨氮	mg/L	0.2	-	0.3	<0.1
8	鋇	mg/L	0.0	-	0.0	-
9	鍶	mg/L	5.1	-	8.5	-
10	碳酸鹽	mg/L as $CaCO_3$	7.6	0.001	0.2	-
11	碳酸氫鹽	mg/L as $CaCO_3$	250.0	87.4	265.8	-
12	硫酸鹽	mg/L	2,170.0	2.3	3,615.4	<250
13	氯鹽	mg/L	19,800.0	84.0	33,054.0	<250
14	氟離子	mg/L	0.8	0.0	1.3	-
15	硝酸鹽	mg/L	0.1	-	0.2	-
16	硼	mg/L	4.2	0.6	6.7	-
17	二氧化矽	mg/L	0.1	-	0.2	-

資料來源：1.「臺南海水淡化廠可行性規劃海域環境調查及計畫推動」，經濟部水利署水利規劃試驗所，民國 102 年。

2.「飲用水影響適飲性水質標準」行政院環保署，民國 103 年 1 月 9 日

3、取排水設施工程

(1)取水位置及管線規劃

取排水管線路線規劃為沿青山漁港北防波堤北側 50 公尺範圍線，2 管線採平行布設，避開南側青山漁港航道、台江國家公園海域範圍及外海電纜、油管管線等可能限制條件，另離岸 500 公尺處，水深約 5 公尺可滿足取水水位要求，且水質與離岸較遠海域水質相仿穩定，為海淡廠適宜取水位置。臺南海水淡化廠廠址海域位於青山港沙洲，屬於侵蝕型海岸。採用 50 年重現期距颱風波高 H_b=8.2 公尺，配合臺南海域谷部水深 h_t 與砂堆峰部水深 h_c 比值約 1.2 且 h_c=0.66H_b，推估近砂堆處碎波引起之最大海床侵蝕深度為 0.5（h_t-h_c）=0.57 公尺。為避免近岸埋設管路曝露至海床上受浪流作用，灘線附近管路埋深至少 2 公尺，碎波帶內管路埋深至少 1 公尺。

(2)取水量及取水方式

以每日 10 萬立方公尺作為設計產水量，以整廠平均造水率 36%估算設計(混凝系統造水率 95%、UF 系統造水率 95%、RO 系統造水率 40%估算)，規劃取水量至少需 27.7 萬立方公尺，取水方式採用離岸埋管式取水，取水方案採直立式取水方案，取水口為開放式取水，頂部設置網目 0.25 公分粗攔污柵，海域端管線長度約 0.5 公里，並於岸上端設置乾式取水井，以直接揚水方式汲取海水，經陸域段 2,940 公尺輸水管線輸送至廠區。

(3)排水位置及管線規劃

鹵水排放位置須考慮海域流向、流速與環境敏感區位，以避免將排放入海的鹵水再度取回海淡廠使用，並降低海域環境的可能影響，由於臺南沿岸海域海流方向以南、北向為主，為避免取水口海水受到排放鹵水影響，其排放口位置與取水口位置應保持一定的距離，且排放口設置於取水口西方，以達遠離台江國家公園海域預定範圍及減低取水影響之目標。參考國外

海淡廠鹵水排放試驗與鹵水排放水質監測結果、以及工程鹵水排放數值模擬結果，顯示鹵水應可於 400 公尺範圍內稀釋至海域背景水質鹽度，因此規劃取、排水口呈東西向佈設，距離約 1,000 公尺，海域端管線長度約 1.5 公里。

(4)鹵水排放量及排水方式

以平均產水率 36%估算設計，鹵水排水量至少為 17.7 萬立方公尺。排水位置及型式則參考國外海水淡化廠鹵水排放設施配置案例，採用多點排放型式可獲致較佳稀釋結果，並降低鹵水排放可能之影響。如排放管距離取水口距離越遠，對海水淡化廠取水影響亦越小，故配合排水管線佈線調整成東西走向，排放口位置調整至取水口西側離岸 1.5 公里處，將 4 個管徑 350 毫米架高排放豎管，成南北向分佈於排放管末端，距離亦各相距 150 公尺，詳表 1-7。

表 1-7　臺南海水淡化廠取排水工程規劃表

項目		直立式取水工	排水工
整廠造水率		36%	36%
取排水量(CMD)		27.7 萬	17.7 萬
管線長度(公尺)	陸域段	2,940	2,940
	海域段	500	1,500
管徑(毫米)		1,900	1,500
取/排水點		取水口在最低低潮位下 1.5 公尺以下	排水口高程至少高於 EL.=-9.3 公尺
管線埋深		離近灘地管線埋設深至少 2 公尺；碎波帶管路埋深至少海床下深度 1.0 公尺以下	離近灘地管線埋設深至少 2 公尺；碎波帶管路埋深至少海床下深度 1.0 公尺以下
取排水口設置高度		高於海床 1.9 公尺	高於海床 1.5~2.0 公尺

說明：整廠造水率為 36%（傳統前處理造水率 95%，UF 系統造水率 95%，RO 系統造水率 40%）

資料來源：「臺南海水淡化廠可行性規劃海域環境調查及計畫推動」，經濟部水利署水利規劃試驗所，民國 102 年。

4、下游自來水管線補充調查規劃

(1)自來水及海淡水混合後水質評估及因應方案

採用 Hydranautics 薄膜水質分析軟體，參考前期報告海水水質及臺南地區自來水水質，依據海淡水出廠前經礦化（LSI=-0.84），分別模擬與自來水以混合比例 1:1 及 2:1 混合後水質，詳表 1-8，兩種混合比例之混合水 LSI 均為-0.7，介於±1

之間，均不會對管材造成風險。另外，產水中硼含量由表結果看出，兩種混合比例水體水質硼含量均符合世界衛生組織(WHO)建議飲用水標準的硼濃度小於 2.4 mg/L 及歐盟則規定飲用水標準的硼濃度為小於 1.0 mg/L。

部分南科臺南園區半導體廠商對硼離子濃度的進水需求為 0.05 mg/L，基於供水經濟效益考量，建議南科臺南園區的特殊水質需求用水戶，須自行設置除硼處理設備，以滿足用水需求。

表 1-8 臺南海水淡化廠不同混合比例之水質

項目	單位	海水	海淡水	自來水*	海淡水/自來水混合比	
					1:1	2:1
pH	--	8.1	7.5	7.7	7.6	7.6
TDS	mg/L	35,323	259	240	250	253
Cl^-	mg/L	19,800	84	5.3	44.7	57.8
NH4+	mg/L	0.2	0	ND	0	0
NO_3^-	mg/L	0.1	0	0.19	0.10	0.06
SO_4^{2-}	mg/L	2,170	2.3	44.6	23.5	16.4
CO_3^{2-}	mg/L	7.6	0.1	0.4	0.25	0.2
HCO_3^-	mg/L as $CaCO_3$	250	87.4	100	93.7	91.6
SiO_2	mg/L	0.1	0	10**	5	3
Ca	mg/L	390	29	34	32	31
Mg	mg/L	1,200	1.2	10.3	5.8	4.2
Na	mg/L	10,934	51.4	23	37.2	41.9
K	mg/L	566	3.3	0**	1.7	2.2
Sr	mg/L	5.1	0.005	0	0.003	0.003
Ba	mg/L	0.007	0	0.02	0.01	0.01
B	mg/L	4.2	0.6	0.05**	0.33	0.42
LSI	--	1.14*	-0.84[1]	-0.5	-0.7	-0.7

[1] 海淡水 LSI 經礦化後通常會大於-1，腐蝕性減少。
[2] T=15℃模擬結果
* 自來水水質以南化三座淨水場為參考水質。
** 推估值。

5、工程經費與年計成本

(1)總工程經費

海水淡化廠各項工程經費估算經檢討，參照行政院公共工程委員會所編撰之「公共建設工程經費估算編列手冊」進行估算。海淡廠總工程經費計 66.28 億元，若搭配以兩點直接併入自來水供水管網系統之供水方式，則總工程費用約須 83.56 億元。若搭配麻豆配水池方式供水，則總工程費用為 88.83 億元。

(2)年計成本

在採購法興辦模式下，以年利率 3%估算，產水規模每日 10 萬立方公尺之海淡廠單位造水成本為 31.15 元/立方公尺，若搭配以兩點直接併入自來水供水管網系統之供水方式，海淡廠單位造水成本增為 35.02 元/立方公尺。若供水方式改以麻豆配水池供水，則單位造水成本計為 36.19 元/立方公尺。

(四)臺南海水淡化廠可行性規劃環境影響評估－專題報告(民國 103 年)

1、結合綠能與減碳可行性

目前，國內能源主要仰賴進口達 98%以上，高度依賴石油，面對傳統能源日益耗竭、能源價格震盪劇烈、加上全球氣候變遷衝擊，為因應未來國內能源需求，推動再生能源的開發利用除可增進國內能源多元化將有助於減少對於環境負荷。國外常使用之綠能包括風力能、太陽能、生質能、海洋能、水力發電及地熱能…等不同能量來源，目前國內以風力發電、太陽光電作為主要推動重點。

而海水淡化的能源向來是成本支出之重要考量，為降低淡化成本，從 60 年代起始有利用天然綠色能源的淡化模廠出現；天然綠色能源具有取之不盡用之不竭的特性，目前用於海水淡化廠之綠能亦主要包含太陽能及風能。美國於 1959 年設置全球首座的太陽能海水淡化模廠，加拿大則於 1974 年設置日產 10 立方公尺的風力發電海水淡化模廠。中東地區因多處歐亞大陸內陸區域，氣候乾燥炙熱，具有太陽能開發潛能，而風力發電其場域需具備

良好的風場，合適場址相對較少。以澳洲第一座海水淡化廠-西澳伯斯海水淡化廠（Perth Seawater Desalination Plant, Kwinana, Australia）為例，其產水規模每日 14.4 萬立方公尺，供應伯斯地區 17%用水量；藉由收購之方式，如圖 1-6，間接使用海淡廠北方約 260 公里處的 Emu Downs 風力發電機組產出電能（產出電力直接併入當地電力輸配系統），此為全球海水淡化廠間接使用再生能源的首例。

資料來源：http://elq.typepad.com/currents/2011/12/currents38-06-kelley-2011-1123.html

圖 1-6　澳洲伯斯海水淡化廠間接使用之風力發電機組

再生能源可謂用之不盡取之不竭，然實際設置上還是有諸多限制，例如風力能需考慮風場是否可達經濟效益、太陽能則因轉換效率需要廣大土地設置太陽能面板；而部分再生能源受限於地形因素，例如地熱能及海洋能，在台灣需要尋找合適地點才可設置利用。

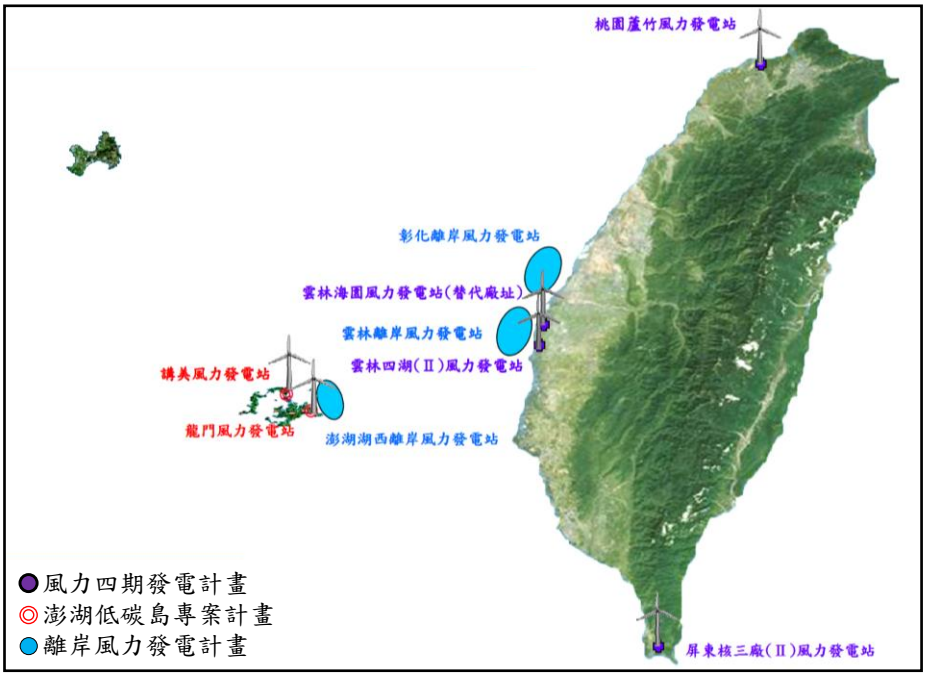
臺灣位處亞熱帶季風區，雖然風力資源充足，但風力發電穩定性不若傳統發電，需設置儲能系統，若海淡廠直接使用風力發電，國外也僅有小型規模海淡廠運用實例，顯示海淡廠產水耗能

與風力發電直接使用的方式不具發展性，宜採用間接結合方式。

如使用太陽能發電全額供應海淡廠產水所需電量，所需土地成本大，且設置大面積太陽能發電設施不易，初期建置成本亦較風力發電系統高；太陽能發電亦無法保持穩定供電狀態，僅適合作為輔助能源，設置上有諸多阻力因素（如用地面積過大、日照強度不足及日照日數過短、維修保養經費、尚需設置備載或儲能設施）。以臺南海水淡化廠而言，如以太陽能發電全額供應海淡廠產水所需用電不符經濟效益。然太陽能發電可降低二氧化碳排放量，建議利用海水淡化廠廠房屋頂設置太陽能面板，所生產電力可供廠內除產水使用外之電力。

臺南海水淡化廠如以產水每日 10 萬立方公尺，用地面積則約 6 公頃，廠房樓頂可利用空間約可設置 1.5 公頃太陽能發電面板供廠內照明使用，裝置容量約可達 800 瓩。以每日每瓩發電量 3.6 度計算，全年可發電量 105.12 萬度；以能源局每度電排放 0.522 公斤二氧化碳計算，全年可減少 548.72 公噸二氧化碳排放量。若以每公頃造林地每年二氧化碳固定量最高值 14.9 公噸計算，相當於 36.8 公頃的造林減碳效益。

另外建議未來臺南海水淡化廠可以搭配雲林或彰化離岸風力發電站之綠能使用（如圖 1-7），參考澳洲伯斯海水淡化廠以間接方式使用風力發電之模式，藉由認購綠能來達成減少溫室氣體排放目標，也促進其他再生能源產業發展。



資料來源：台灣電力公司

圖 1-7　規劃中風力發電站分布圖

2、鹵水再利用

鹵水排放中的鹽度對於海洋生物之生存與成長為重要因子，然每種生物對於鹽度容忍度不同，故目前尚無一定標準可以規範。而我國海洋放流管線放流水標準，僅有規範甲類及乙類海域水溫不得超過 42 ℃，溶氧及鹽度則未有相關排放限制。例如美國坦帕灣海水淡化廠，藉由環境監測計畫監測廠址鄰近海域水質，並將海水淡化廠未操作及操作期間之監測數據與背景海域水質作比較，藉以評估此區海域水質受鹵水影響程度。監測數據顯示即使在最大量產水期間（每日 11 萬立方公尺），鄰近海域水體鹽度變化與背景水質相差均在 2 ppt 以內。分析監測數據亦發現並未對鄰近海域之生物資源豐富度及多樣性造成影響；底棲生物族群及魚類族群之聚落變化與非鄰近排放口之海域相同；海水淡化廠操作與未操作期間亦無明顯變化。澳洲黃金海岸海水淡化廠分別在排放口附近及距離排放口南北約 460 公尺之鹵水混合區域邊緣各設置 5 個監測點位。分析監測結果，此區海域之動植物豐富度和多樣性並未受海水淡化廠排放鹵水影響。日本沖繩（Okinawa）

海水淡化廠由 1996 至 2003 年海淡廠 7 年運轉期間之海域生態調查成果顯示，鹵水擴散至海床時的含鹽濃度低於 39 ppt，對當地珊瑚礁生態負面的影響甚小。在鹽度耐受度測試方面，針對海膽、海錢及鮑魚在海淡廠排放口鹽度範圍內（35 至 40 ppt）分別以不同鹽度進行養殖實驗，結果顯示三種生物在所有實驗存活率皆為 100 %，受海淡廠鹵水排放影響甚小。

由上述相關研究資料，可瞭解海淡廠排放鹵水對於海域環境衝擊並不大。而鹵水零排放目前皆屬於研究階段，評估鹵水零排放成本高且耗能，不具經濟效益，臺南海水淡化廠鹵水排放位置於臺灣海峽，經年受海流作用影響，鹵水累積問題甚小。

臺灣目前鹽業原料已以進口為主，臺灣地區製鹽成本每噸約在 5,000 至 10,000 元台幣左右，而從澳洲進口價格約在 1,000 至 1,500 元/噸，差價甚高，故發展製鹽產業可行性甚低；以臺南海水淡化廠排放鹵水，最可行行方案為發展休憩觀光產業、提製化學品使用及提供予養殖漁業。

(1)發展休憩觀光產業

臺南海水淡化廠位處雲嘉南濱海國家風景區的範圍之內，未來規劃如能結合風景區之大型休閒設施之開發或搭配美容及醫療等具潛力的周邊設施會有加乘效果，例如：鹵水游泳池、溫淡海水泡腳池及 SPA 池等，則能發展濃鹵水之休憩觀光產業（如圖 1-8）。

(2)鹵水提製化學品

未來發展規劃一方面須盡速研發可以商業化應用之化學品或微量元素提製技術，例如：衛浴清潔用品及化妝品、醫療產品等。另外，可適當的結合相關化學產業或電子高科技產業之發展需求，形成相關的上下游產業鏈關係。

(3)提供予養殖漁業

臺南海水淡化廠周邊尚有養殖漁業，可參考台肥花蓮廠運用海洋深層水低溫及富營養鹽之特性，利用海淡廠排放水加以

培養餌料性浮游生物及海藻養殖，提供附近之養殖漁業業者。此外，亦可以設置鹵水供水站，提供養殖業者使用，避免遇到梅雨季節，業者為維持養殖池之鹽度尚須抽取海水使用。

資料來源：台鹽實業公司

圖 1-8　臺鹽公司七股鹵水泳池及通霄溫淡海水泡腳池

3、推動跨域加值之可行性評估

參考「臺南海水淡化廠可行性規劃─環境影響評估」第三次期中報告之「臺南海水淡化廠跨域加值、減碳及鹵水零排放分析─專題附冊」(水利署水利規劃試驗所，民國 104 年 11 月)，推動跨域加值是否具有可行性，如圖 1-9 所示，應就規劃目的、法規、執行與財務之四個面向進行可行性評估，相關敘述如下：

(1)規劃目的

海淡廠開發目的係供應大臺南地區所需用水，而因海淡廠屬密閉式製水方式，故不因跨域加值方案而導致供水量有顯著降低。

(2)法規面

根據相關現況調查結果，非位於環境敏感地區，故所受法規限制較少，其跨域加值方案具有法規可行性。

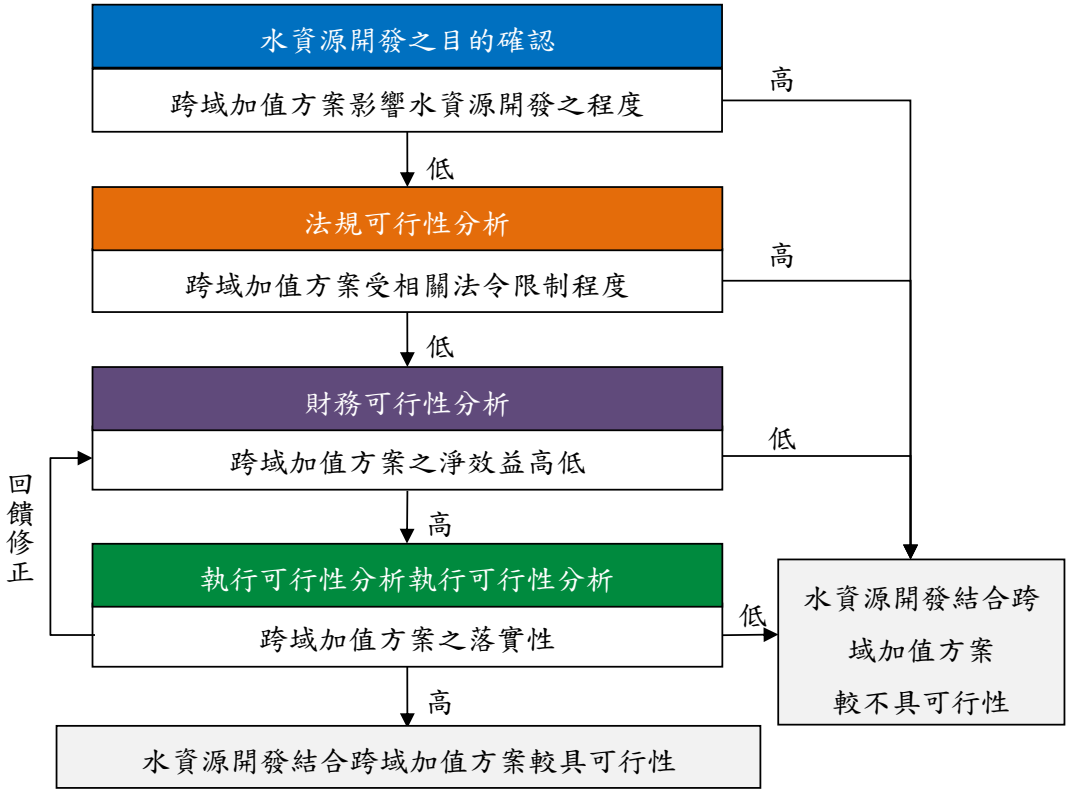
(3)執行面

就執行可行性而言，水利建設用地係以事業所必須為限，故水利機關並不作為周邊土地開發推動者，而需要持續與臺南市政府、公私有地主及其他相關單位進行整合，以提撥相關收益。

(4)財務面

財務可行性分析則詳如後述，當跨域加值方案對自償率之提升效果越高，則可行性越高。

而跨域加值方案主要針對土地開發、租稅增額財源、付費機制、使用者付費及異業結合等項目進行評估。針對臺南海水淡化廠周邊整體開發及發展定位，提出開發規劃構想，主要可分為海洋資源區、創新研發區、觀光休憩區等，區域配置詳圖 1-10。



資料來源：水資源開發規劃跨域加值方案可行性研究評估，經濟部水利署水利規劃試驗所，民國 104 年。

圖 1-9　水資源開發規劃推動跨域加值之可行性評估流程

資料來源：「臺南海水淡化廠可行性規劃—環境影響評估」第三次期中報告之「臺南海水淡化廠跨域加值、減碳及鹵水零排放分析—專題附冊」，經濟部水利署水利規劃試驗所，民國 104 年 11 月

圖 1-10　臺南海水淡化廠跨域加值整合計畫示意圖

4、跨域加值方案

彙整相關方案之效益與主管機關如下表 1-9 所示，然表列相關收益之主管機關不同，部分收益係需地方政府配合執行，且相關加值收益將回饋至地方政府，而非全由臺南海淡計畫收取；臺南海淡計畫主要可收取運用之自償性收益為海水淡化產業園區之相關開發收益。

表 1-9　跨域加值方案、效益與主管機關彙整表

跨域加值方案		跨域加值收益項	主管或相關單位
土地開發	海水資源產業園區（鹵水資源創新研發區、觀光遊憩與旅館區、鹽田文創區）	土地(地上權)租金、權利金	水利機關
TIF	租稅增額財源	地價稅、房屋稅、土地增值稅、契稅	臺南市政府
異業結合	海水資源周邊特色商品	商品授權金	水利機關
	海水資源產業園區附屬事業委外經營	委外經營權利金	水利機關
	熱氣球瞭望活動區	委外經營權利金	臺南市政府、水利機關
	鹽業文創館	商品授權金	文化部、水利機關
	停車場委外經營	委外經營權利金	臺南市政府、國有財產署
	自行車租借站	委外經營權利金	臺南市政府、雲嘉南濱海國家風景區管理處、國有財產署
	鐵馬驛站	附屬事業委外經營權利金	臺南市政府、國有財產署
	旅遊票券	委外經營權利金	臺南市政府
付費機制	海淡水出售	售水收入	水利機關
	鋪設七股鹽山	售鹽收入	水利機關

5、財務效益分析

財務指標評估根據「重大水利建設計畫財務規劃審查作業要點」之規定，落實水利建設財務規劃及財務策略檢核評估，，需進行以下相關之財務分析：

(1)進行淨現值法(The Net Present Value Method, NPV)：

將計畫期間各年的現金流量，利用折現率將其轉換為基年的價值和。淨現值法優點在於考慮到貨幣的時間價值，同時考慮到計畫期間內的所有收益。當評估結果 NPV 大於零時，表示該計畫具有投資價值，NPV 計算公式如下：

$$\mathrm{NPV}=\sum_{t=0}^{T}\frac{(R_t-C_t)}{(1+i)^t}$$

T：計畫評估期間　　i：折現率

R_t：第 t 年收益　　C_t：第 t 年成本

(2)內部報酬率(Internal Rate of Return, IRR)：

IRR 即是求出一報酬率水準，使計畫評估期間中所有現金流入的現值等於所有現金流出之現值。若 IRR 高於方案之資金成本率或必要報酬率，則該計畫可被接受。另考量評估期間的再投資率時，一旦 IRR 高於資金成本，但高估再投資之報酬或低估融資利率，而淨現值較為客觀，故優先以 NPV 為考量。IRR 之計算公式如下：

$$\sum_{t=0}^{T}\frac{(R_t-C_t)}{(1+i)^t}=0$$

T：計畫評估期間　　i：折現率

R_t：第 t 年收益　　C_t：第 t 年成本

(3)自償率(Self-Liquidating Ratio, SLR)：

依國家發展委員會對自償率定義為「營運評估年期內各年現金淨流入現值總額，占公共建設計畫工程興建評估年期內所有工程建設經費各年現金流出現值總額之比值」。當自償率大於或等於 100%，表示該計畫具完全自償能力，亦即計畫所投入的建設成本可完全由淨營運收入回收之。若自償率介於 0%

至 100%間，表示計畫未具完全自償，政府得補貼其所需貸款利息或投資其建設之一部。而當自償率小於或等於 0%時，即代表計畫完全不具自償能力，亦即計畫之營運淨收益為負，是否仍執行該計畫則需視政策需要而定。另依據國家發展委員會有關「公共建設計畫自償率及自償性經費計算之結論」，其自償率計算方式與說明如下：

$$\text{自償率 SLR}=\frac{\text{營運評估期間之淨現金流入現值總和}(R)}{\text{興建期間工程建設經費現金流出現值總和}(C_{土}+C_{工})}$$

經計算結合跨域加值後，其淨現值為-8,742 百萬元、內部報酬率小於 0，而自償率則為-27.46%。其中，由於每年操作維護費為 5.68 億元，而每年售水收益僅 3.83 億元，即使納入跨域加值收益，每年淨收益仍為負值，以致於 20 年營運評估期間內自償率小於 0，跨域加值之可行性較小。

五、補充資料

(一)海淡廠淡化技術規劃評估

目前商業化之海淡技術主要分為熱法與膜法，熱法包含多級閃蒸法(Multi-Stage Flash, MSF)及多效蒸餾法(Multi-Effect Distillation, MED)；薄法包含逆滲透法(Reverse Osmosis, RO)及電透析法(Electrodialysis, ED)，但 ED 法較適合運用在處理低鹽度含量(總溶解固體，TDS<1000 mg/L)的半鹽水，而台灣西部海域的海水鹽度(TDS≅36000 mg/L)較高，故電透析法較不適用。參考水利署民國 100 年「臺南海淡化廠可行性規劃—工程可行性規劃」計畫相關內容，評估臺南海水淡化廠淡化技術可行性，海水淡化技術之綜合分析如表 1-10 所示，依據表中海水淡化方法，海淡規劃廠址最適處理程序評估考量項目分述如下：

1、能源需求

RO 法僅需要電能即可操作，每立方公尺水的電能消耗約 3.3~4.2 kWh/m^3，而 MSF 法及 MED 法除了電能外還需要蒸汽能，

能源消耗分別為 5.2~6.0 kWh/m^3 及 3.2~3.8 kWh/m^3。

2、淡化水水質

經由 MSF 法及 MED 法處理後淡水水質 TDS<20 mg/L，而經 RO 法處理後之 TDS 介於 150~500 mg/L，皆符合環保署「飲用水水質標準」標準，TDS 濃度小於 500 mg/L。

3、前處理與後處理

對 MSF 法及 MED 法而言，前處理主要包括結垢、腐蝕及含氧量等，且排放之鹵水溫度較高。就 RO 法而言，傳統的前處理方式採用混凝、沉降及過濾等方式，現今前處理方法改用 UF 方法之海淡廠有增加趨勢。

4、土地需求

鑒於 MSF 法及 MED 法需蒸汽能，蒸汽來源可能是附近電廠、汽電共生廠（甚至是垃圾焚化廠）、或自行設置之鍋爐，所以較難量化淡化製程所需的土地面積。但原則上 RO 法相較於 MSF 法及 MED 法的土地需求面積較小。

5、環境衝擊

海水淡化廠最主要的環境衝擊為鹵水排放，現有的海水淡化技術皆會有高濃度鹵水排放，MSF 法及 MED 法所排放之鹵水溫度較高、含有結構抑制劑，及管線可能因受腐蝕析出重金屬離子，RO 法排放之鹵水為常溫，含有微量化學藥品。鹵水排放口必須妥善規劃及先進的設計，使鹵水排放能與周圍海水迅速擴散稀釋。

綜合以上分析，RO 法產水水質已達國內水質標準，加裝節能裝置後具經濟性，設廠佔地面積相較於熱法小且擴充性佳，對環境衝擊影響相較小。且因 MSF、MED 法之淡化技術皆需要大量之蒸汽能，故須結合電廠較為適宜，而目前選定之廠址將軍區鹽田附近並無既存或規劃中之電廠，故如以熱法之淡化方式則須另行設置蒸汽裝置，將比逆滲透法產水更為耗能。除外，近年來逆滲透薄膜製作技術已有顯著改善，整體產水量提升，能源消耗降低，運用 RO 法於商用

大型海淡技術比例提高，約 65%。經評估後，建議以 RO 法作為規劃考量。如爾後在廠址附近另有規劃電廠或汽電共生廠下，亦可再另行檢討合併海水淡化廠之可能性。

表 1-10　海水淡化技術綜合分析表

製程 / 條件	多級閃化法 (MSF)	多效蒸餾法 (MED)	逆滲透法 (RO)
電能消耗量 (kWh/m^3)	3.0~3.5	1.0~1.3	3.3~4.2
熱能消耗量 (kWh/m^3)	2.2~2.5	2.2~2.5	—
總能源消耗量 (kWh/m^3)	5.2~6.0	3.2~3.8	3.3~4.2
操作溫度	約 120 ℃	約 70 ℃	常溫
進水水質要求 (可忍受鹽度範圍)	可忍受高鹽度海水	可忍受高鹽度海水	可忍受的海水鹽度相對較低
產水水質 (TDS 濃度)	20 mg/L	20 mg/L	150 ~500 mg/L
設置方式	室外型	室外型	室內型
酸洗/化學清洗	偶爾	最少	經常

資料來源：1.IDE Technologies Ltd　2.本計畫彙整

(二)供水區域特色產業

臺灣南部特色產業涵蓋一級、二級及三級產業，相關地方特色產業細項如表 1-11 所示，臺南地區特色產業整理於表 1-12 中。經海淡廠處理之海淡水水質屬軟水性質，符合飲用水水質標準，金門、澎湖及馬祖等離島亦有使用海淡水的例子。目前海淡水如依前期規劃併入麻豆新設配水池之自來水管網系統，預估可供應到佳里區、學甲區及南科園區；佳里區之工業主要為金屬製品製造業、成衣及服飾品業、塑膠製品等，學甲區以紡織業及食品製造業為主，而南科園區為高科技產業，用水則不在此論述。下列為各產業使用海淡水之評估：

1、一級產業（農林漁牧業）

海淡水符合行政院農業委員會公告之「灌溉用水水質標準」，海淡水供應不受氣候影響，可避免因缺水而休耕之情形發生；另目前國內對畜牧用水之水質尚未有條文規定，而海淡水與自來水

水質相近應可供畜牧業。惟淡化水為高價成本水源，應有效利用，非必要時避免用於灌溉與畜牧業使用。

2、二級產業

(1)金屬製品製造業

金屬製品製造業用水需求可分為間接冷卻用水、製成用水、生活用水、鍋爐用水及其他用水，其中以間接冷卻用水之水量所占比例最高。

(2)塑膠製品業

塑膠製品用水以間接冷卻用水所占比例最高。生活用水次之。

(3)成衣及服飾品業

經濟部水利署民國 102 年工業用水量統計報告指出，紡織產業中，以織布廠的水織機及染整業之用水量最多。海淡水之 pH 值、鈣及鎂濃度略高於染色用水水質基準，若提供染整業者使用時將面臨到調整 pH 值及去除鈣、鎂濃度的問題，建議後續可納入拜訪溝通。

(4)食品及飲料業

依衛生福利部公告之「食品工廠建築及設備設廠標準」，條款中提及食品工廠直接用於食品製造之用水、用冰之水質應符合飲用水標準。而海淡水水質符合飲用水標準，故適合供食品加工業者使用。另佳里區和學甲區的食品加工業以罐頭、冷凍食品、脫水及醃漬食品的工廠為多數，無直接用水口感之問題。經調查後，於預估可供應區域之製作飲品公司僅有 3 家。

表 1-11　台灣南部地方特色產業分佈

台灣南部區塊	工業統計分類	地方特色產業
一級產業	農林漁牧業	農產品(茶葉、蓮花、甜柿、花生、洋香瓜、芒果、鳳梨、黑珍珠、洋蔥、牛蒡、九尾草、蝴蝶蘭、玉荷苞、芥菜)、漁產品(黑鮪魚、牡蠣、蚵、虱目魚)、蠶絲、畜牧
二級產業	成衣及服飾品業	成衣
	木竹製品業	竹製品、草席
	家具及裝設品業	家具
	化學製品業	化學製品、化妝品(洋青蔥香精、香水)
	塑膠製品	塑膠製品
	非金屬礦物業	陶瓷製品(陶瓷、磚窯、交趾陶、石猴)
	金屬製品業	螺絲、小五金、鎖類五金、金屬廚具
	電力電子業	擴音器、光電產業
	運輸工具業	電動代步車、電動輪椅
	食品及飲料業	製茶、醃漬食品(蜜餞)、烘焙食品(餅乾、黑鮪魚餅)、不含酒精飲料(茶飲料、飲用醋)、豆類加工食品(豆瓣醬、醬油)、糖果(貢糖、花生糖)、冷凍食品(芋仔冰)、酒類釀造(樹薯酒、山地酒、釀酒)、脫水食品(麵線、芒果加工、蓮子加工、水產乾製品)
三級產業	服務業	休閒農業、觀光溫泉
	手工藝	紙傘、油傘

資料來源：1.觀光工廠自在遊網頁，www.taiwanplace21.org/book/p3-1.pdf。

表 1-12　臺南地區著名地方特色產業產地一覽表

區域	特色展品
麻豆	文旦
玉井	芒果 (芒果冰、芒果乾)
官田	菱角
白河	蓮花（蓮藕、蓮子、蓮藕米粉、蓮子凍、蓮花料理）
關廟	鳳梨
七股	虱目魚
臺南	台灣小吃（虱目魚丸、虱目魚粥、棺材板、土魠魚羹、鱔魚面、意面、碗粿、蝦卷、米糕、擔仔面、肉粽等）
北門	虱目魚
關子嶺	泥漿溫泉
東山	咖啡
東山	龍眼
東山	柳丁
左鎮	破布子
關廟	麵

資料來源：經濟部智慧財產局，https://www.tipo.gov.tw/ct.asp?xItem=425422&CtNode=7041&mp=1。

(三)輸水路線規劃

臺南海水淡化廠於民國 91 及 96 年規劃供水對象為臺南科學園區，惟海淡水供水成本高於現行水價，使用者無意願支付差額水價致使規劃成果無法順利推動。民國 98 年莫拉克風災造成水庫集水區大量土石堆積，重創臺南、高雄地區供水設施，嚴重影響水庫供水能力。為滿足臺南市未來用水需求，供水對象不再侷限於單一科學園區，民國 100 至 102 年規劃報告以沿海地區生活與工業用水為供水標的，未來海淡水併入自來水管網系統統一調配，降低臺南市缺水風險，本計畫彙整前期規劃之各輸水路線如表 1-13，另本計畫針對優選之將軍區鹽田廠址作為海水淡化廠規劃，遂進行各輸水路線彙整如圖 1-11 所示。

(四)臺南地區再生水規劃

本計畫參考「臺南永康污水處理廠水再生利用可行性規劃」成果報告書（臺南市政府水利局，民國 104 年 10 月），其再生水廠工程主要分為土建設施、RO 機組設備、UF 機組設備及前過濾機組設備工程；再生水廠工程規模以每日 40,000 立方公尺產水量估算，總工程費約 13.51 億元，整體營運操作維護成本約 13.31 元/立方公尺，整體工期預估需時 2 年。

另參考「安平水資源回收中心水再生試驗模廠建置」期中報告書（臺南市政府水利局，民國 104 年 7 月），其再生水工程主要分為土建設施及 RO 機組設備設備、污水廠功能提升（MBR 改善）工程，再生水廠工程規模以每日 50,000 立方公尺產水量估算；總工程費約 13.05 億元，整體營運操作維護成本約 14.45 元/立方公尺，整體工期預估亦需時 2 年。

由於再生水僅能供應工業用水，並未能供應公共用水，在於整體用水調度及多元水源供應上彈性較低，使用端亦對於水質有所疑慮，故海淡水與再生水應併進規劃，並視未來使用需求做為擇定。

表 1-13 臺南海水淡化廠輸水路線方案表

規劃年度	開發規模(CMD)	廠址與面積	編號	供水對象與方式	輸水長度(km)	輸水管徑(mm)	輸水成本(億元)
民國91年	3萬	將軍區鹽田2公頃	1	專管供應南科園區	30.00	-	12.84
			2	直接併入自來水系統，以交換用水方式供應南科園區	3.00	-	-
			3	不含輸水路線成本	-	-	-
民國96年	3萬	臺南科技工業區1.6公頃	4	專管供應南科園區	20.00	800	6.12
			5	管線直接併入自來水系統，以交換用水方式供應南科園區	2.80		0.89
			6	海淡水與自來水混合後再透過2.8公里管線直接併入自來水系統，以交換用水方式供應南科園區	2.80		2.12
	10萬		7	專管供應南科園區	20.00	1,200	9.56
			8	管線直接併入自來水系統，以交換用水方式供應南科園區	2.80		1.38
			9	海淡水與自來水混合後再透過2.8公里管線直接併入自來水系統，以交換用水方式供應南科園區	2.80		3.47
民國100年	10萬	將軍區鹽田6公頃	10	輸水管線直接併入佳里自來水系統	9.70	1,350	7.21
民國101年			11	海淡水輸送至佳里混合池與自來水混合後再併入自來水系統	12.81	1,350	8.47
民國102年			12	海淡水直接併入自來水系統(兩點)	15.50	1,000 1,200	13.56 (含水管橋)
民國103年			13	海淡水輸送至麻豆混合池與自來水混合後再併入自來水系統	26.55	1,500 1,200	21.12
			14	直接併入佳里自來水系統	9.30	1,500 1,200	5.32
			15	專管供應南科園區	27.20	1,200	13.00 (概估)

資料來源：1.現階段海水淡化推動計畫(1/2)，經濟部水利署水利規劃試驗所，民國91年。
2.臺南海水淡化廠調查規劃，經濟部水利署水利規劃試驗所，民國96年。
3.臺南海水淡化廠可行性規劃-工程可行性規劃，經濟部水利署水利規劃試驗所，民國100年。
4.臺南海水淡化廠可行性規劃-工程可行性規劃(2)，經濟部水利署水利規劃試驗所，民國101年。
5.臺南海水淡化廠可行性規劃-海域環境調查及計畫推動，經濟部水利署水利規劃試驗所，民國102年。
6.臺南海水淡化廠可行性規劃環境影響評估，經濟部水利署水利規劃試驗所，民國103年。

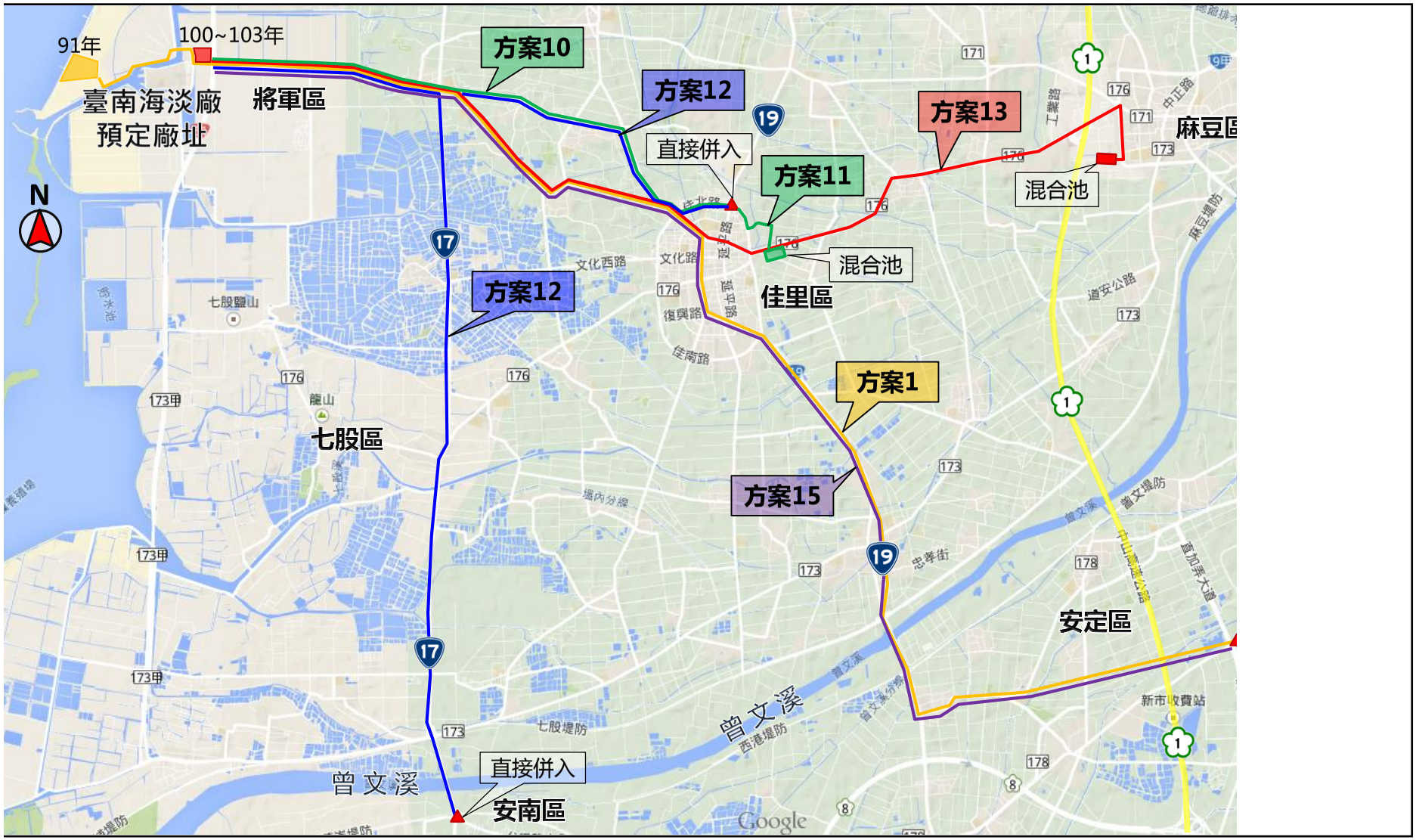


圖 1-11　臺南海水淡化廠輸水路線方案圖

(五)綜合檢討

綜合「臺南海水淡化廠可行性規劃－工程可行性規劃」(100 及 101 年)執行成果以及 102 年度計畫補充調查與重新檢討成果，臺南海水淡化廠工程規劃內容彙整如表 1-14，並於表中說明本計畫欲進行重新檢討之工作項目。

表 1-14 臺南海淡廠前期規劃成果及本計畫預計檢討彙整表

項次	項目	前期規劃成果	本計畫檢討內容
廠址	廠址區位	將軍區鹽田附近土地	-
	廠區用地面積	約 6 公頃	因應開發規模擴增，重新檢討用地面積及廠房配置
海淡廠工程	開發規模	最適開發規模為每日 10 萬立方公尺	依據供水需求檢討開發規模，並依據政策面需求檢討
	淡化處理程序	主要單元分為取排水系統、前處理系統(混凝膠凝搭配 UF 膜方式)、淡化系統(RO 膜)及後處理消毒系統	-
	進水條件	TDS <38000	-
	取水量	每日 27.7 萬立方公尺	因應開發規模擴增 重新檢討
	排水量	每日 17.7 萬立方公尺	因應開發規模擴增 重新檢討
	取水設施	直立式取水工	檢討海域段因應濕地法延長，並檢討取水深度是否足夠。
	排水設施	多點擴散方式	檢討多點擴散之距離合理性。
	供水方式	直接併入自來水供水系統	因應開發規模擴增、供水對象及興辦主體可能不同重新檢討
經費成本	工程經費	1.海淡廠總工程經費 66.28 億元 2.採兩點直接併入自來水供水系統之工程費用約 17.28 億元 3.總工程經費共計 83.56 億元	因應開發規模擴增 重新檢討
	造水成本	1.海淡廠單位造水成本為 31.15 元/立方公尺 2.兩點直接併入自來水供水方式之單位供水成本為 3.87 元/立方公尺	因應開發規模擴增 重新檢討
興辦方式與推動期程	推動期程	第一期：108 年每日達 5 萬立方公尺供水量 第二期：110 年每日達 10 萬立方公尺供水量	因應開發規模擴增 重新檢討
	興辦模式	建議以採購法	因應需求及供水對象可能不同，重新檢討

第二章　基本資料蒐集與分析

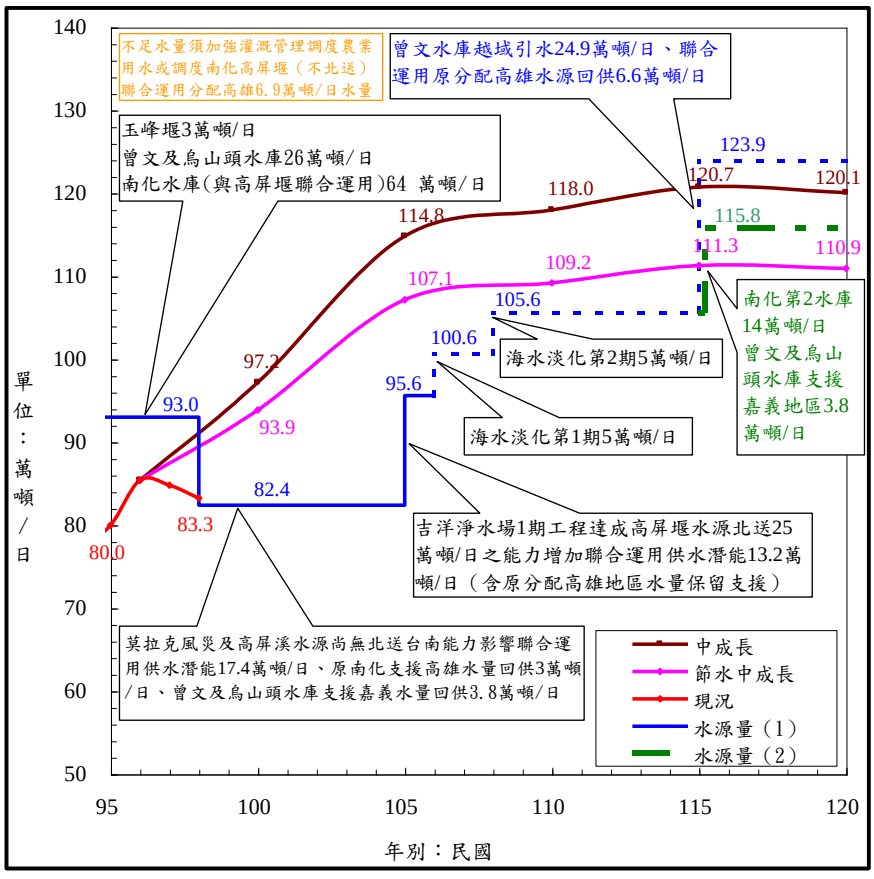
一、用水供需資料蒐集檢討

(一)臺南地區水資源計畫

茲將臺南地區近年之水資源計畫蒐集說明如下：

1、臺灣南部區域水資源經理基本計畫（經濟部水利署，民國 100 年）

「臺灣南部區域水資源經理基本計畫」內容著重於南部區域水資源有效利用與供水之穩定，並擬訂計畫目標、執行策略及相關措施，爰未來南部區域推動之各項水資源開發或建設計畫，將遵循本基本計畫內涵規劃及推動，並於符合相關法令規定下執行。本計畫主要參考其對臺南地區之供水設施、系統及至目標年（民國 120 年）之用水供需分析，如圖 2-1。

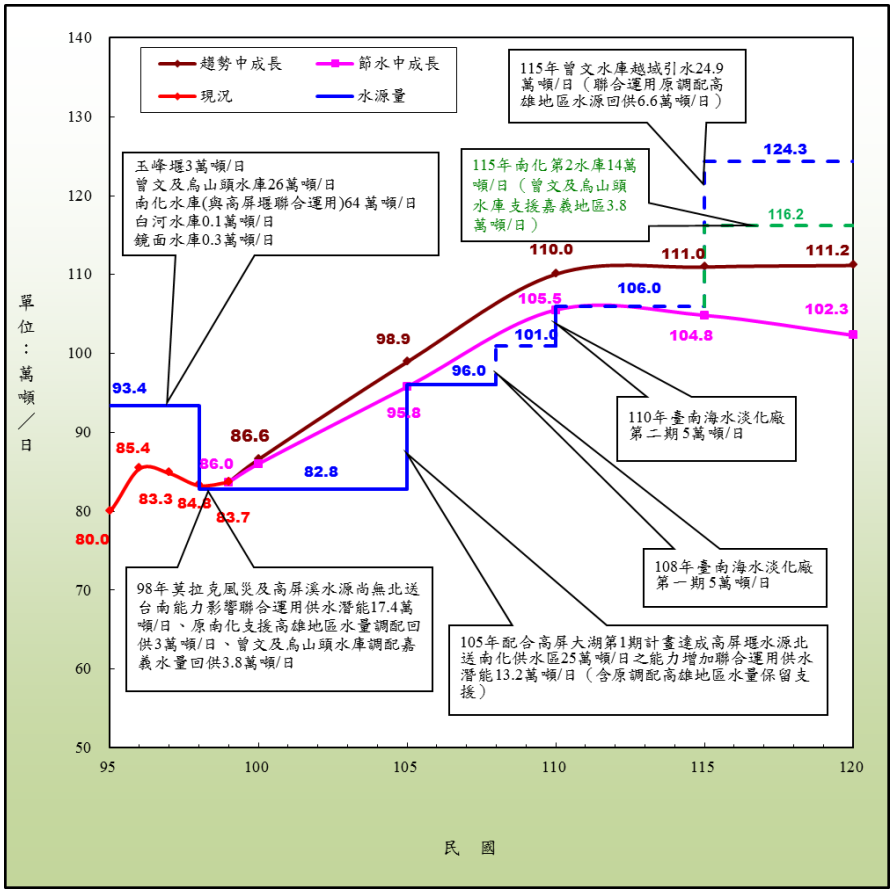


資料來源：臺灣南部區域水資源經理基本計畫，經濟部水利署，民國 100 年。

圖 2-1　臺南地區公共給水供需分析圖

2、水資源開發利用總量管制策略推動規劃報告書（經濟部水利署，民國 101 年）

「水資源開發利用總量管制策略推動規劃報告書」中以各設施供水能力為基礎，另分析水庫淤積可能造成之影響，進行各分區至民國 120 年天然水資源供水潛能分析。同時以水利署民國 98 年「台灣地區水資源需求潛勢評估及經理策略檢討」與民國 99 年「台灣地區生活用水量統計報告」、「台灣地區工業用水量統計報告」計畫成果為基礎，更新供水人口、普及率、抄見率、每人每日生活用水量標準與工業用水等資料，且參考水利署「用水計畫資訊系統」，更新工業區核定用水量資料，重新推估各供水區至民國 120 年用水需求，以完成各供水區自來水供水系統之水資源供需分析圖更新作業，如圖 2-2。



資料來源：水資源開發利用總量管制策略推動規劃報告書，經濟部水利署，民國 101 年。

圖 2-2　臺南地區公共給水供需分析圖

3、臺南區系統供水檢討（台灣自來水公司，民國 104 年）

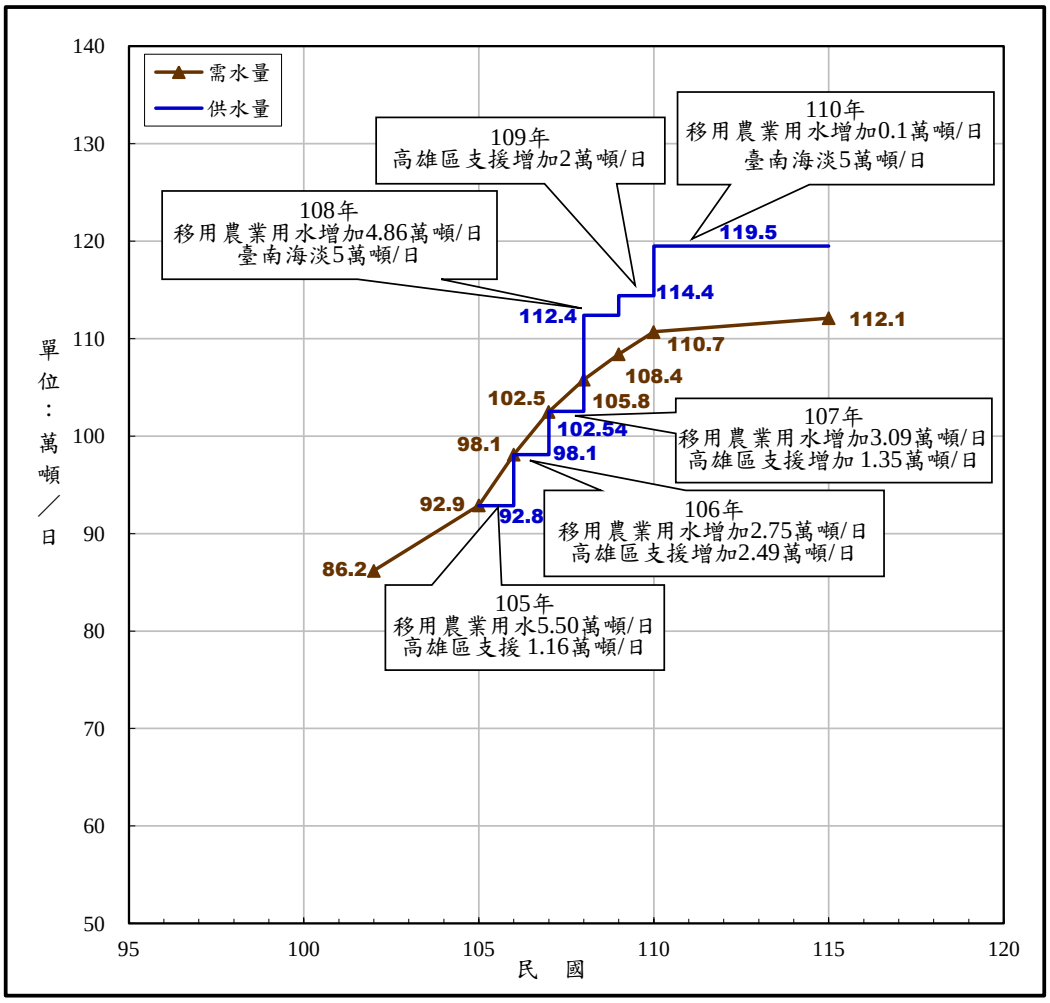
「臺南區系統供水檢討」中分析現有淨水場及水源概況，進行各分區至民國 115 年天然水資源供水潛能分析。同時以自來水公司第六區管理處統計成果為基礎，更新供水人口、普及率、抄見率、每人每日生活用水量標準與工業用水等資料，目標年之供水普及率以 100%計算，每人每日用水量以節約用水目標 320 公升計算；工業區用水量資料則以開發中工業區民國 110 年均達到其計畫用水量(含南科修訂之 25 萬立方公尺)。重新推估各供水區至民國 115 年用水需求，完成各供水區自來水供水系統之水資源供需分析如表 2-1，茲將該表彙整如圖 2-3 所示。

表 2-1 臺南供水系統至民國 115 年需水量及可用水源量統計及檢討表

單位：萬立方公尺/日

項目	105 年	106 年	107 年	108 年	109 年	110 年	115 年	備註
民生用水需水量	60.73	60.83	60.94	61.04	61.15	61.26	61.93	
南科園區需水量	18.50	21.10	23.30	24.40	24.90	25.00	25.00	
其他工業、特定區需水量	9.59	11.50	13.41	15.32	17.22	19.13	19.83	
合計	88.44	93.43	97.65	100.76	103.27	105.39	106.76	
需要水源量(含 5%損耗)	92.86	98.10	102.54	105.80	108.44	110.66	112.10	
可用水源量合計	92.86	97.95	102.54	112.4	112.4	119.5	119.5	
南化水庫水源	47.20	47.20	47.20	47.20	47.20	47.20	47.20	
曾文水庫水源	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	35.00	
玉峰堰水源	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	
移用農業用水	5.50	8.25	11.34	16.2	16.2	16.3	16.3	
臺南海淡				5.00	5.00	10.00	10.00	
高雄區支援	1.16	3.65	5.00	5.00	7.00	7.00	7.00	

資料來源：臺南區系統供水檢討，台灣自來水公司，民國 104 年。



資料來源：1.臺南區系統供水檢討，台灣自來水公司，民國 104 年。
2.本計畫繪製

圖 2-3 臺南區系統供水檢討－臺南地區公共給水供需分析圖

4、水源供需比較

由圖 2-1 與圖 2-2 比較可看出「臺灣南部區域水資源經理基本計畫」與「水資源開發利用總量管制策略推動規劃報告書」所規劃之用水供需量略有不同，分析其差異在於「水資源開發利用總量管制策略推動規劃報告書」於水源供給來源中加入白河水庫及鏡面水庫各每日 1,000 立方公尺及 3,000 立方公尺之水量，共計每日 4,000 立方公尺。此外，因使用目標年（民國 120 年）推估人口數不同，並且下修每人每日生活用水量，因此民國 101 年水資源開發利用總量管制策略推動規劃報告之節水中成長需求量也較民國 100 年水資源經理基本計畫為低。

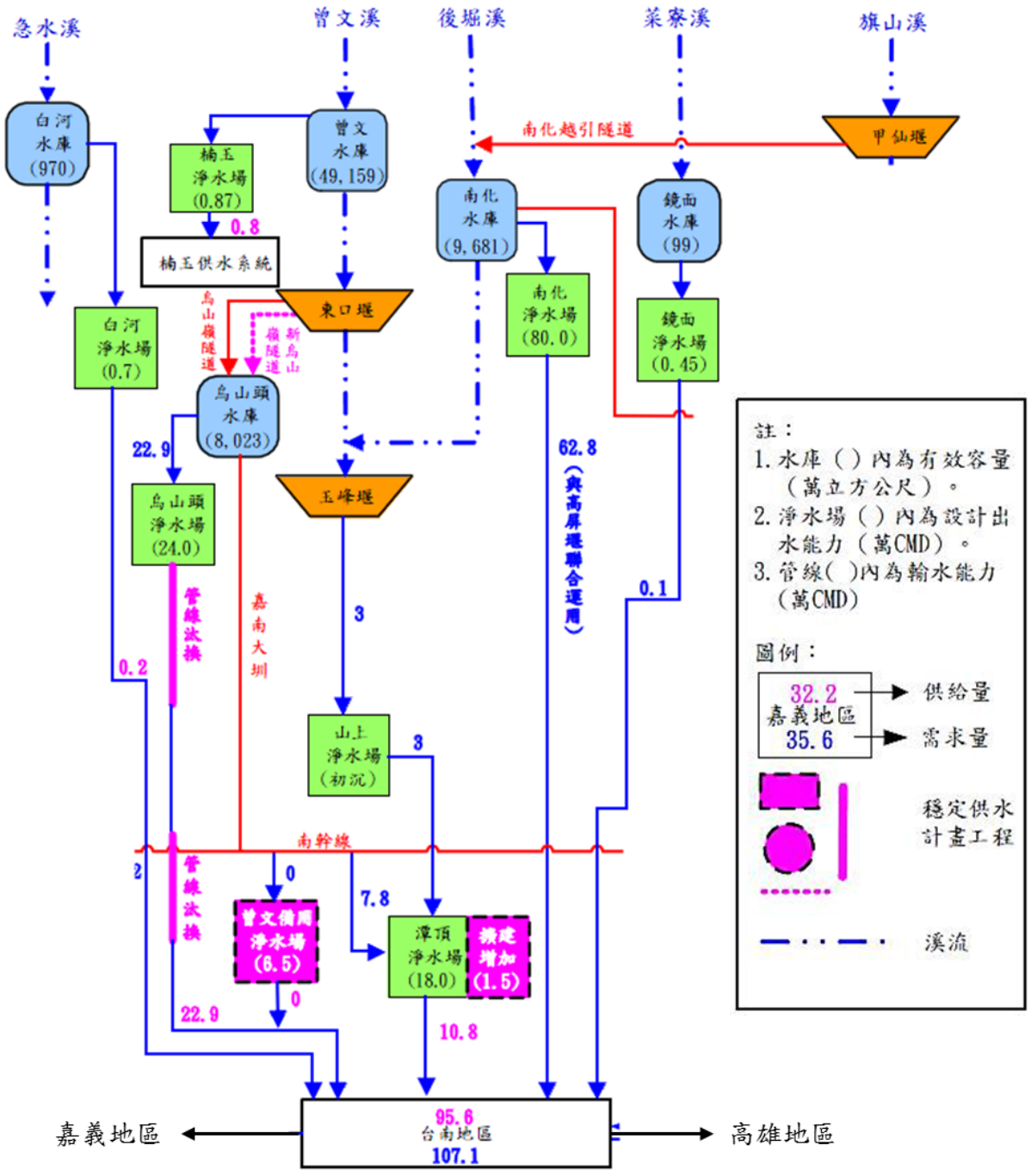
而台灣自水公司之「臺南區系統供水檢討」中，南化水庫供水量每日 47.2 萬立方公尺、曾文水庫供水量每日 35.0 萬立方公尺及玉峰堰供水量每日 4.0 萬立方公尺，共計每日 86.2 萬立方公尺；與水利署之「臺灣南部區域水資源經理基本計畫」及「水資源開發利用總量管制策略推動規劃報告書」供水量略有不同，以行政院核定之「臺灣南部區域水資源經理基本計畫」相關資料，莫拉克風災後主要供水來源有曾文烏山頭水庫每日 29.8 萬立方公尺、南化水庫每日 49.6 萬立方公尺及玉峰堰每日 3.0 萬立方公尺，共計每日 82.4 萬立方公尺，尚有約 3.8 萬立方公尺之差距；另由南科臺南園區與嘉南農田水利會協調移用之農業用水，其水源取自嘉南大圳南幹圳每日約 7 萬立方公尺。綜上，茲將臺南地區水資源相關計畫成果摘要如表 2-2 所示。

表 2-2　臺南地區水資源相關計畫成果摘要

計畫名稱	主辦機關	內容摘要
臺灣南部區域水資源經理基本計畫 (民國 100 年)	經濟部 水利署	南部區域水資源有效利用與供水之穩定，並擬訂計畫目標、執行策略及相關措施，並於符合相關法令規定下執行。 1. 民國 105 年及 110 年之供需缺口分別為每日 192,000 及 124,000 立方公尺。 2. 民國 120 年水源量每日 1,239,000 立方公尺，可滿足用水需求。
水資源開發利用總量管制策略推動規劃報告書 (民國 101 年)	經濟部 水利署	更新供水人口、普及率、抄見率、每人每日生活用水量標準與工業用水等資料，重新推估各供水區至民國 120 年用水需求。 1. 民國 105 年及 110 年之供需缺口分別為每日 29,000 及 40,000 立方公尺。 2. 民國 120 年水源量每日 1,243,000 立方公尺，可滿足用水需求。
臺南區系統供水檢討 (民國 104 年)	台灣自來水公司	更新供水人口、普及率、抄見率、每人每日生活用水量標準與工業用水等資料，重新推估各供水區至民國 115 年用水需求。 1. 民國 105 年用水供需平衡，105 年以後配合南科儀動用每日 55,000 立方公尺農業用水及高雄區支援後可用水源經檢討大於需求量。 2. 民國 115 年水源量每日 1,195,000 立方公尺，滿足用水需求。

(二)區域供水系統

參考經濟部水利署民國 100 年「台灣南部區域水資源經理基本計畫」,可得臺南地區民國 105 年常態水源供需調度示意圖如圖 2-4。



資料來源：台灣南部區域水資源經理基本計畫，經濟部水利署，民國 100 年。

圖 2-4　臺南地區民國 105 年常態水源供需調度示意圖

由圖 2-4 可得知主要供給臺南地區用水之水源為曾文、烏山頭及南化水庫，其餘小量供水系統尚有由白河水庫經白河淨水場處理後之供水，及由鏡面水庫經鏡面淨水場處理後之供水；茲將供水水源介紹如下，並彙整臺南地區附近水源分佈（包含規劃中水源）如圖 2-5 所示。

1、曾文水庫

曾文水庫位於嘉義縣大埔鄉曾文溪主流上游，總容量達 7 億立方公尺,為台灣地區容量最大之水庫,湖面面積達17平方公里。民國 98 年莫拉克風災，挾帶豐沛雨勢，造成水庫集水區內土石崩塌，大量泥沙淤積，災後水庫庫容量降為 49,059 萬立方公尺。

曾文水庫直接效益為發電及防洪，其給水與灌溉效益則由所串聯之烏山頭水庫提供。由於南部地區人口成長及工商發展，本水庫原占小比例的給水功能益形重要，惟因水文條件限制，水庫容量雖夠大，其滿庫時間卻甚少，顯示其功能尚有再發揮與加強之空間，故提出曾文越域引水之構想，計畫將高屏溪支流的荖濃溪或旗山溪水經隧道導引入庫調蓄。

2、烏山頭水庫

烏山頭水庫位於臺南縣六甲鄉與官田鄉交界、曾文溪北支流官田溪上，其水面狀似珊瑚，故又名珊瑚潭，主要水源來自曾文水庫之放流水，於曾文溪東口堰攔引經 3.1 公里烏山嶺隧道西送至西口堰調節後由喇叭口溢流管自由溢流入庫，供應臺南地區公共給水與嘉南大圳廣大灌區灌溉用水之需。

水庫興建於民國初年，為台灣最早期之大型水庫，主壩為水力淤填式土壩，與近年採用之分區滾壓者不同，為台灣唯一採此工法興建之土石壩。西口堰於民國 36 年興建完成，主要功能為調節水流以改善烏山嶺隧道內之水力沖刷，溢流管喇叭口直徑達 15 公尺，為西口堰最具特色之景觀。

本水庫為嘉南平原最大灌溉渠圳嘉南大圳之主要水源，堪稱嘉南水利會之命脈，其放流水由出水工直接放進嘉南大圳，放流

口水量澎湃洶湧甚為壯觀，目前已新建出水工取代服役多年的舊出水工。

3、南化水庫

南化水庫位於臺南市南化區曾文溪支流後堀溪上，在曾文水庫南方約 10 公里，以阿里山山脈與之相隔，其水源除本身集水區外，另由高屏溪支流旗山溪的甲仙攔河堰於豐水期越域引水；甲仙攔河堰上游另有高雄水利會的公館圳取水口，規劃之初曾有與之合併為共同引水口之構想。

南化水庫規劃時以後堀溪命名為後堀水庫，核定實施時即改採所在南化區名。水庫容量達 1 億 5,000 萬立方公尺，為台灣公共給水單標的水庫之最大者，自 82 年 11 月主壩完工蓄水起，即擔任南區公共給水之吃重角色，88 年 4 月甲仙堰工通水更可使水庫經常保持滿盈狀態，提升水庫供水效益甚大。惟民國 98 年遭遇莫拉克颱風，造成水庫上游集水區邊坡崩塌，大量泥砂淤積，水庫庫容量降為 9,675 萬立方公尺。南化水庫現由台灣自來水公司六區處管理，甲仙攔河堰則由經濟部水利署南區水資源局管理。庫容水經南化淨水場處理後與高屏堰聯合運用，為臺南地區供水量最大之供水系統。

根據民國 101 年之「水資源開發利用總量管制策略推動規劃報告書」所述，臺南地區民國 120 年公共給水設施供水能力如表 2-3，其中曾文水庫越域引水因受莫拉克風災重創，目前仍停工中，復工日期尚不明確。

表 2-3　臺南地區民國 120 年公共給水設施供水能力

供水區	水源設施	供水能力（立方公尺/日）	備註
臺南地區	曾文及烏山頭水庫	298,000	水庫水
	南化水庫與高屏堰聯合運用	562,000	水庫水、川流水
	曾文水庫越域引水	249,000	水庫水，民國 115 年
	玉峰堰水源	30,000	川流水
	白河水庫	1,000	水庫水
	鏡面水庫	3,000	水庫水
	臺南海水淡化廠	100,000	海淡水，民國 108 年、110 年
	總計	1,243,000	

資料來源：水資源開發利用總量管制策略推動規劃報告書，經濟部水利署，民國 101 年。

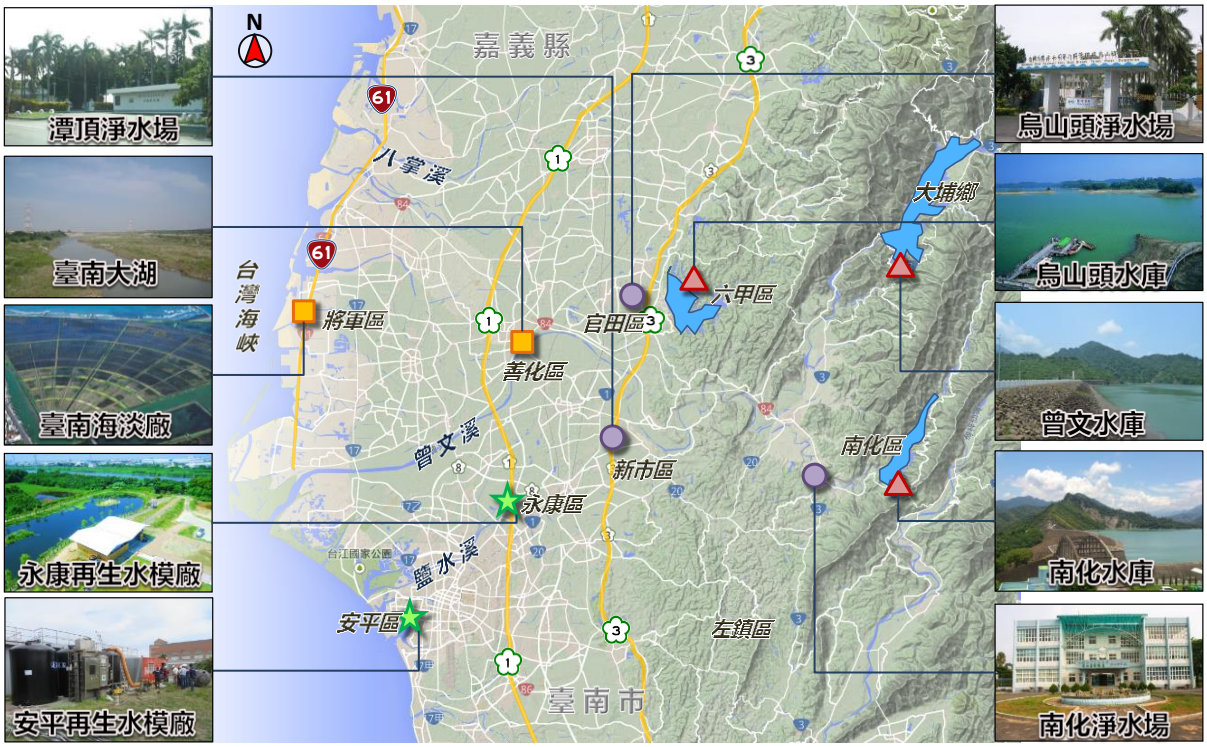


圖 2-5　臺南地區周遭水源分佈圖

(三)水源供給

臺南地區於莫拉克風災後，供應民生用水之曾文水庫及南化水庫庫容大減，影響現有供水潛能，又因曾文水庫越域引水計畫停工檢討，致中長期缺水風險大增。依據行政院核定之「臺灣南部區域水資源經理基本計畫」臺南地區公共給水系統水源供需分析圖如圖

2-1，水源供給能力約每日 82.4 萬立方公尺，主要來源有曾文、烏山頭水庫每日 29.8 萬立方公尺、南化水庫每日 49.6 萬立方公尺、玉峰堰每日 3.0 萬立方公尺。

民國 105 年配合高屏大湖一期工程一併改善高屏堰水源北送南化供水區，屆時南化水庫與高屏堰即可聯合運用，增加每日 13.2 萬立方公尺水量，總供水能力達每日 96 萬立方公尺。民國 108 及 110 年臺南海水淡化廠完工後共可增加每日 10 萬立方公尺，將供水能力提升為每日 101 萬立方公尺；民國 115 年之水源量可分為二情境，一為南化第二水庫完工可提供每日 14 萬立方公尺之水量，而曾文及烏山頭水庫則支援嘉義地區每日 3.8 萬立方公尺之水量，合計增加每日 10.2 萬立方公尺，總水源量提升為每日 116.2 萬立方公尺;另一情境為曾文水庫越域引水完工,預計將可增加本區每日 24.9 萬立方公尺供水量，同時南化水庫與高屏堰聯合運用將調配回供高雄每日 6.6 萬立方公尺，合計增加每日 18.3 萬立方公尺，總水源量為每日 124.3 萬立方公尺。此二情境供水量皆可滿足至民國 120 年用水需求。

然高屏大湖計畫已於民國 103 年 3 月召開之環境差異分析第三次專案小組審查會裁定全案退回，目前水利署重新通盤檢討中，無法如期於民國 105 年完工；曾文水庫越域引水計畫於莫拉克風災後停工檢討，目前無確切復工時間，亦無法如期於民國 115 年開始供水。

依據自水公司之「臺南區系統供水檢討」報告中指出，由水利署召開之「研商南科臺南園區短中期用水需調度農業用水事宜會前會」初步結果，嘉南農田水利會勉為同意配合調供南科臺南園區每日 13.5 萬立方公尺之水量,自來水公司配合辦理曾文淨水場之改善及擴建相關工程之規劃設計工作，預計 105 年底完成每日 6.5 萬立方公尺處理廠，於 108 年底完成曾文淨水場擴建每日 7.0 萬立方公尺處理廠。惟移用農業用水屢遭環盟團體抗爭，雖可短期應急，但非長遠水資源運用之計。另據自來水公司「臺南高雄水源聯合運用

調度－輸水工程計畫」枯水期南化水源配合減量出水，供其翌年 1～5 月增供每日 7 萬立方公尺水源量，然如遭遇整體乾旱，恐仍有缺水之虞。

本計畫以民國 100 年經行政院核定「臺灣南部區域水資源經理基本計畫」之曾文烏山頭水庫每日 29.8 萬立方公尺、南化水庫每日 49.6 萬立方公尺及玉峰堰每日 3.0 萬立方公尺，共計每日 82.4 萬立方公尺做為水源供給基準。

(四)用水需求調查

1、民生用水

本計畫參考臺灣南部區域水資源經理基本計畫、水資源開發利用總量管制策略推動規劃報告書、臺南區系統供水檢討等相關計畫之民生用水檢討如下，並整理如表 2-4 所示：

(1)臺灣南部區域水資源經理基本計畫

臺南地區至目標年民國 120 年之估計人口達 194.33 萬人、自來水普及率 99.8％、自來水系統抄見率 81.04％、趨勢中成長每人每日生活用水量為 284 公升。

(2)水資源開發利用總量管制策略推動規劃報告書

臺南地區至目標年民國 120 年之估計人口達 187.12 萬人、自來水普及率 99.8％、自來水系統抄見率 81.45％、趨勢中成長每人每日生活用水量為 262 公升。預估趨勢中成長需水量民國 105 年、110 年、115 年及 120 年分別為每日 608,370 立方公尺、每日 609,200 立方公尺、每日 608,436 及每日 605,841 立方公尺。

(3)臺南區系統供水檢討

依據「臺南區系統供水檢討」，臺南地區至目標年民國 115 年之估計人口達 193.47 萬人，該計畫目標年之供水普及率為簡化以 100％計算；每人每日用水量以節約用水目標 250 公升，且自來水系統抄見率以 78.13％計算，故每人每日用水量以節約用水目標 320 公升計。臺南地區民國 105 年、110 年及 115

年各分區人口及一般用水需水量推估分別為每日 607,300、612,600、619,300 立方公尺。

表 2-4 臺南地區民生用水需求比較表

項目	目標年人口數(人)	抄見率(%)	每人每日用水量(LPCD)	民生需水量 (立方公尺/日)			
				民國105 年	民國110 年	民國115 年	民國120 年
水資源開發利用總量管制策略推動規劃報告書(民國 101 年)	187.12 萬(民國 120 年)	81.45	262	608,370	609,200	608,436	605,841
臺南區系統供水檢討(民國 104 年)	193.47 萬(民國 115 年)	78.13	250，加計抄見率後以320 計	607,300	612,600	619,300	-

由於臺灣南部區域水資源經理基本計畫之用水需求已綜合民生需水量及工業需水量，故較難與其他計畫比較用水需求。綜合水資源開發利用總量管制策略推動規劃報告書及臺南區系統供水檢討，由於近年人口成長趨緩，臺南區系統供水檢討之民生用水量似有高估，故本計畫以水資源開發利用總量管制策略推動規劃報告書之民生需水量做為計算基準。

2、工業用水

工業用水量需求推估方式以現有工業用地用水成長、開發中變更之工業用地用水、已編定（編定中）工業用地用水及規劃（研議）中工業用地用水等四大項目推估。規劃（研議）中工業用地用水並不列入水資源常態供需圖之計算中，故本計畫僅就開發中變更之工業用地用水及已編定（編定中）工業用地用水，以進行更新修正及分析探討。

參考水利署提供工業區核定用水資料進行用水供需之推估，各開發項目之終期核定用水量及各目標年需水情形如表 2-5。綜整本計畫修正臺南地區工業用水需求，現況臺南地區自來水供應工業用水總量加上前述開發中變更工業用水量及已編定(編定中）工業用水量，並計算抄見率彙整得到各目標年工業用水總需水量如表 2-6。

表 2-5　工業區用水量

單位:立方公尺/日

計畫名稱	核定日期	預估105年	預估110年	預估115年	預估120年	終期年	終期用水
開發中							
臺南科技工業區（修定本）（修正面積）	931015	26,000	34,000	34,000	34,000	110	34,000
臺南縣七股科技工業區開發計畫	971229	6,000	7,997	7,997	7,997	108	7,997
臺南縣柳營科技工業區開發工程	980331	8,000	10,666	10,666	10,666	108	10,666
永康科技工業區開發計畫	950725	3,500	8,726	8,726	8,726	110	8,726
南科液晶電視及產業支援工業區(樹谷園區)開發計畫	951128	47,000	47,000	47,000	47,000	105	47,000
南科管理局臺南園區用水計畫書	1031029	185,000	250,000	250,000	250,000	110	250,000
南區(龍崎廠)事業廢棄物綜合處理中心	970814	255.5	255.5	255.5	255.5	100	256
皇田集團工業區開發案	1000627	69.2	69.2	69.2	69.2	103	69
普捷企業股份有限公司乙級廢棄物處理場用水計畫	911231	4	4	10	25	120	25
萬國通路產業園區開發計畫	1010611	96	96	96	96	103	96
龍崎工業區懋環保科技股份有限公司開發計畫	990514	73.7	73.7	73.7	73.7	102	74
變更臺南新吉工業區開發計畫	1020416	432	1327	1,327	1,327	108	1,327
已編定							
永康科技工業區		3,500	8,726	8,726	8,726	3,500	8,726
七股科技工業區開發計畫		6,000	7,997	7,997	7,997	6,000	7,997

表 2-6　臺南地區各目標年工業用水需水量（不含自行取水）

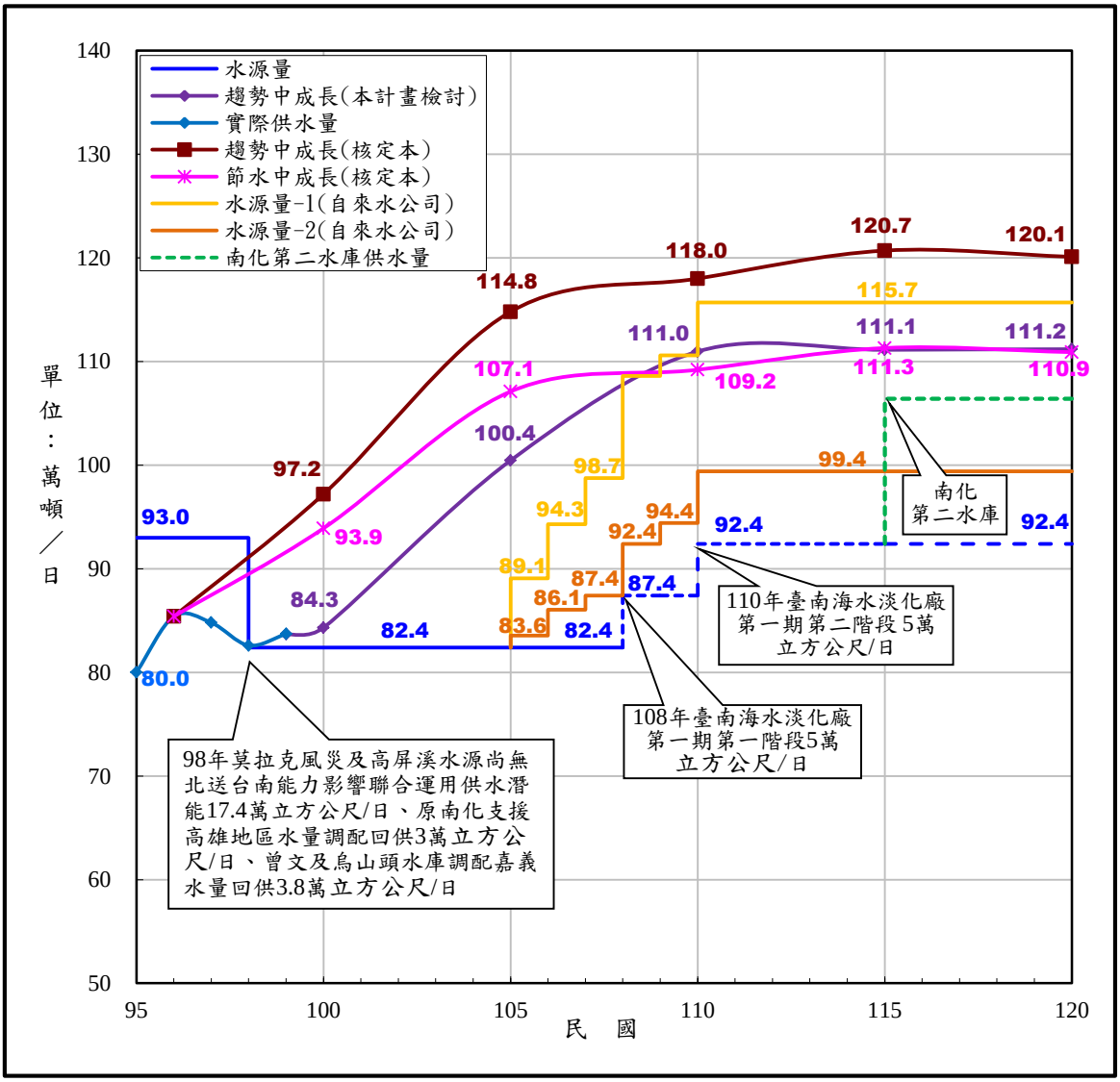
標的	目標年需水量（立方公尺/日）			
	民國105年	民國110年	民國115年	民國120年
現有工業用地用水	57,236	59,997	62,974	66,187
開發中工業用地用水	327,218	419,955	419,403	419,403
已編定工業用地用水	11,646	20,446	20,419	20,419
合計	396,100	500,398	502,796	506,009

資料來源：本計畫彙整。

(五)用水供需

本計畫將工業用水趨勢中成長需求量與生活用水趨勢中成長需求量加總，工業用水節水量與生活用水節水趨勢量加總，求得各目標年自來水於趨勢中成長與節水中成長之需水量。考量以較保守之情境進行臺南地區生活及工業用水需求調查，建議採趨勢中成長之自來水需水量與水源量比較，進行供需缺口評估。因此本計畫據以修正為臺南地區公共給水系統水源供需現況修正圖，詳圖 2-6 及表 2-7。綜合分析，檢討後，與「水資源開發利用總量管制策略推

動規劃報告書」之趨勢中成長之需水量相符；而依「臺南區系統供水檢討」至民國 115 年之需水量為 112.1 萬立方公尺/日，由於民國 115 至 120 年用水趨勢趨於緩慢成長，推估至民國 120 年需水量應相去不遠，故目標年趨勢中成長用水量以 111.2 萬立方公尺/日計算。



資料來源：1.臺灣南部區域水資源經理基本計畫，經濟部水利署，民國 100 年。
2.水資源開發利用總量管制策略推動規劃報告書，經濟部水利署，民國 101 年。
3.臺南區系統供水檢討，台灣自來水公司，民國 104 年。
4.本計畫修訂（參考上列各報告及檢討民生、農業用水並檢討供水能力）。

註：1.水源量-1(自來水公司)係包含移用農業用水、臺南海淡共每日 10 萬立方公尺、高雄區支援。
2.水源量-2(自來水公司)係包含臺南海淡共每日 10 萬立方公尺、高雄區支援。
3.水源量係包含臺南海淡共每日 10 萬立方公尺

圖 2-6　臺南地區公共給水供需分析修正圖

表 2-7　臺南地區公共給水供需分析修正比較表

單位：萬立方公尺/日

項目	年度(民國)								備註
	105	106	107	108	109	110	115	120	
趨勢中成長	100.4	-	-	-	-	111.0	111.1	111.2	本計畫檢討
水源量 (本計畫檢討)	82.4	82.4	82.4	87.4	87.4	92.4	106.4	106.4	包含海淡廠原規劃 10 萬立方公尺、南化第二水庫 14 萬立方公尺、高雄區支援 7 萬立方公尺
水源量-1 (自來水公司)	89.1	94.3	98.7	108.6	110.6	115.7	115.7	115.7	包含海淡廠原規劃 10 萬立方公尺、移用農業用水 16.3 萬立方公尺、高雄區支援 7 萬立方公尺
水源量-2 (自來水公司)	83.6	86.1	87.4	92.4	94.4	99.4	99.4	99.4	包含海淡廠原規劃 10 萬立方公尺、高雄區支援 7 萬立方公尺

以此推估民國 105、110 及 120 年趨勢中成長用水需求分別為每日 100.4 萬立方公尺、111.0 萬立方公尺及 111.2 萬立方公尺。綜上所述，分析各報告臺南地區民國 105 年、110 年及 120 年之水源供需情形分為二情境：

情境一：新增加水源量包含海淡廠原規劃 10 萬立方公尺、臺南高雄水源聯合運用調度支援 7 萬立方公尺、南化第二水庫 14 萬立方公尺，可知於民國 120 年供水尚有餘裕，另因南化第二水庫 14 萬立方公尺為不確定供水量，故推算用水缺口約為每日 11.8 萬立方公尺。

情境二：新增加水源量包含海淡廠原規劃 10 萬立方公尺、移用農業用水共 16.3 萬立方公尺、臺南高雄水源聯合運用調度支援 7 萬立方公尺；可知於民國 105 年時之供需缺口為每日 11.39 萬立方公尺、民國 110 年後則供水量大於需水量。

移用農業用水應於不影響農業灌溉用水前提下，以短期移用部分水量，非永久移用供應，故以情境二方案，在氣候變遷，遭遇乾旱的狀況愈加頻繁的狀況下，不宜以移用農業用水為解決方案。而情境一主要為南化第二水庫 14 萬立方公尺之不確定性，至民國 120 年缺口約每日 11. 8 萬立方公尺。假設南部地區整體乾旱狀態下，臺南高雄水源聯合運用，亦恐有調度上之困難。

(六)潛在用戶用水量需求調查

1、鄰近潛在用水戶調查

由於擴充需水端主要以工業用水為主，彙整臺南海水淡化廠鄰近公有工業區共 6 處，其分佈如圖 2-7，分別有臺南科技工業區、臺南新吉工業區、安平工業區、永康科技工業區、南科臺南園區及樹谷園區；本計畫參考民國 103 年水利署用水資訊系統核定之用水資料，現況用水量用水量最大為南科臺南園區每日 125,000 立方公尺，依次為樹谷園區每日 17,647 立方公尺，臺南科技工業區每日 11,583 立方公尺，安平工業區每日 2,600 立方公尺，其用水資料如表 2-6。未來需水量方面，民國 110 年需水量最高亦為南科臺南園每日 250,000 立方公尺，其次為樹谷園區 47,000 立方公尺，及臺南科技工業區 34,000 立方公尺。初步建議淡化水去化以用水量較大之南科臺南園區及樹谷園區為主，其餘工業區如未來有新增用水需求，亦可再納入評估。

圖 2-7　臺南海水淡化廠鄰近工業區分佈圖

表 2-8　臺南海水淡化廠鄰近工業區用水量表

工業區名稱	位置	現況用水量 (CMD)	民國 110 年需水量 (CMD)
臺南科技工業區	臺南市安南區	11,583*	34,000
臺南新吉工業區	臺南市安南、安定區	環評審查中 尚無廠商	6,608
安平工業區	臺南市安平區	2,600**	3,000
永康科技工業區	臺南市永康區	639**	8,726
南科臺南園區	臺南市新市、善化區	125,000**	250,000
樹谷園區	臺南市新市區	17,647*	47,000
合計		177,469	306,334

資料來源：經濟部水利署用水資訊系統、本計畫統整。
註：*用水量係指民國 103 年 **用水量係指民國 102 年

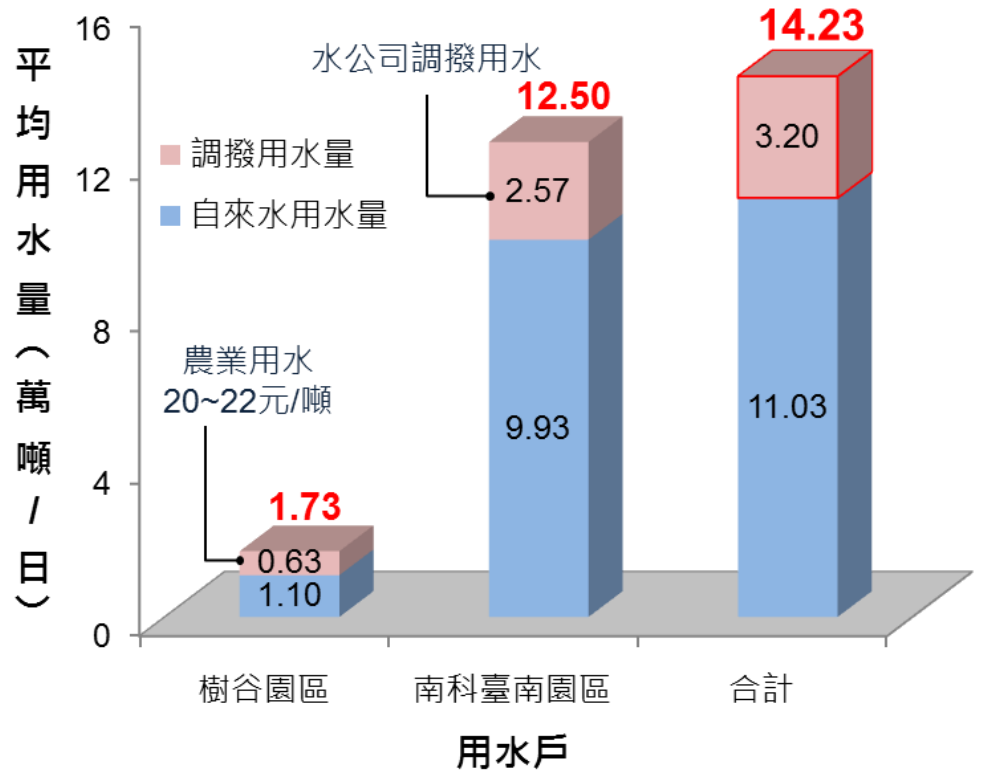
2、潛在用戶資料調查

南科臺南園區及樹谷園區內廠商皆為面板、晶圓及生技等高科技產業，對其用水之水質及水量皆有高標準之要求，若水源供給不穩，將嚴重影響產能，造成巨大損失。樹谷園區長久一來供水不足，皆仰賴購買水利會之農業灌溉用水補足供水缺口。民國

96 年底奇美電子（現群創光電公司）與嘉南水利會等單位達成調撥農業用水共識，每立方公尺水價 10.5 元，此一原水價格需再加計自來水公司處理與輸送費用 9.5 元，合計每立方公尺水價 20 元，暫時解決樹谷園區水源供應問題。由此可知，兩園區對於穩定水質水量之水源皆有積極的使用意願。

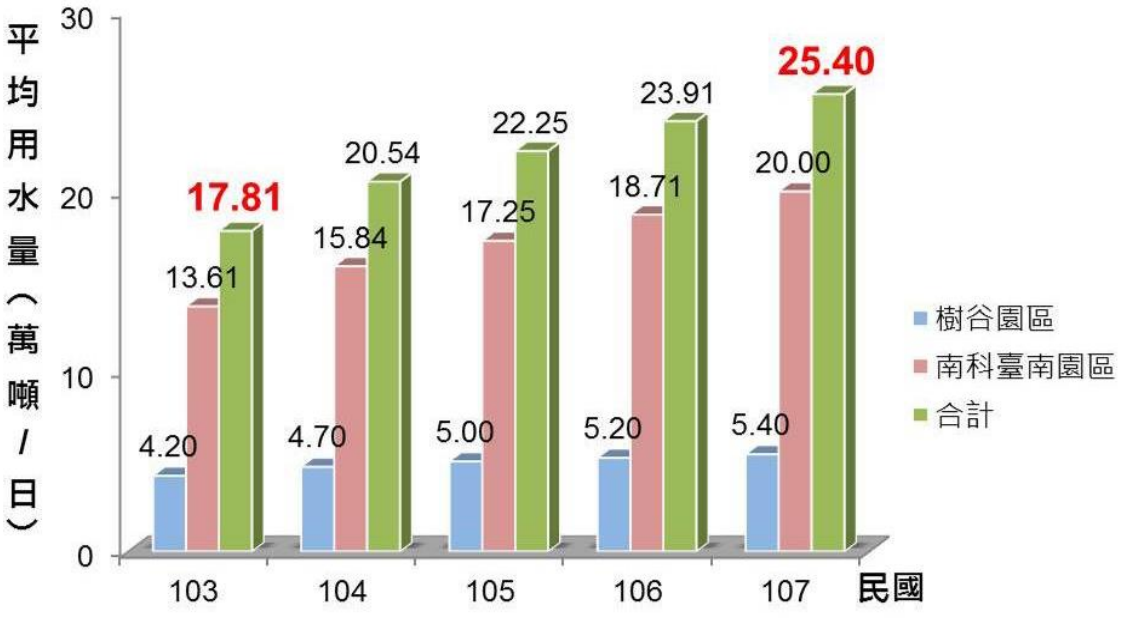
由本計畫調查得知，民國 102 年樹谷及南科臺南園區區每日平均用水分別為 17,300 立方公尺及 125,000 立方公尺，如圖 2-8 所示。由圖可看出兩園區之用水皆有部分為調撥用水量，如樹谷園區平均每日調撥 6,300 立方公尺之農業用水，佔總用水量 34%，水價每立方公尺 20~22 元；南科臺南園區則由自來水公司平均每日調撥 25,700 立方公尺之水量，佔總用水量 20%。兩園區總計平均每日用水 142,300 立方公尺，其中 110,300 立方公尺由自來水公司提供，32,000 立方公尺為調撥用水量，佔總用水量 22%。

而在未來用水需求部分，本計畫參考水利署民國 102 年 10 月 16 日核定之樹谷園區及南科臺南園區計畫用水期程如圖 2-9 所示。由圖可知兩園區於民國 103 年至民國 107 年間每日平均用水量共增加約 76,000 立方公尺，平均每年增加每日 19,000 立方公尺之用水量。其中自來水公司承諾提供兩園區之自來水量分別為每日 11,000 立方公尺及 99,300 立方公尺，合計 110,300 立方公尺。因此至民國 107 年，兩園區合計約有每日 143,700 立方公尺之供需缺口。而未來為因應台積電公司擴廠計畫，南科臺南園區擬於民國 110 年將每日計畫用水量提高為 250,000 立方公尺。



資料來源：1.用水資訊系統，經濟部水利署 2.本計畫調查。

圖 2-8　民國 102 年樹谷及南科臺南園區每日平均用水統計



資料來源：1.用水資訊系統，經濟部水利署 2.本計畫調查。

圖 2-9　樹谷及南科臺南園區未來核定計畫用水量及期程

二、取排水路線之管線與地質資料蒐集與檢討

既有規劃取排水路線係依據水利署水規所於民國 101 年之「臺南海水淡化廠可行性規劃－工程可行性(2)」規劃內容如圖 2-10 所示，取排水路線由海淡廠預定廠址之西南方沿「南 25-1 線」往北行進並經新設水管橋跨越北航道後沿西南航道之北側道路行進，沿青山漁港北防坡堤北側 50 公尺範圍線布設延伸海域段，本計畫現勘該路線如圖 2-11 所示。

因前期各規劃報告之既有取排水路線之管線與地質資料僅有海域段附近之管線資料、海域底質調查及廠址鑽探資料，故本計畫加以蒐集取排水沿線之地下管線資料及地質資料並整合以往資料如下。

資料來源：臺南海水淡化廠可行性規劃-工程可行性規劃(2)，經濟部水利署水利規劃試驗所，民國 101 年。

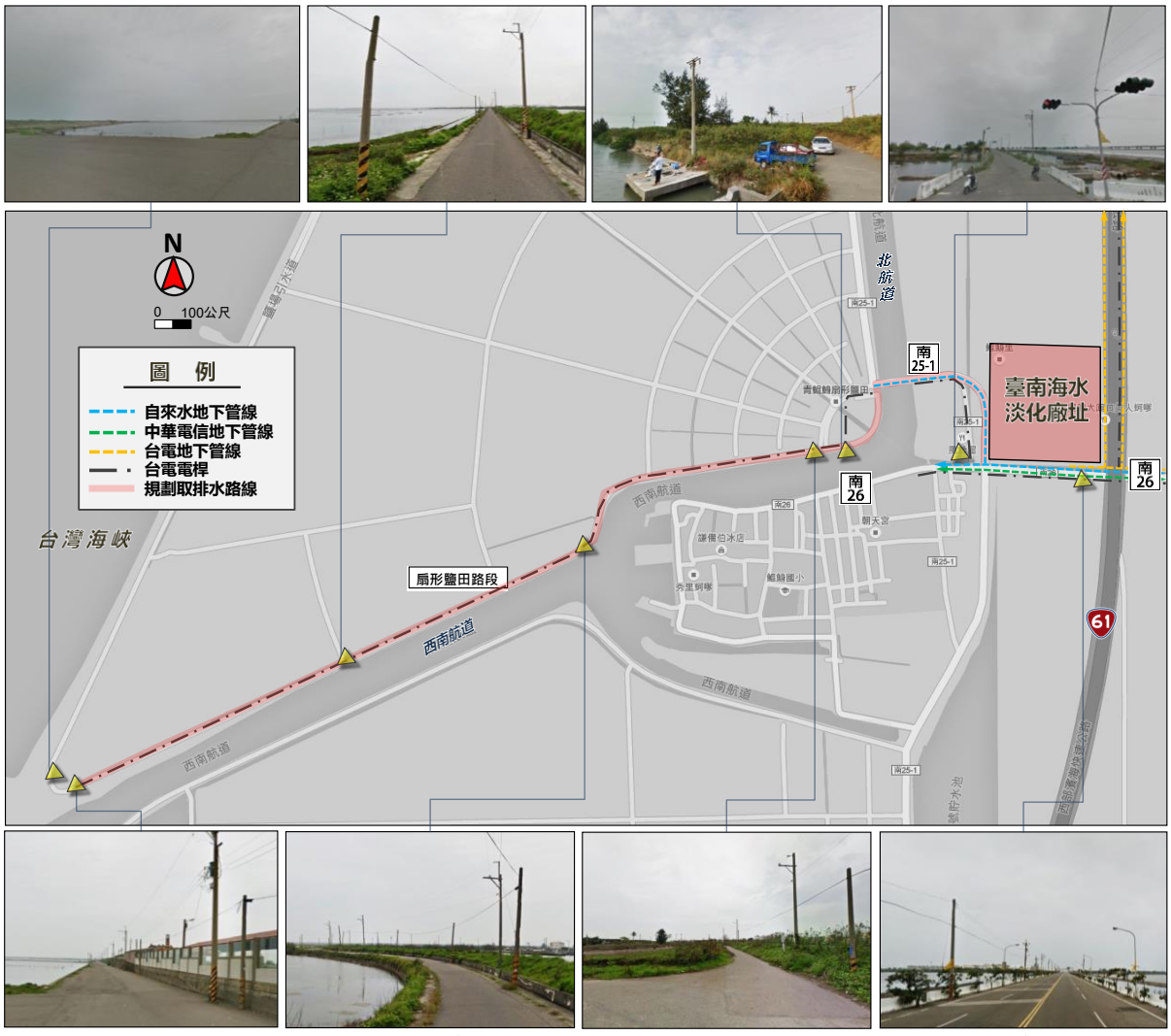
圖 2-10　既有規劃取排水路線分佈圖

參考文獻：本計畫製作。

圖 2-11　既有規劃取排水路線現勘

(一)既有規劃取排水路線之管線資料

本計畫經查詢「臺南市道路挖掘管理系統－管線圖資查詢」相關資料，地下管線分佈如圖 2-12 所示，廠址輸水路線道路既有管線管徑調查，詳表 2-9。臺南海淡廠址周邊以「南 26 線」分佈有自來水地下管線、中華電信地下管線、台電地下管線及台電電桿；「南 25-1 線」計有自來水地下管線，而自北航道以西，則只有台電電桿分佈於既有規劃取排水路線上，預計對於施工期間地下管線對於取排水路線影響不大，惟設計階段仍需辦理管線試挖，避免未知管線於施工上增加困難度，並確認既有地下管線位置。



資料來源：1.臺南市道路挖掘管理系統（http://diggis.tainan.gov.tw/TNRoad/html/default.aspx）。
2.本計畫整理。

圖 2-12　既有規劃取排水路線之管線分佈圖

表 2-9　廠址輸水路線道路既有管線管徑調查彙整表

路段	道路寬 (m)	自來水地下管線 (mm)	台電 地下管線	台電路面 電桿	中華電信 地下管線
台 61 (173 甲線)	40	300	3" 5"	✓	—
南 26 鄉道	20	200 300	—	✓	3"-6 管 (青鱗鮹)
南 25-1 鄉道	20	100	—	✓	—
扇形鹽田路段	6*	—	—	✓	—

資料來源：1.臺南市道路挖掘管理系統（http://diggis.tainan.gov.tw/TNRoad/html/default.aspx）。
2.臺南海水淡化廠可行性規劃－工程可行性規劃，水利署水利規劃試驗所，民國 100 年。
3.*臺南海水淡化廠可行性規劃-地形測量、海岸變遷分析與 3D 建模展示，經濟部水利署水利規劃試驗所，民國 104 年。

(二)既有規劃取排水路線之地質資料

1、既有規劃取排水路線地質資料－陸域段

臺南市之土壤，鄰接山麓之階地沖積平原及嘉南平原大部份係第四紀砂岩與頁岩分解沖積而成之土壤；臺南沿海地區之地質屬第四紀沖積層，粉砂、粘土、砂及壤土為臺南層之典型地質組成物，厚層在 16～36 公尺之間。將軍地區受沿海強勁季風侵襲,使得海岸裸露之海砂大量覆蓋在河川沖積之新生地上，經年累月形成風成與河成夾雜的地質，地質組成以沉積物及砂為主，土層深厚。依據經濟部中央地質調查所－地質資料整合查詢網頁之資料查詢結果如圖 2-13 所示，由臺南海水淡化廠廠址至北航道段地質為氾濫平原沉積物，以泥夾砂為主；取排水路線過北航道至岸邊地質為潟湖沉積物，以泥及粉砂為主；岸邊段地質則以砂及沙灘沉積物為主。

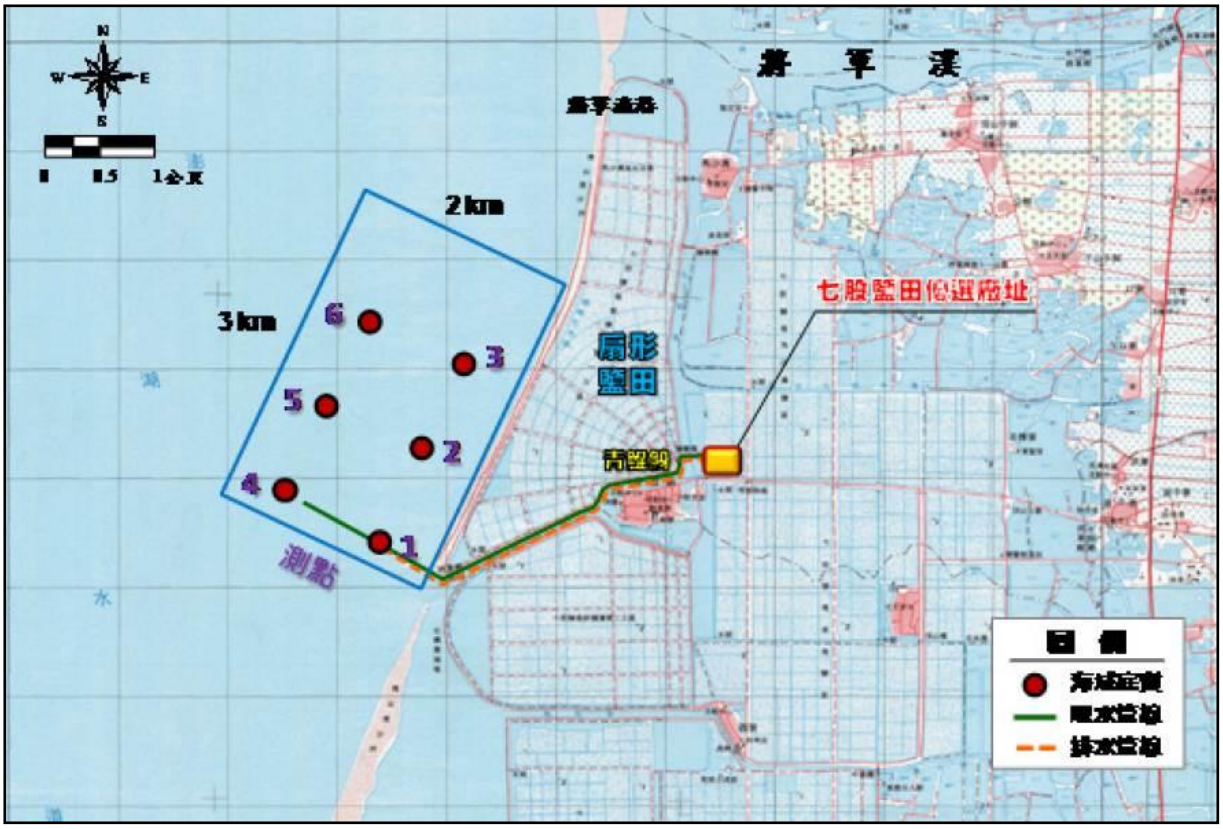
未來陸域段管線埋設需考慮經濟長度及深度，管線於通過排水路時，可採用架設水管橋工法施作，一般段則以明挖埋管方式施工，對於人口聚集之交通要道或無法遷移之地上物段則採用推管工法進行。為考量施工操作時之震動變位問題，則需於施工回填時須確保管身外圍有 30 公分以上之回填砂以吸收震動變位能量。

2、既有規劃取排水路線地質資料－海域段

計畫廠址海域過去未有海域地質調查，以底質而言，臺南沿岸海底底質介於粉砂到中砂的範圍內，以細砂（粒徑 125~250 μm）為主，中砂（粒徑 250~500 μm）次之。101 年度規劃報告辦理取排水設施外業補充調查作業海域底質調查結果（調查點位如圖 2-14 所示），除西北側測點 6 海底底質較細，屬泥質粘質壤土外，其他 5 測點屬砂土或砂質土壤，與既有海底底質資料比較約略相同，其水力傳導係數約介於 10^{-4}~10^{-5} 公尺/秒之間。

資料來源：1.經濟部中央地質調查所-地質資料整合查詢網頁（http://gis.moeacgs.gov.tw/）。
2.本計畫整理。

圖 2-13　既有規劃取排水路線（陸域段）地質分佈圖



資料來源：臺南海水淡化廠可行性規劃-工程可行性規劃(2)，水利署水利規劃試驗所，民國 101 年。

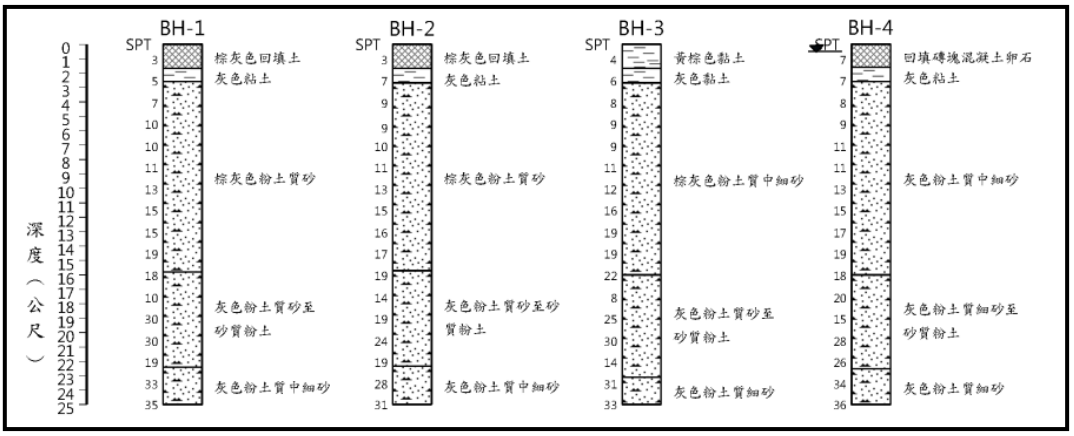
圖 2-14　海域底質調查點位

3、海淡廠預定廠址鑽探成果

另參考水規所民國 101 年「臺南海水淡化廠可行性規劃－工程可行性規劃(2)」已完成於臺南海水淡化廠址地質鑽探分析，共設置七個鑽探孔位，各孔鑽深皆為 25 公尺，地質鑽探位置示於圖 2-15。經初步瞭解本計畫海水淡化廠址地層分別由棕灰色回填土、灰色黏土、棕灰色粉土質砂、灰色粉土質砂至砂質粉土與灰色粉土質砂所組成，詳圖 2-16 至圖 2-17。

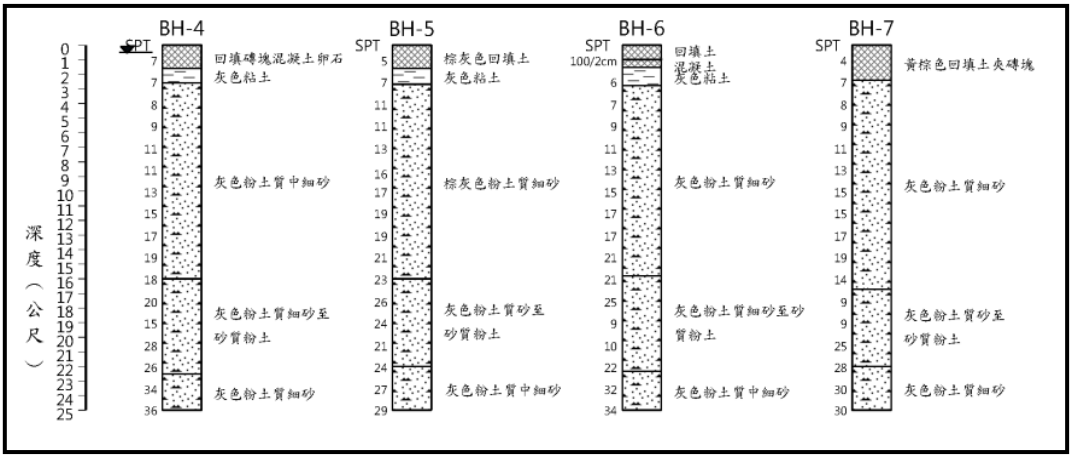
資料來源：1.臺南海水淡化廠可行性規劃-工程可行性規劃(2)，水利署水利規劃試驗所，民國 101 年。
2.本計畫整理。

圖 2-15　廠址地質鑽探位置示意圖



資料來源：臺南海水淡化廠可行性規劃-工程可行性規劃(2)，經濟部水利署水利規劃試驗所，民國 101 年。

圖 2-16　廠址地質地層剖面圖（一）



資料來源：臺南海水淡化廠可行性規劃-工程可行性規劃(2)，經濟部水利署水利規劃試驗所，民國 101 年。

圖 2-17　廠址地質地層剖面圖（二）

(三)既有規劃取排水路線之地形水深變遷特性分析

本計畫參考「臺南海水淡化廠可行性規劃-地形測量、海岸變遷分析與 3D 建模展示」（水利規劃試驗所，民國 104 年）之取排水路線之海域段地形變遷特性，其依歷史資料進行規劃取排水管線地形水深之斷面侵淤資料繪製於圖 2-18。由圖可知，地形水深斷面經夏季波浪作用後，於灘地至水深 5 公尺間（離岸距約 600 公尺）地形水深呈現較明顯侵淤互見情形。其最大侵淤幅度介於 1.78 至-1.25 公尺間；於冬季波浪作用後，最大侵淤幅度介於 1.89 至-1.89 公尺間；而於長期波浪作用後，其灘地至水深 10 公尺間地形水深侵淤變化較為顯著，其最大侵淤幅度介於 2.88 至-1.08 公尺間。

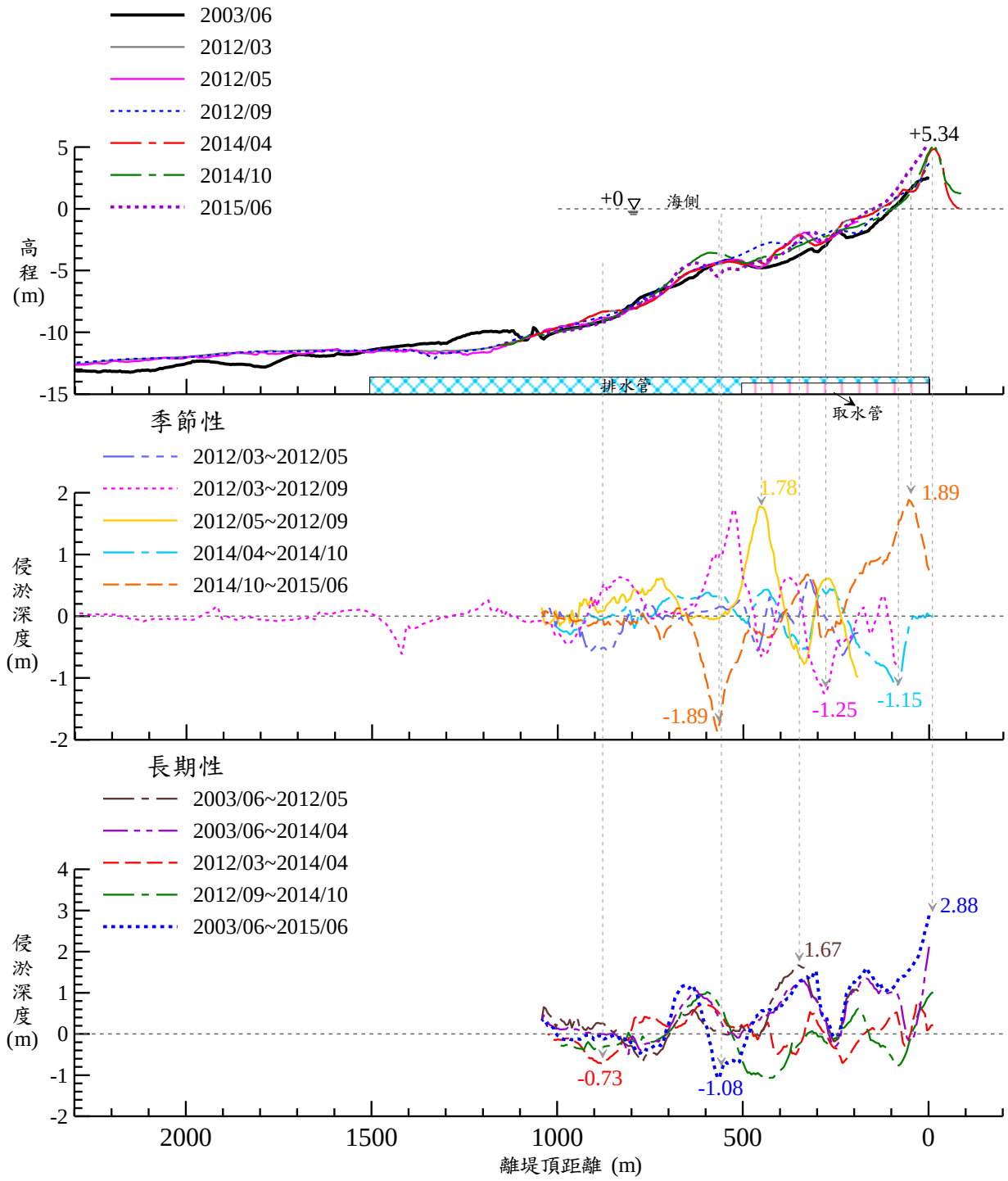
為瞭解取、排水管口處之斷面地形水深變遷情形，彙整如表 2-10 說明。於取水口處（離岸距約 500 公尺）其最大侵淤幅度介於 1.08 至-0.97 公尺間，排水管口處（離岸距約 1500 公尺）其最大侵淤幅度介於 0.17 至-0.20 公尺間。

表 2-10 取排水管處侵淤程度統計表

測次期間		侵淤範圍(m)	
		取水管口處 (距堤頂 500m)	排水管口處 (距堤頂 1500m)
季節性	2012 年 3~5 月	-0.09	-0.10
	2012 年 3~9 月	0.64	0.06
	2012 年 5~9 月	0.72	0.17
	2014 年 4~10 月	0.22	---
	2014 年 10 月~2015 年 6 月	-0.56	---
長期 (年度)	2003 年 6 月~2012 年 5 月	1.08	-0.20
	2003 年 6 月~2014 年 4 月	0.63	---
	2003 年 6 月~2015 年 6 月	-0.47	---
	2012 年 3 月~2014 年 4 月	-0.44	---
	2012 年 9 月~2014 年 10 月	-0.97	---

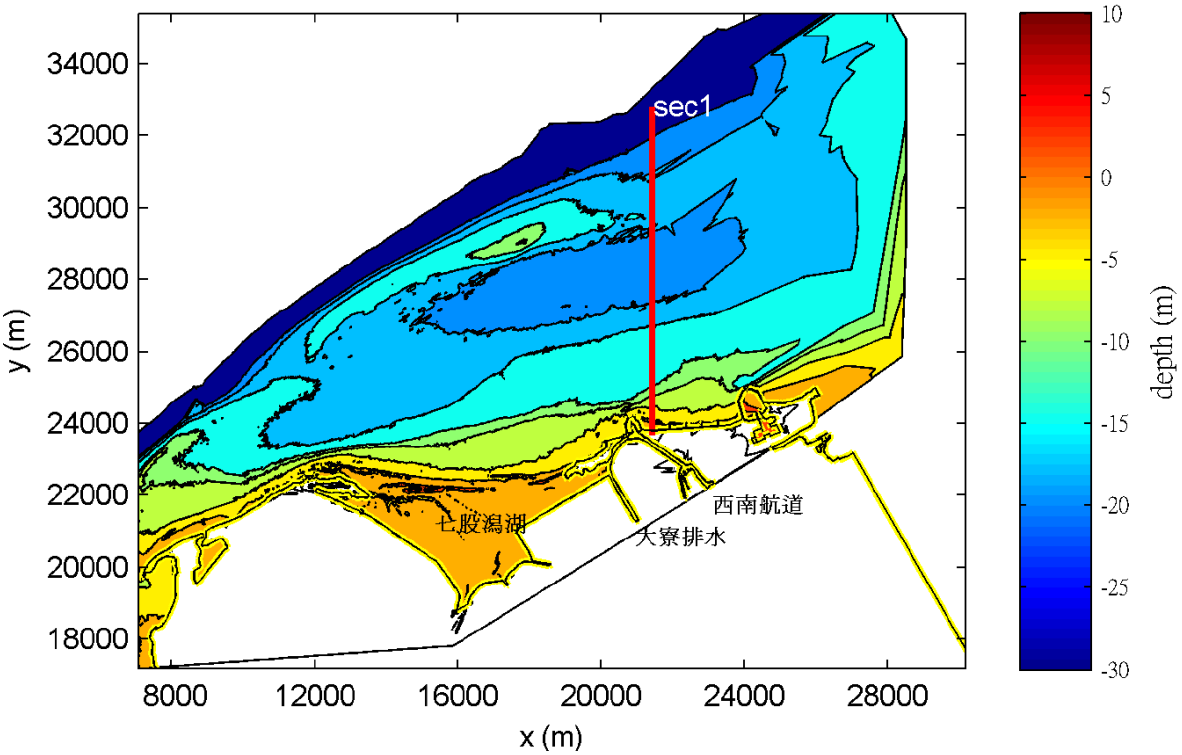
資料來源：臺南海水淡化廠可行性規劃-地形測量、海岸變遷分析與 3D 建模展示，經濟部水利署水利規劃試驗所，民國 104 年。

另參考民國 101 年度「臺南海水淡化廠可行性規劃－工程可行性規劃(2)」計畫，其應用 SBEACH 模式（The Storm Induced BEAch CHamge Model）以季節性及颱風波浪條件，模擬海岸斷面變化，斷面地形變化模擬位置如圖 2-19。模擬結果詳表 2-11 所示，於冬季季風至重現年 50 年設計颱風波浪條件下，地形淘刷程度可達-1.21 公尺，至於地形堆積亦可達 2.11 公尺。



資料來源：「臺南海水淡化廠可行性規劃-地形測量、海岸變遷分析與 3D 建模展示」，經濟部水利署水利規劃試驗所，民國 104 年。

圖 2-18　規劃之取排水路線地形水深斷面圖



資料來源：臺南海水淡化廠可行性規劃-工程可行性規劃(2)，經濟部水利署水利規劃試驗所，民國 101 年 12 月。

圖 2-19　七股海域等地形水深與斷面示意圖

表 2-11　SBEACH 模擬之地形變化位置與幅度

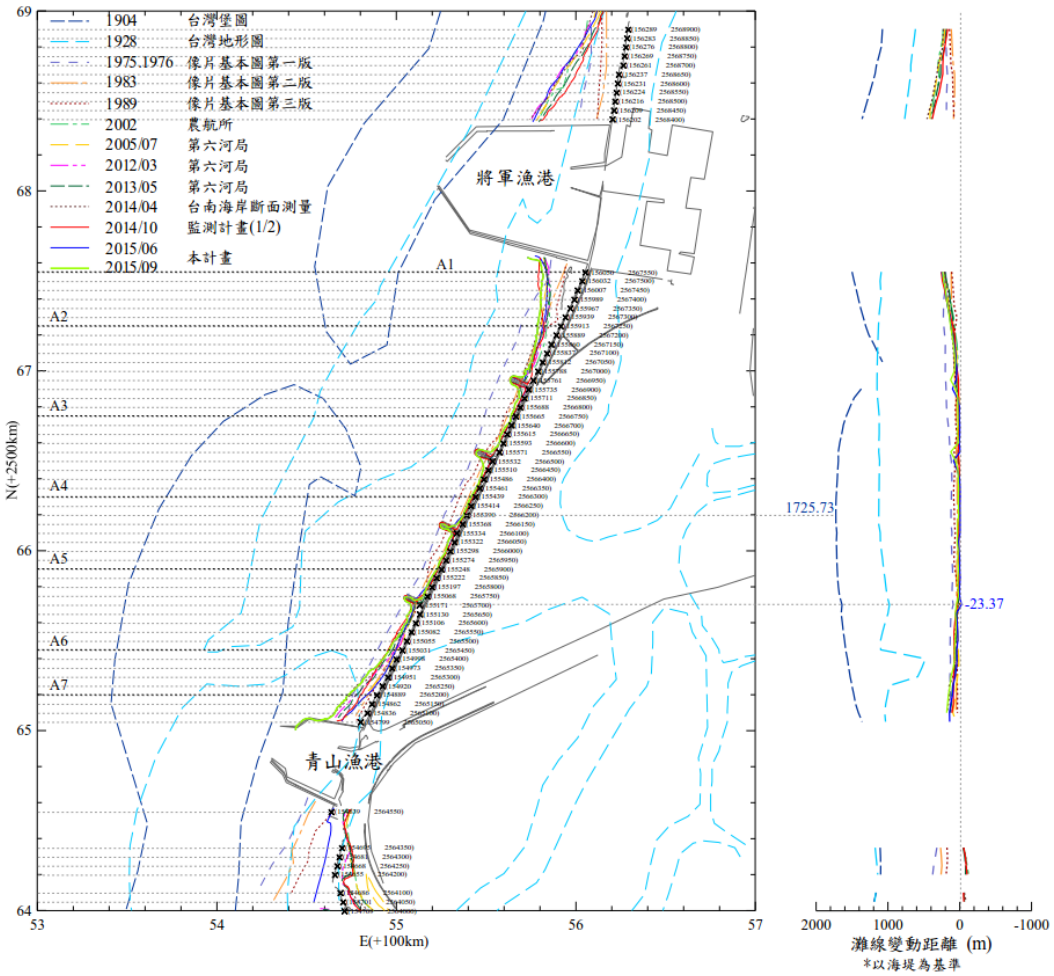
條件 (颱風波浪重現年)	第一組 砂谷與砂堆			第二組 砂谷與砂堆			第三組 砂谷與砂堆		
	離岸位置 (水深)	幅度		離岸位置 (水深)	幅度		離岸位置 (水深)	幅度	
		侵蝕	淤積		侵蝕	淤積		侵蝕	淤積
冬季 季風	530~560 (-1.08~-1.59)	0.65	0.46						
5 (八掌溪)	500~540 (-0.68~-1.21)	0.58	1.25	1120~1310 (-5.99~-7.73)	0.79	2.11			
10 (八掌溪)	500~540 (-0.68~-1.21)	0.53	1.22	1210~1450 (-6.68~-9.20)	0.74	0.86			
20 (八掌溪)	500~540 (-0.68~-1.21)	0.55	1.21	1300~1420 (-7.63~-8.87)	0.69	0.56			
50 (八掌溪)	500~530 (-0.68~-1.08)	0.55	1.22	1490~1750 (-9.29~-10.45)	0.63	0.41			
5 (曾文溪)	520~550 (-0.94~-1.40)	0.69	1.65	1280~1430 (-7.34~-8.99)	0.87	0.86			
10 (曾文溪)	520~550 (-0.94~-1.40)	0.67	1.72	1780~2150 (-10.49~-11.11)	0.42	0.49			
20 (曾文溪)	390~550 (2.21~-1.40)	0.61	1.78	1010~1200 (-4.97~-6.65)	1.09	1.07	2540~2840 (-11.3~-12.4)	0.64	0.61
50 (曾文溪)	380~550 (2.95~-1.40)	1.21	1.82	940~1180 (-4.51~-6.41)	1.21	1.08	2860~3110 (-12.32~-14.06)	0.82	1.09

資料來源：臺南海水淡化廠可行性規劃-工程可行性規劃(2)，經濟部水利署水利規劃試驗所，民國 101 年 12 月。

由上述實測地形水深變遷特性分析結果，取、排水管區域季節性地形變遷為夏淤冬侵；將軍漁港南防堤及青山漁港北防堤有較大變化區間，變化位置約在水深 1 至 4 公尺，其幅度約 0.89 至-0.94 公尺；於長期性地形水深變遷特性分析，水深 3 至 6 公尺間變化較劇烈，其幅度約 1.67 至-1.08 公尺間。分析結果與數值模擬差異，主要在於將軍漁港與青山漁港間之突堤效應及沿岸漂砂運動所致。

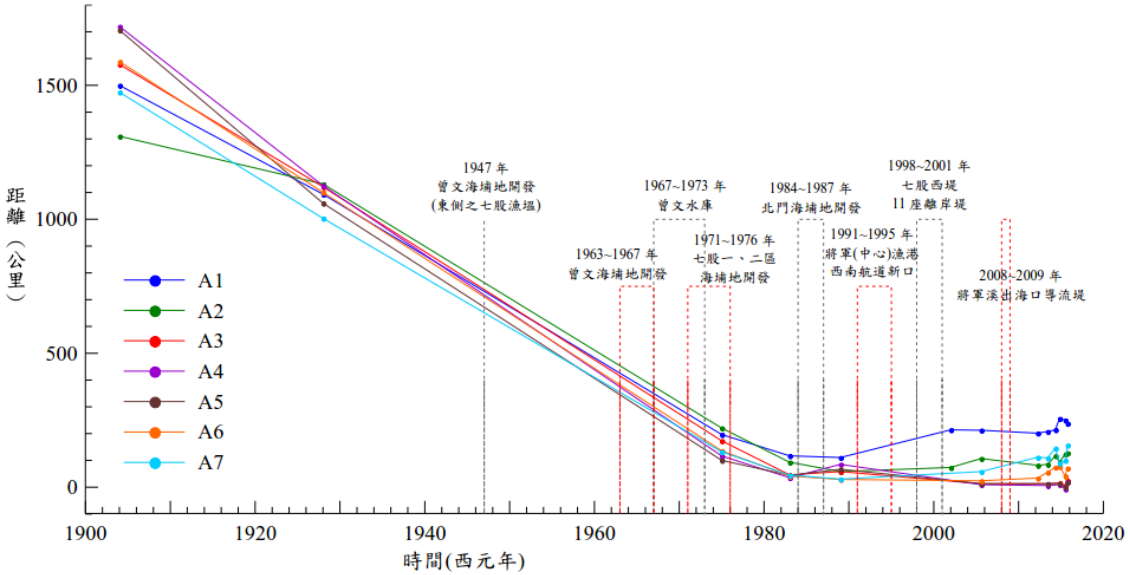
(四)既有規劃取排水路線之海岸線變遷

本計畫參考「臺南海水淡化廠可行性規劃-地形測量、海岸變遷分析與 3D 建模展示」(水利署水利規劃試驗所，民國 104 年）之取排水路線之海岸線變遷，圖 2-20、圖 2-21 顯示，早期（1904~1976 年）時段，各斷面海岸線變化量於 1904~1928 年間，介於-646.19~-178.31 公尺，1928~1976 年間，介於-1008.91~-871.76 公尺，整體 0 米灘線後退速率約為每年 13.40~23.68 公尺，其後退幅度較顯著；於中期時段，各斷面海岸線變化量於 1976~1983 年間，介於-127.52~-55.88 公尺，1983~1989 年間，介於-35.05~49.79 公尺，1989~2002 年間，介於 15.24~103.64 公尺，整體 0 米灘線後退速率約為每年 1.06~7.12 公尺，其往陸側後退已有減緩情形；而近期時段，各斷面海岸線變化量於 2002~2005/07 年間，介於-1.53~33.53 公尺，2005/07~2014/10 年間，介於 -12.70~53.34 公尺，2014/10~2015/09 年間，介於-18.29~67.05 公尺，0 米灘線整體往海側成長，其成長速率約為每年 5.25~25.50 公尺。



資料來源：「臺南海水淡化廠可行性規劃-地形測量、海岸變遷分析與 3D 建模展示」，經濟部水利署水利規劃試驗所，民國 104 年。

圖 2-20　將軍漁港至青山漁港海岸段歷年 0 米灘線變化圖



資料來源：「臺南海水淡化廠可行性規劃-地形測量、海岸變遷分析與 3D 建模展示」，經濟部水利署水利規劃試驗所，民國 104 年。

圖 2-21　將軍漁港至青山漁港海岸段歷年 0 米灘線斷面變化圖

三、取排水管線佈設工法資料蒐集

(一)陸域段施工方式

陸域施工方式常用有明挖埋管工法及推進埋管工法，其中明挖埋管工法主要用於施工路段之地下既有管線較少或交通流量較小之情況下施作，然為避免施作時有損壞地下既有管線之疑慮，減少對交通影響之情況發生，或管線施工時需橫越道路，可採推進埋管之方式施工。

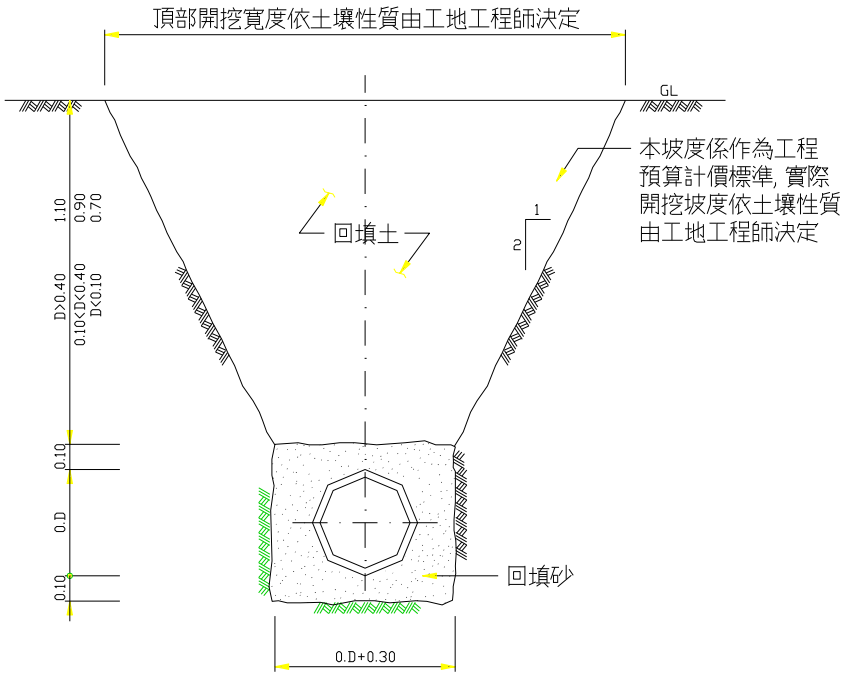
1、明挖埋管

明挖工法乃在現有之道路按工程所需寬度開挖，達計畫深度後將管線鋪設於溝底，完成後覆土並恢復原有道路狀態；公共管線最小覆土深度須同時考量保護管線、施工需求及避免牴觸地下結構物等諸多因素。依據內政部營建署「公共污水下水道管線設計手冊」，鋼筋混凝土管最小覆土深度至少應在 50 公分以上，其他管材至少應在 100 公分以上。

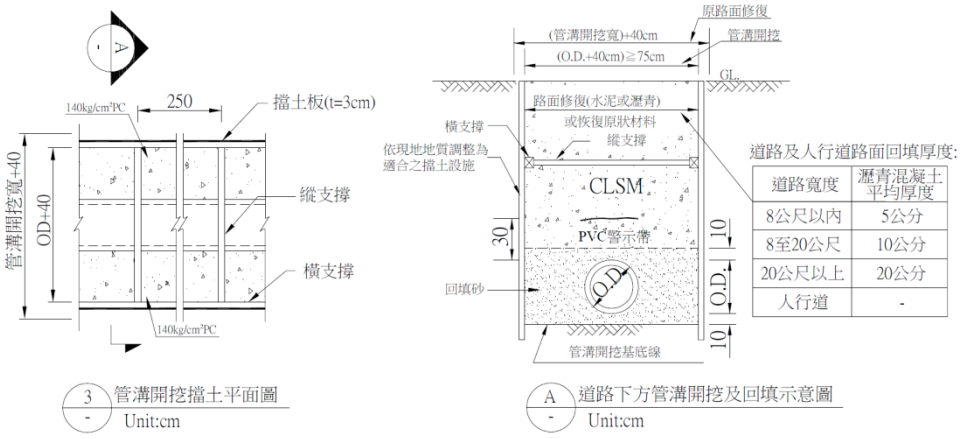
本施工法較為簡易，但其對交通及環境之影響甚大，加上開挖深度及擋土措施均為全線性，開挖寬度又與開挖深度及管徑大小有關，因此通常開挖深度低於 4 公尺以內才考慮使用。惟因受路面既有雨水箱涵、電信、電力、自來水及瓦斯等管線之影響，管線之佈設必須配合避開，但由於地下管線資料並非絕對，無法確保輸水管線之佈置完全避開地下管線，如以明挖工法施工，為避免和地下管線相牴觸，須對地下管線作進一步試挖，使風險降至最低，且為減少對環境及民眾生活品質的影響。

在管線埋設施工時，宜規範承包廠商儘量以當天施工當天回填之方式施工，選用之擋土設施應依地質及現地條件（如鄰房...等）選擇鋼軌樁、鋼板樁或靜壓式鋼板樁，管溝寬度至少為管體外徑加 0.5 公尺以上，以利施工人員進出及安裝管體。管溝以控制性低強度回填材料（Controlled Low Strength Material,CLSM）回填，避免管溝沉陷損及道路及管體；地表下方採用 10 公分原碎石級配底層回填壓實，再鋪設 10 公分瀝青混凝土（Asphalt

Concrete,AC)，以確保路基及路面安全舒適，詳圖 2-22。每日在未完成段於收工時以鋼板覆蓋，以達降低對周遭環境之衝擊及對交通之影響。



註: 尺寸以公尺為單位 .



資料來源：「金門地區增建海水淡化廠可行性規劃-工程可行性規劃(1)」，經濟部水利署水利規劃試驗所，民國 103 年。

圖 2-22　明挖埋管方式

門型工作架主要亦用於明挖工法擋土用，其利用門型鋼結構受力平衡之特性來抵抗外力，其構造係以 H 型鋼作橫擋及水平支撐與支柱，並於兩側（與土壤接觸面）加封鋼板，再焊接而成，其係先開挖再將門型工作架置入，與一般鋼軌樁之施工順序不一樣，此法較傳統打樁擋土快速，但因需事先開挖，所以深度不宜太深。

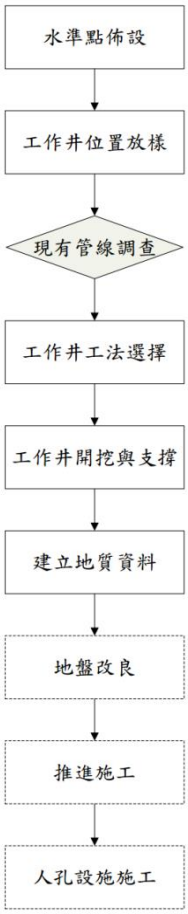
2、推進埋管

推進工法係國內常用且工程技術成熟之管線埋設工法，其於埋設管線之兩端，構築與埋管深度相同之推進工作井及到達工作井，並於推進工作井後方構築反力牆，再於推管（鋼筋混凝土管、鋼管、石墨鑄鐵管、陶管及各種複合管等）之前端設置前導體，利用置於反力牆處之油壓千斤頂，在管後端一面將埋管向前推進土層內，一面將管內廢土以人力或機械挖掘、搬運出工作井外之一種埋管施工法。推進時所使用之管材必須達一定的耐壓強度，推進設備需達規定之壓力，管體前端附有刃口，挖掘及搬運土砂之技術及設備，更需豐富之經驗與計畫，地質不良時亦須處理地下水及輸送空氣之設備。其施工流程如圖 2-23，推進埋管示意圖如圖 2-24 所示。

在推進工法中扮演甚為重要角色之「推進工作井」與「到達工作井」，其功用各有不同，依照不同施工方式可區分多種工作井尺寸，詳如下所述：

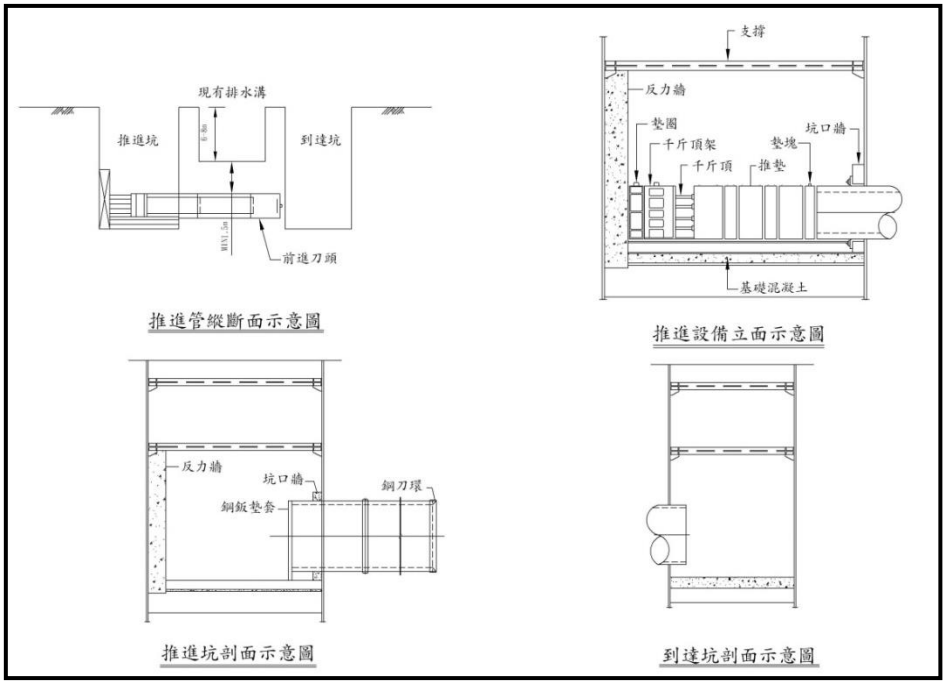
A、推進井：除作為推進管推進時之作業場地外，同時材料與機械機具的搬運出入，推進人員的進出亦藉由此推進井進行。

B、到達井：設置於推進到達的位置，除作為推進機或刃口之回收外，亦可兼做推進井，以提昇工作井之配置靈活運用。



資料來源：下水道推進施工技術參考手冊，內政部營建署，民國 98 年 12 月

圖 2-23　推進工法施工流程圖



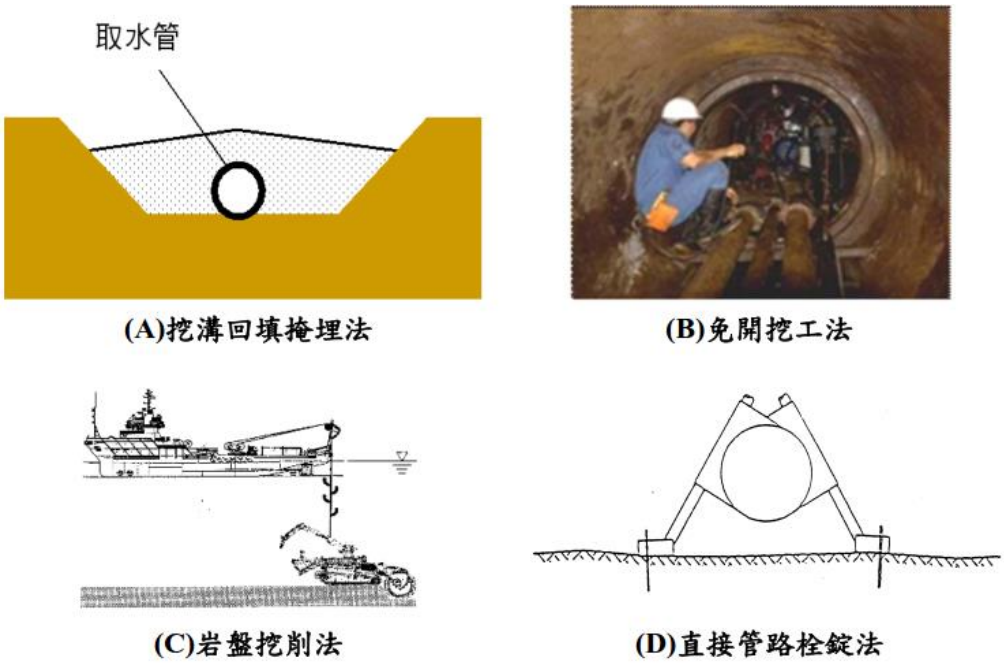
資料來源：臺南海水淡化廠可行性規劃－工程可行性規劃(2)，經濟部水利署水利規劃試驗所，民國 101 年 12 月

圖 2-24　推進埋管方式

工作井之配置，除考量本身有足夠之空間作為人員機械之進出外，其周遭地面工作場地之規劃，亦應詳細考慮，如：材料堆置、泥水沈澱、廢土搬運場地及其他相關設施，應儘量避免對周遭交通之衝擊及因工作井結構設計不佳或開挖支撐失當，而導致鄰近結構受損或影響施工安全。工作井之防水處理，需在破鏡面時做好鏡面工、止水帶等裝置，若在較不穩定或地下水位過高之地層，再搭配藥液注入輔助施工方法即可，另考量輸水管線後續維修時不易像自來水管線能以開挖修復，故建議留設修復人孔，以利後續之維（修）護。

(二)海域段施工方式

近岸輸水管線施工主要有挖溝回填掩埋法、免開挖工法（海底隧道工法）、岩盤挖削法及直接管路栓錠法等方式，如圖 2-25 所示。近岸段管路施工對一般砂礫質海床可使用挖溝機、抽砂船或抓斗船等船機採挖溝回填掩埋方式，為避免海氣象影響施工可使用免開挖工法，而遇堅硬底質海床可採岩盤挖削法、直接管路栓錠法等；相關施工方式描述如下。



資料來源：臺南海水淡化廠可行性規劃－工程可行性規劃(2)，經濟部水利署水利規劃試驗所，民國 101 年 12 月

圖 2-25　近岸輸水管線施工法

1、挖溝回填掩埋法

對一般砂礫底質海床可使用水中挖溝機、抽砂船或抓斗船等施工船機，採挖溝回填掩埋方式埋設管路。如遇岩盤地質可直接以鑽頭切開岩盤，或以爆破炸開岩盤方式進行挖溝，惟後者施工期間影響海洋生態環境稍大。挖溝回填掩埋法之施工成本較低，但施工期間受天候影響較大，有時工程進度不易控制。

由海底管線技術統計文獻資料得知，埋設深度如超過 30 公分，波浪及海流將不會影響管線穩定，但因須考慮海流沖刷深度，海底管線一般都以 1 至 2 公尺為埋設深度。如管線經過港口拋錨區，其埋設深度必須能避免拋錨損害，依海床地質軟硬程度而定，約須 3 至 5 公尺深度。

2、免開挖工法

為避免施工期間受波浪、海流、潮流及風之影響，採免開挖施工法為確保工期進度之可行方法，主要包括推進工法、潛盾工法、水平導向鑽掘工法等，惟施工成本較高。

(1)推進工法

如使用推進工法，因高密度聚乙烯管（HDPE）管為撓性管材，無法作為推進管材，需另以高壓混凝土管（RCP）推進後，再於管線內佈設高密度聚乙烯管（HDPE）取、排水管，另設置到達井圍堰之工作平台時，應考量漁船行船安全。

(2)潛盾工法

潛盾工法雖單次可推進距離較長，最長可約 2,000 公尺，可避免設置中間工作井，推進機頭分為泥水加壓式與土壓平衡式兩類，潛盾工法需考量潛盾隧道內人員操作、設置軌道、輸送帶、組裝環片所需空間，推進機具尺寸一般較大，國內案列亦有應用於較小管徑，約為 2.5 公尺，但仍較本計畫需求為大；若要採取潛盾工法，除仍需設置到達井圍堰，恐危影響漁船行船安全外，另海水取水管及鹵水排放管需佈設於

同一隧道內，未來若取、排水管有破裂或洩漏，將有污染水源的風險，且工程經費較高。

(3)水平導向鑽掘工法（Horizontal Directional Drilling，HDD）

水平導向鑽掘工法單次可穿越長度以不大於 2,000 公尺為原則,但仍需視管線回拉時,管材所容許之拉應力而決定，以避免造成管線變形，影響管材強度，優點為不需要大範圍開挖，可避免影響週遭環境生態。另外 HDD 工法之鑽孔直徑約 200~1200 公厘，主要適用於 SPT-N 值小於 30 之黏土層或砂土層及礫石含量小於 30 %且粒徑小於 15 公分之礫石層，使用範圍廣泛。導鑽工法施工方式為利用鑽機配合穩定液，先行導鑽鑽孔後繼續多次擴孔，再修孔，達到足以容納設計所要求，比埋設管線數量大些空間之孔徑後，再利用鑽機順利又安全地將管線從到達坑之管端拖曳拉回（Drag Pulling back）到推進坑，HDD 導鑽工法可歸納出四大施工步驟如圖 2-26 所示。

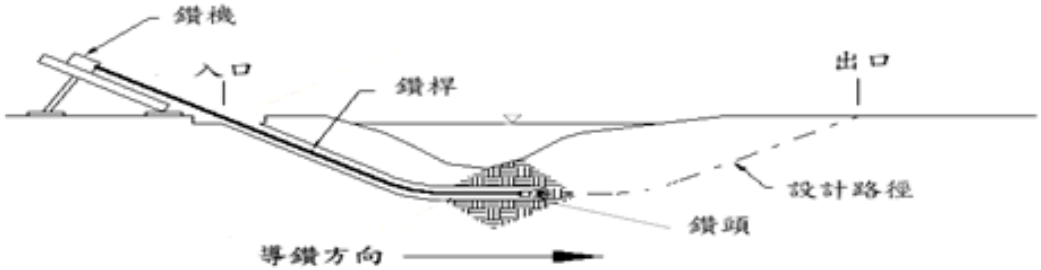
3、岩盤挖削法

遇岩石地盤亦可利用岩盤挖削機挖掘溝渠，將管路埋設於所挖溝渠內。本工法需專業施工船機，船機動員及維護費高，施工成本較昂貴。

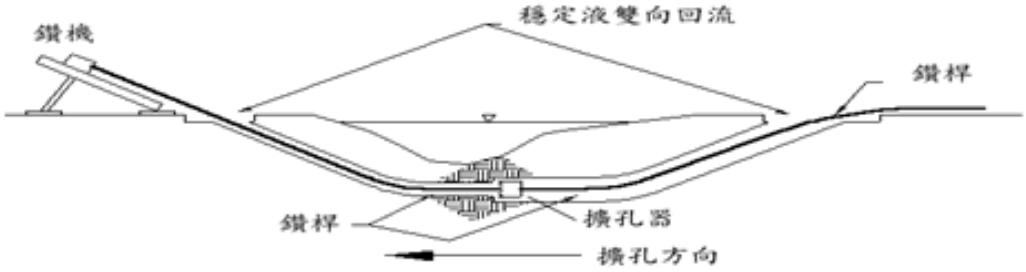
4、直接管路栓錠法

本工法係遇岩盤地質時，將取水管路直接透過支架，以岩栓（rock bolt）栓錠於岩盤上。此法適用於堅硬岩盤，且以小管徑為佳，岩栓及支架材料須作防蝕處理保護，而管路外露恐影響附近漁船作業為其缺點。

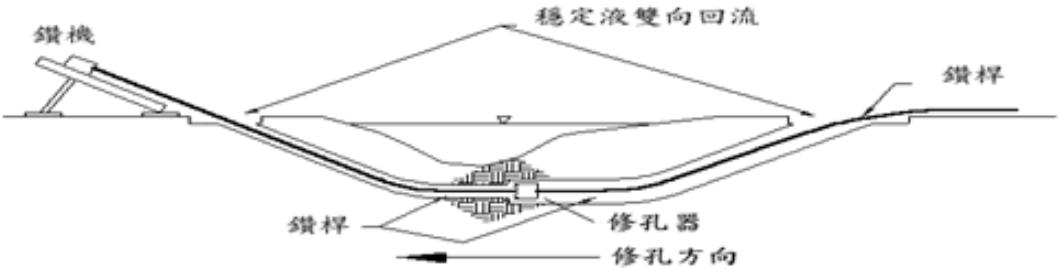
A、導鑽（Pilot Hole Directional Drilling）



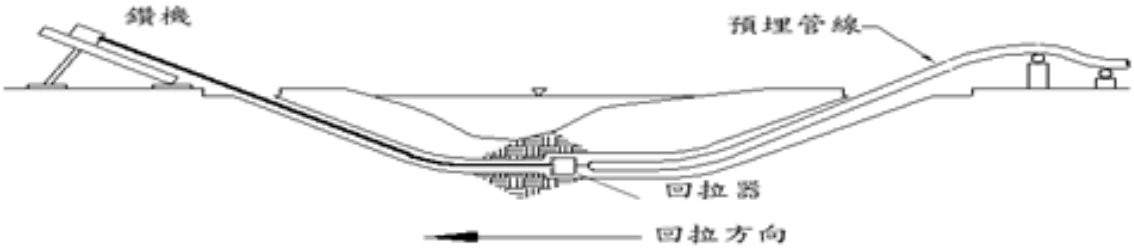
B、擴孔（Reamimg）



C、修孔（Barrel Reamimg）



D、回拉管（Pulling Back）



資料來源：INSTALLATION OF PIPELINES BY HORIZONTAL DIRECTIONAL DRILLING J.D.Hair & Associates,Inc

圖 2-26　水平導向鑽掘工法

第三章　海淡廠產水規模調整與處理程序配置規劃檢討

本計畫係針對民國 101 年「臺南海水淡化廠可行性規劃-工程可行性規劃」報告（以下簡稱 101 年規劃）及 102 年「臺南海水淡化廠可行性規劃-海域環境調查及計畫推動」報告（以下簡稱 102 年規劃）針對海水淡化廠擴增產水量進行整合評估檢討，使規劃作業更盡完善，作為後續執行參考。本計畫主要檢討項目為海淡廠產水規模與分期開發期程調整、廠區配置規劃調整與淡化處理程序檢討，茲將各項目檢討說明於後各小節。

一、海淡廠產水規模與分期開發期程調整

(一)海淡廠產水規模調整

綜合第二章用水供需資料蒐集檢討乙節，至目標年民國 120 年趨勢中成長之需水量為每日 111.2 萬立方公尺；現有水源量以已核定之「臺灣南部區域水資源經理基本計畫」之曾文烏山頭水庫每日 29.8 萬立方公尺、南化水庫每日 49.6 萬立方公尺及玉峰堰每日 3.0 萬立方公尺，共計每日 82.4 萬立方公尺做為水源供給基準。新增水源包含：

1、海淡廠原規劃每日 10 萬立方公尺。

2、南化第二水庫每日 14 萬立方公尺。

3、臺南高雄水源聯合運用調度支援每日 7 萬立方公尺。

4、移用農業用水每日 16.3 萬立方公尺。

如不考量移用農業用水狀況下，其他三項新增水源加上每日 82.4 萬立方公尺水源供給基準，總計每日 113.4 萬立方公尺，則用水尚有餘裕；另因南化第二水庫每日 14 萬立方公尺為不確定的供水量，則民國 120 年用水缺口每日 11.8 萬立方公尺。

由上可知，如不計南化第二水庫水量及在用水缺口及備援水源量的考量下，建議海水淡化廠由原規劃之每日 10 萬立方公尺擴增為每日 20 萬立方公尺；如尚有不足之水源，建議可暫由移用農業用水供應。

(二)分期開發期程

依據「臺南海水淡化廠可行性規劃－工程可行性規劃(2)」規劃內容，行政院核定之「臺灣南部區域水資源經理基本計畫」，臺南海水淡化廠原定民國 106 年開始供水(第一階段每日 5 萬立方公尺)，民國 108 年再新增每日 5 萬立方公尺供水量。考量環境影響評估及用地取得至少需 4 年，再加上招商、建廠與埋管之時程，重新檢討供需分析圖時，將第一階段供水時程延至民國 108 年，第二階段供水時程則為民國 110 年。

依循前期成果，原規劃每日 10 萬立方公尺之開發期程仍訂為第一階段供水時程民國 108 年，第二階段供水時程為民國 110 年；另本計畫因考慮 120 年用水缺口擴增至每日 20 萬立方公尺規模，原規劃每日 10 萬立方公尺訂為第一期，擴增之產水量每日 10 萬立方公尺則訂為第二期。參考圖 2-6 水源供需分析，由於擴增之需水量大多由工業用水為主，建議第一期每日 10 萬立方公尺海淡廠完工後進行用水需求評估，後續進行滾動式檢討並視興辦主體用水時程需求，擇定開發期程，詳表 3-1 所示。期間不足用水量，可勉以移用農業用水，惟移用以短期使用為主，長期需求仍需開發多元水源，避免損及農業用水需求。目前臺南市政府另有規劃污水再生利用，惟再生水目前仍以供應次級用水為主，未能納入自來水水源，大多以供應工業用水使用，在於整體用水調度及多元水源供應上彈性較低。

表 3-1　臺南海水淡化廠規劃開發期程

計畫名稱		規劃開發期程		
		第一期 每日 10 萬立方公尺		第二期 每日 10 萬立方公尺
		第一階段	第二階段	
前期計畫	臺南海水淡化廠可行性規劃-海域環境調查及計畫推動 (民國 102 年)	每日 5 萬 立方公尺 (民國 108 年)	每日 5 萬 立方公尺 (民國 110 年)	
本計畫	臺南海水淡化廠興辦計畫檢討與環境生態補充監測 (民國 104 年)	每日 5 萬 立方公尺 (民國 108 年)	每日 5 萬 立方公尺 (民國 110 年)	初步建議第一期建廠完成後,依滾動式檢討並視興辦主體用水時程需求

二、廠區配置規劃調整與淡化處理程序檢討

(一)淡化處理程序檢討

本計畫延續前期規劃以 RO 淡化程序規劃檢討海淡廠，海水淡化處理程序可分為取排水設施、前處理設施、RO 機組及其他附屬設施。本節針對各系統設施進行各處理單元、進流水處理限值（海水溫度及總溶解固體量）、海水前處理後水質標準、淡化水水質標準等規劃評估，相關規劃內容分述如下：

1、系統進水及產水要求

RO 系統之產水量和產水水質受進水 pH、海水溫度及 TDS 等影響，另因海水懸浮固體物可能造成 RO 系統物理性污堵，應於前處理系統中先去除，便於後續處理程序規劃，及考量未來能即時掌握，建議以濁度取代懸浮固體物作為觀測值，於進水端設置線上濁度計，30 NTU 為一般處理處理濁度，而 100 NTU 則為原水最大處理濁度，超過 100 NTU 將使前處理負荷過大。

一般而言，海水之 TDS 介於 36,000~42,000 mg/L 之間，參考民國 101 年及 102 年規劃報告海域水質及「臺南海水淡化廠可行性規劃-環境影響評估」監測資料，本計畫建議設計管制參數 TDS < 38,000 mg/L、pH 值介於 7.8~8.4、溫度 15~33℃及濁度< 30 NTU，本計畫產水水質將以設計條件進行模擬。

本計畫供水標的以沿海地區生活與工業用水為主，故以公共給水之水質標準（即飲用水水質標準）作為產水水質要求。目前國內飲用水影響適飲性水質標準總溶解固體(TDS)為 500 mg/L、氨氮<0.1 mg/L、氯鹽<250 mg/L。前處理效能（Turbidity）濁度須＜10 NTU 或去除率達 20~30 %；UF 系統處理後淤泥密度指數（SDI）＜3 及濁度需處理至≦1 NTU，而 RO 系統及淡化水（礦化後）之產水水質則可滿足飲用水水質標準，產水要求詳表 3-2。

2、處理程序

為評估海水淡化廠處理程序，蒐集分析國內海淡廠常見遭遇

問題,除原水水質差造成後端處理負荷大,系統設計無備載機組、設計未考量作業環境溫度及傳統前處理系統運作不良，導致 RO 薄膜處理單元容易發生積垢污堵等，如表 3-3，經本計畫檢討後提出相關對策，作為本計畫海水淡化廠規劃之借鏡。本計畫參考國內外海水淡化廠之設計及操作經驗，茲將海水淡化廠前處理程序及 RO 處理程序評估因子說明如表 3-4 所示。

表 3-2 進水條件及產水水質要求

項目	單位	海水進水條件		產水水質要求			淡化水(礦化後)	飲用水水質標準
		102 年度規劃	本計畫規劃	前處理系統	UF 系統	RO 系統		
pH		8.2	7.8 ~8.4	—	—	<6.0	6.0~8.5	6.0～8.5
溫度	℃	10~35	15~33	—	—	—	—	—
TDS	mg/L	<38,000	<38,000	—	—	＜350	400	500
氯鹽（Cl^-）	mg/L	—	—	—	—	＜200	200	250
濁度	NTU	—	<30 (一般處理濁度)	＜10 或去除率達 20~30%	＜1	＜0.1	0.2	2
淤泥密度指數（SDI）		—	—	—	＜3	—	—	—
硝酸鹽氮（NO_3^--N）	mg/L	—	—	—	—	＜10	10	10
游離氨氮（NH_3-N）	mg/L	—	—	—	—	＜0.1	0.1	0.1
大腸桿菌數	CFU/100 mL	—	—	—	—	＜5	5	6
色度		—	—	—	—	＜1	3	5
藍氏飽和指數(LSI)		—	—	—	—	<-1	>-1	—
總硬度	mg/L	—	—	—	—	＜10	20	300

註：本計畫產水水質要求符合環保署民國 103 年飲用水水質標準。

表 3-3 既有海淡廠遭遇之困難原因與對策

問題	原因	對策
1.進 RO 膜之前，原水 SDI 太高	1.藻類/微生物太多 2.原水濁度偏高	1.混凝/前加氯 2.混凝/前加氯 DAF/FF/UF 前處理
2.RO 膜容易污堵	1.設計錯誤/質量不平衡 2.pH 偏高，未加酸調整 3.未加抗垢劑	1.降低 RO 膜流通量，增加備品，泵浦採變頻設計 2.控制 pH 3.適量加藥
3.RO 膜產水量不足	1.操作溫度低於一般標準設計溫度 25℃ 2.未考慮備載 3.未實際使用 CIP 系統	1.修正設計基準至 15 ℃ 2.增加備載機組 3.啟用清洗系統
4.產水水質不合格	1.系統設計不當(設計後段流通量過高) 2.薄膜破損	1.調降流通量 2.更換薄膜/修改操作條件
5.產水硼離子濃度偏高	1.原水 pH 太低 2.選用錯誤 RO 膜 3.系統設計不當	1.提高 pH 2.選用適當薄膜 3.修改設計條件

表 3-4 RO 法之海水淡化廠處理程序評估因子

評估因素	處理程序	
前處理程序	產水需求	建議處理程序
	SDI > 3	簡易過濾，如砂濾、纖維過濾等
	SDI ≤ 3	1.傳統處理（混凝沉澱或過濾） 2.高級前處理（UF）
	註；前處理程序之產水需求攸關後續 RO 處理程序之操作維護週期。	
RO 處理程序	TDS < 250 mg/L	two pass：SWRO + partial BWRO
	TDS < 500 mg/L	one stage：SWRO
	1.前處理程序如設置 UF 系統，RO 系統設計造水率至 40 % 2.如無 UF 系統，則需降低造水率，宜低於 40 %，建議 RO 造水率 35 %~38 % 3.備載量可依模組之排列方式進行擇定	
後端處理	因海淡水 LSI < -1，需設置礦化處理，使輸出海淡水 LSI 應>-1，避免輸送過程腐蝕管材	
除硼	依用戶端之水質需求選擇除硼方式	

註：海水逆滲透（SWRO）、半鹹水逆滲透（BWRO）

參考資料：1.本團隊參考 IDA2012~2014 年報彙整之評估建議。

2. Voutchkov, N. (2010). Considerations for selection of seawater filtration pretreatment system. Desalination. 261, 354–364.

3.國內海淡廠前處理單元之效能評估–建立以 SDI 為基礎之分析，楊惠玲等，民國 101 年

(1)前處理技術

前處理技術之產水指標為 SDI < 3（SWRO 進水條件），其方式與海水水質有關，如果水質佳，例如太平洋島嶼，因水質清澈，採用簡單過濾即可；若水質差，例如大陸渤海灣內，含高濁度與淤泥，則可採用傳統前處理方式（混凝沉澱與過濾），可以達到進水要求，但因混凝效果易受溫度與環境影響造成水質變化時，不易及時調整劑量，致使可能失控傷及 SWRO 而不知，因此需要專業同仁及時配合；混凝沉澱受限空間，擴充性低，另外亦可選用超過濾高級前處理方式（UF）優點是可以達到 SDI < 3 效果，優點是空間小、機動性高，缺點是投資費用比較高，如果前處理混凝成效不佳，UF 可確保 RO 進水水質，穩定 RO 產水能力。

海淡廠設置亦須考量原水變異之處理能力，海淡廠取水之懸浮固體濃度可能因颱風、東北季風及海流漂砂等因素影響而有過高之情形，為達維持穩定產水與降低 RO 膜之污堵機會，

本計畫建議採用混凝沉澱與 UF 二階段處理程序，混凝沉澱先去除大顆粒懸浮固體,也降低後端 UF 之負荷與延長使用壽命。

(2)RO 處理技術

海水淡化處理程序中之 RO 處理技術可分為「級（pass）式系統」和「段（stage）式系統」兩大類，所謂級（pass）式系統即為 RO 模組之一種連接型式，目的為提高脫鹽率及提高水質，相對其缺點為產水率下降，因追求高水質，其淡化水再一次進入膜組中給予脫鹽濃縮，致其產水量相對下降，適用對水質要求較高的用水對象，級（pass）式系統處理程序示意如圖 3-1。而段（stage）式系統為另一種 RO 模組連接型式，多段式即將 RO 模組串聯式，處理後的濃鹵水回收再處理，目的為提高造水率或是回收率，減少濃鹵水排放量，相對其缺點為脫鹽率降低，水質變差，因受後段的回收水質影響，故平均產水水質降級式系統低，適用一般用水需求對象，段（stage）式系統處理程序示意如圖 3-2。

民國 101 年規劃以兩級式（two pass）RO 工法作為淡化程序，其產水水質雖較佳，惟設置成本較高，然本計畫供水標的以公共用水為主，民國 102 年規劃改採一段式（one stage）RO 工法，產出之海淡水水質均優於自來水水質，可滿足現行飲用水水質標準。本計畫針對 RO 系統模組設備及空間配置進行重新檢視，並考量穩定區域用水設計適當備載，以防海淡廠失敗經驗重蹈覆轍。

而海水鹽分高，經過 SWRO 濃縮後，某些成分可能造成過飽和而產生結晶污堵膜表面，降低出水量，因此大都採用低造水率方式操作（一段式 one stage），其中一支殼最多裝 8 支膜，造水率（recovery）不超過 45 %，可達到一般產水水質規範要求 TDS < 500 mg/L，如果特別要求 TDS < 250 mg/L，則必須增加 BWRO，將 SWRO 產水再部份處理後摻配成合格產水（two pass：SWRO + partial BWRO），通常冬天 SWRO 水質比較好，

BWRO 摻配量比較少，夏天 SWRO 水質比較差，BWRO 摻配量比較多。

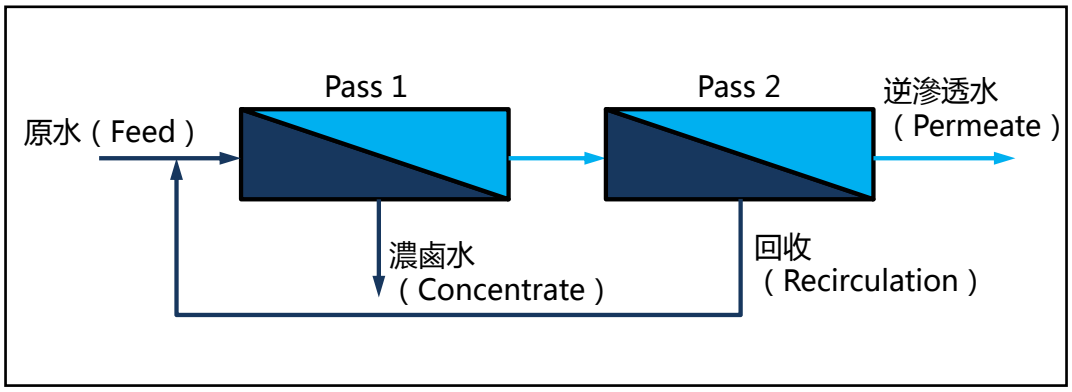


圖 3-1 級式（Pass）RO 系統示意圖

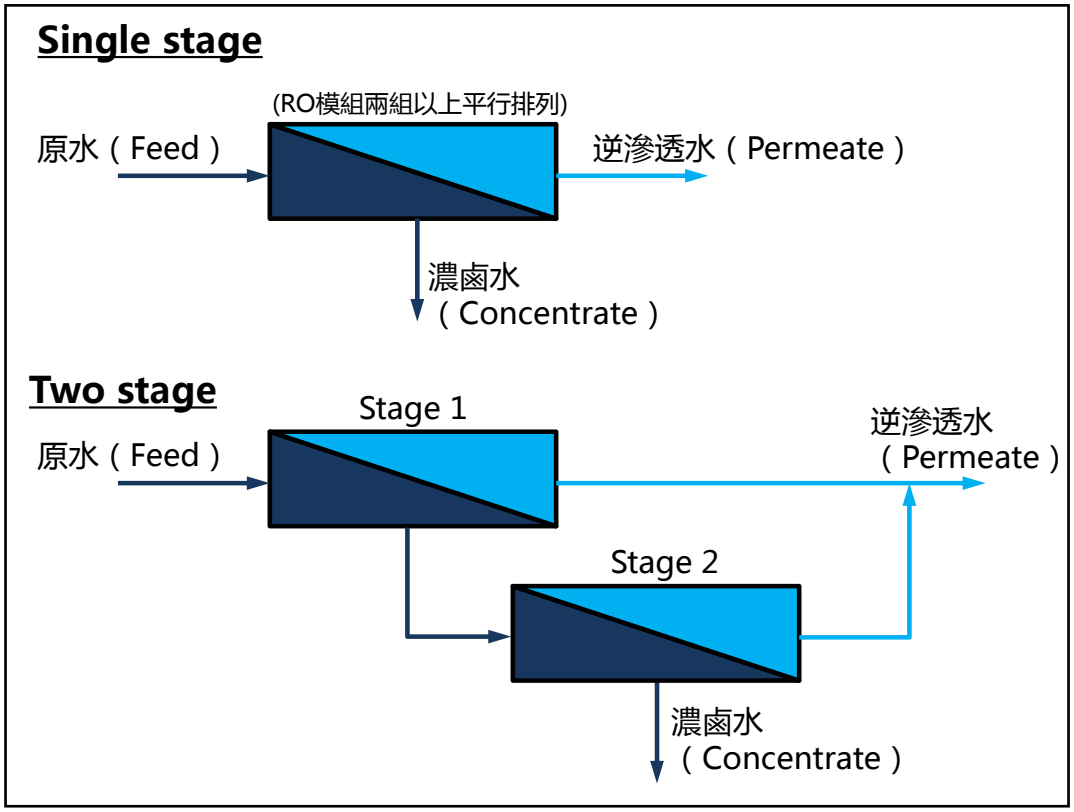


圖 3-2 段式（Stage）RO 系統示意圖

(3)後端處理

RO 產水 LSI< -1，後端必需設置礦化及 pH 調整，提高產水鹼度，避免輸送過程腐蝕管材，方能輸送給用戶端。

(4)除硼

人們每日從食物及飲用水中會攝入 1~3 mg 的硼，硼也是植

物生長所必需的微量元素，許多研究都證實硼元素有許多益處，像是增加鈣質的吸收，克服維他命 D 缺乏來預防或減緩骨質疏鬆，也能夠促進軟骨的接合及復原，但是硼過量攝取或灌溉水中硼含量過高也會對人體和作物產生危害。世界衛生組織(WHO)建議，成人每天攝入的硼應不超過 0.16 μg/g，過量的硼攝入會引起噁心、頭痛、腹瀉、肝臟損害甚至會死亡。植物若硼中毒則會使葉片枯黃、脫落，最終會導致光合作用能力的降低和產量的下降。因此為維護人體健康及作物之正常生長，從水源中降低硼含量是必要的。

世界衛生組織(WHO)原並未將硼列為毒性物質，至 1993 年才對飲用水中的硼首次提出 0.3 mg/L 的臨時性限定指標，1998 年規定為 0.5 mg/L，世界衛生組織於 2011 出版的第 4 版 the Guideline for Drinking-Water Quality 中將飲用水的硼濃度標準定訂為 2.4 mg/L。許多國家和組織也制定了相應的標準，如歐盟 1998 年規定飲用水中硼的限值為 1.0 mg/L，紐西蘭飲用水標準中硼的限值則為 1.4 mg/L。在澳洲，一般硼濃度的最大限值為 4 mg/L，但在 Perth 海淡計畫中，硼的濃度限值為 2 mg/L，在美國加州 Carlsbad 海淡計畫中的硼限值為 1 mg/L，但其最高值可允許至 1.49 mg/L，以色列則要求硼濃度不得高於 0.4 mg/L，而在台灣放流水中硼的管制標準為 1.0 mg/L。水中除硼常用方法如下說明：

A、化學沉澱法

此法是經由將溶液調酸或調鹼以便將硼轉化為難溶的硼酸鹽或硼酸來分離硼，適用於含硼量高的廢水體系。在加鹼沉澱法方面，利用在弱鹼性條件下，硼與金屬氧化物會反應生成難溶的硼酸鹽沉澱。使用石灰乳來沉澱滷水中的硼即是一例，其是將原滷水濃縮，在濃縮液中加入一定量的石灰乳，便可得到硼酸鈣的沉澱產物 $CaO\text{-}B_2O_3\text{-}6H_2O$，沉澱效果會受氧化鈣的品質及用量、溫度及 pH 值的影響。

在加酸沉澱法方面，主要是利用硼酸在無機酸中溶解度小的特點來分離硼，換句話說，在溶液中加入鹽酸或硫酸將硼轉化為溶解度較小的硼酸，從而分離出硼。通常廢水中所含 B_2O_3 的濃度達到 2~3%時，便可考慮使用此法。

化學沉澱法是較早見諸報導的除硼方法，其中沉澱劑包括無機沉澱劑和有機沉澱劑。化學沉澱法除硼通常會產生大量沉澱物進而使水中的鹽度增加，而沉澱劑的大量消耗和沉澱物的後續處理是其在工業應用中所面臨的主要問題。另外，由於沉澱的不完全或沉澱的吸附作用不完全，使用此法僅約可分離 50~ 60%的硼。為了提高硼的回收率和較徹底地分離硼，通常將此法作為預處理，並與其他方法聯用來分離硼。

B、硼選擇性離子交換樹脂

樹脂法分離硼的原理，即是利用硼的缺電子特性，易於與鄰二羥基官能基絡合，先形成 1：1 的螯合物(A)，之後再進一步絡合形成 1：2 的螯合物(B)，而所形成的螯合物在酸的作用下又可以解離，得到原來的硼酸，如下圖 3-3 所示。

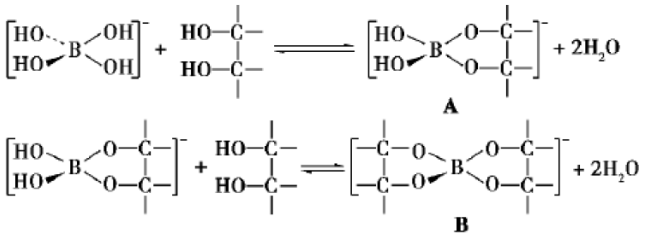


圖 3-3　樹脂法分離硼原理圖

利用硼選擇性離子交換樹脂的活性官能基與水中的硼發生交換反應，可迅速高效地去除水中的硼，其在飲用水、含硼廢水、海水淡化等除硼領域已展現出良好的處理效果和廣泛的應用潛能。目前，已商業化應用的硼選擇性離子交換樹脂主要為含 N-甲基葡萄糖胺官能基的螯合樹脂，比較著名的有 Rohm-Haas 的 Amberlite IRA743，PWA10；日本三菱的 Diaion CRB 01，Diaion CRB 02；陶氏化學的 Dowex BSR-1 以及漂萊特的 Purolite S108、S110 等。硼選擇性離子交換樹

脂的除硼效果會受水中其他離子、樹脂粒徑等因素所影響。另外，吸附飽和後的樹脂須經過再生才能再次使用，通常是將其用硫酸或鹽酸洗脫，經蒸餾水洗滌後，再用氫氧化鈉再生，最後再經蒸餾水洗滌即完成再生過程。但樹脂經多次再生使用後，會造成其顆粒結構的改變及活性官能基的損失，使其除硼性能降低，同時，再生液的處理也是其應用中必須面臨的問題。

C、逆滲透膜技術

逆滲透膜技術在水處理領域已得到廣泛的研究和應用，其在地下水、海水、垃圾滲出水中硼的去除已有實際應用。反滲透膜對水中硼的去除主要會受水中 pH 值、壓力、膜材料等因素所影響。對於 pH 效應而言，當 pH<7.0 時，硼主要以 $B(OH)_3$ 的形式存在，而隨著 pH 的升高，$B(OH)_4$ 的比例也隨之升高，由於 $B(OH)_4$ 比 $B(OH)_3$ 更易於被反滲透膜截留，因此可知硼的去除率將會隨 pH 值的升高而升高。值得注意的是，高 pH 雖有利於硼的去除但不利於操作，同時也會產生 $CaCO_3$ 和 $Mg(OH)_2$ 沉澱，造成膜孔堵塞，因此操作過程中，pH 值的控制非常關鍵。至於壓力效應，硼的截留率隨壓力的變化和所使用之膜有密切關係，可能隨壓力的增加而提高，但也可能隨壓力的增加而降低。增加鹽度會使酸離解常數(pKa)降低，從而增大 $B(OH)_4$ 的比例，因而理論上增加鹽度可提高硼的去除率，然而相關研究卻表明隨著鹽度的增加，硼的去除率反而降低。至於溫度效應，研究表明硼的去除率隨著溫度的升高而降低。近年膜開發對除硼能力也有所提升，以海德能膜 SWC4 系列而言，開發出 SWC4B-MAX，除硼能力提高至 95%。

逆滲透法因具有硼分離效率高、無污染、節能、操作方便及可靠等諸多優點而成為海水分離硼的首選處理技術，而其缺點則是反滲透膜壽命短(只有 3~5 年)且價格昂貴，因此應

用的關鍵是進一步降低設備及操作費用，技術方面之要求則在於開發性能好和耐久性高的反滲透膜，使用有效的預處理系統和使用節能裝置。

3、處理水量

A、前期規劃

民國 101 年規劃以每日 10 萬立方公尺作為設計產水量，整廠平均造水率 36 %估算取水量（以 UF 造水率 95 %、第一級（1st pass）RO 造水率 45 %、第二級（2nd pass）RO 造水率 85 %估算），未考量傳統前處理造水率（約 95 %），將影響取水量及排水量。102 年度以每日 10 萬立方公尺規劃結果，以平均造水率 36 %估算設計（混凝系統造水率 95 %、UF 造水率 95 %、RO 造水率 40 %估算），依質量平衡檢討結果，取水量至少需每日 27.7 萬立方公尺，鹵水量至少需每日 17.7 萬立方公尺。

B、本計畫檢討規劃

考量前述之臺南海水淡化廠開發期程為至民國 110 共供應每日 10 萬立方公尺，第二期共供應每日 20 萬立方公尺，相關設計規劃參數敘述如下。

產水量如以最大量每日 20 萬立方公尺規劃，整廠平均造水率以 36 %估算設計（混凝系統造水率 95 %、UF 造水率 95 %、RO 造水率 40 %估算），海水淡化廠產水率及去除率設計參數詳表 3-5 所示，與前期規劃報告相同。本計畫依質量平衡檢討結果（如圖 3-5 及圖 3-6 所示），產水每日 20 萬立方公尺，取水量至少需每日 55.4 萬立方公尺，鹵水量至少需每日 35.4 萬立方公尺，產水每日 10 萬及每日 20 萬立方公尺之取排水量比較如表 3-6。

表 3-5 海水淡化廠產水率及去除率設計參數表

規劃年度	單元	前處理		除鹽系統	整廠	最大產水量
		混凝系統	UF 系統	RO 系統		
民國 102 年規劃	產水率	95.0%	95.0%	40.0% (1stage)	36%	每日 10 萬立方公尺
	TDS 去除率	-	0.0%	99.5%	99.5%	
	SS 去除率	80.0%	99.9%	100.0%	100.0%	
本計畫規劃	產水率	95.0%	95.0%	40.0% (1stage)	36%	每日 20 萬立方公尺
	TDS 去除率	-	0.0%	99.5%	99.5%	
	SS 去除率	80.0%	99.9%	100.0%	100.0%	

註：產水率與去除率與前期規劃相同。

表 3-6 海淡廠水量規劃比較

項次	項目	水量(立方公尺/日)		
		前期規劃	本計畫	
1	產水量	10 萬	10 萬	20 萬
2	取水量	27.7 萬	27.7 萬	55.4 萬
3	鹵水量	17.7 萬	17.7 萬	35.4 萬

4、處理程序檢討

臺南海水淡化廠之淡化處理程序經評估後，仍依民國 102 年規劃採用處理單元為取水（海水）與排水（鹵水）系統、前處理系統（混凝、沉降、過濾等傳統方式及 UF 系統）、淡化系統（逆滲透薄膜）以及後處理系統（消毒、礦化）等 4 個主要單元。

本次 RO 系統單元維持與民國 102 年規劃相同程序採一段式，總產水每日 20 萬立方公尺之設廠規劃；考量彈性供水與開發期程因素，可依每日 10 萬（採 10 萬+10 萬）及每日 20 萬（採一次開發）立方公尺配置；本計畫規劃海淡廠處理流程如圖 3-4。

如前述之圖 3-5、圖 3-6，各單元相關水力條件，依水力停留時間及表面溢流率換算土木結構尺寸，相關設計說明如下。

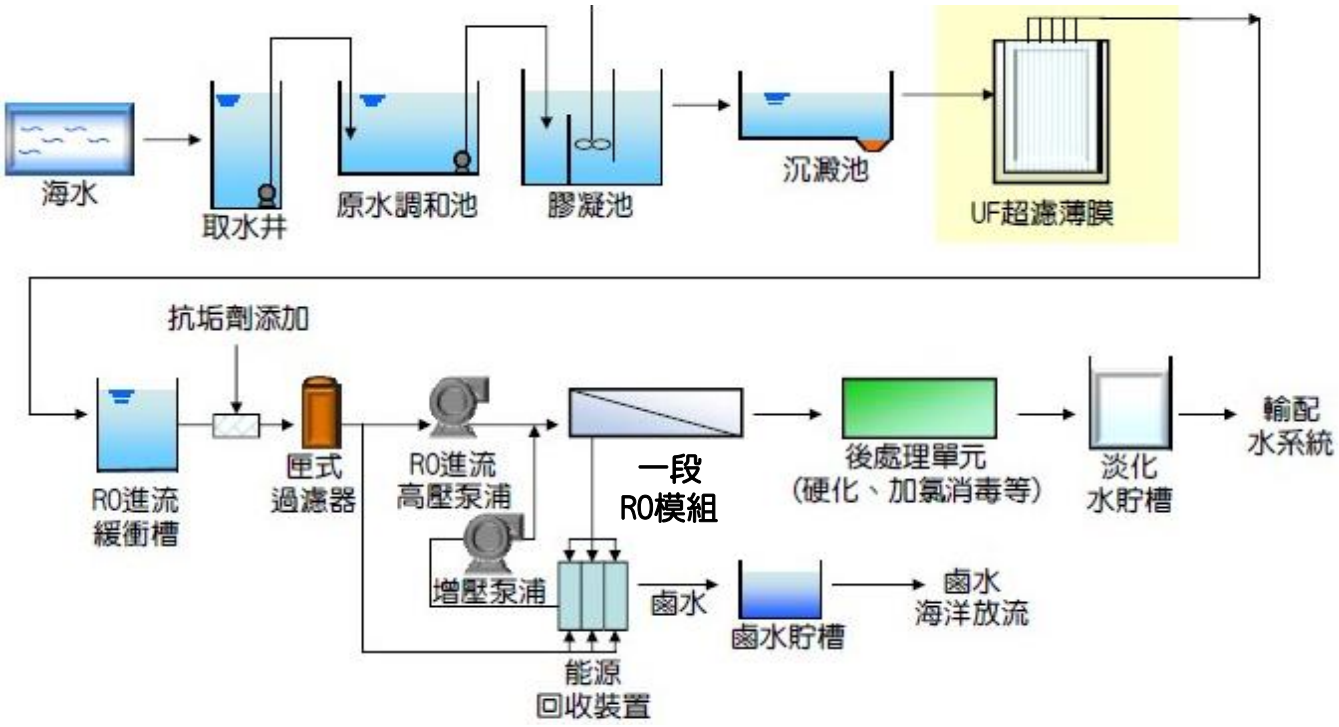


圖 3-4　本計畫海淡廠處理流程示意圖

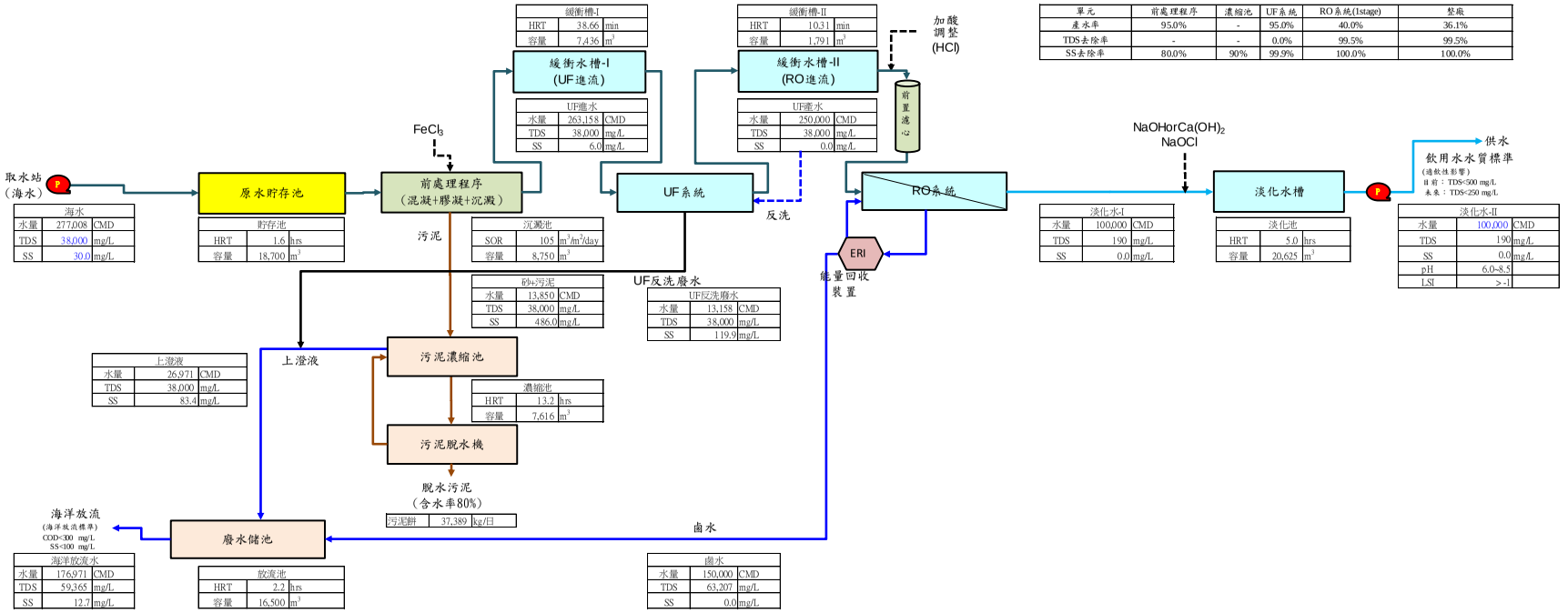


圖 3-5　海淡廠處理流程及質量平衡圖（每日 10 萬立方公尺）

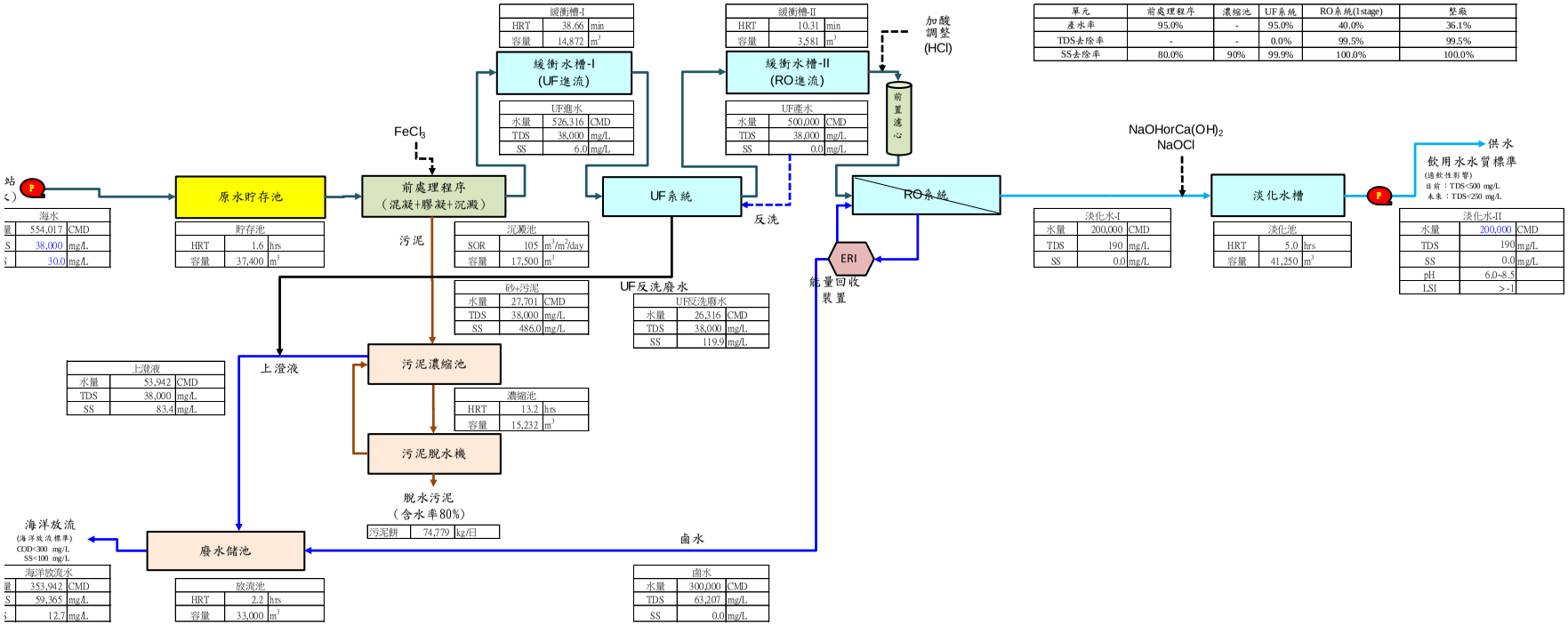


圖 3-6　海淡廠處理流程及質量平衡圖（每日 20 萬立方公尺）

(1)前處理設施

海淡廠之前處理設施包括混凝池、膠凝池及沉澱池，本計畫規劃產水總量為每日 20 萬立方公尺，以下各設施設計參數以產水每日 10 萬立方公尺作為考量，依開發期程設置。設計參數詳表 3-7 所示，下列為前處理設施之相關設計說明：

A、混凝池

一般規劃設計建議水力停留時間至少為 1～3 分鐘，所需攪拌速度坡降 G=300～1,000 sec^{-1}，建議混凝劑為 $FeCl_3$，產水每日 10 萬立方公尺設置 10 座，單座尺寸為 4.2 公尺（長）×4.2 公尺（寬）×5.0 公尺（高）；10 座排列尺寸為 21 公尺（長）× 8.4 公尺（寬）× 5.0 公尺（高）。

B、膠凝池

一般設計膠凝池 15～30 分鐘，所需坡降 G = 20～80 sec^{-1}，產水每日 10 萬立方公尺設置 16 座，水力停留時間 20 分鐘，單座尺寸為 8.0 公尺（長）×8.0 公尺（寬）×5.0 公尺（高）；16 座排列為 64 公尺（長）×16 公尺（寬）×5 公尺（高）。

C、沉澱池

為增加上浮膠羽間產生碰撞結合之機率，於沉澱池中設置之傾斜管，以加速沉澱作用，利用重力達到固液分離效果，傾斜板沉澱池設計之表面積溢流率 70~130 $m^3/m^2/day$。產水每日 10 萬立方公尺設置 2 座，表面溢流率 111 $m^3/m^2/day$，單座尺寸為 50 公尺（長）×25 公尺（寬）×3.5 公尺（高）；2 座排列尺寸為 50 公尺（長）×50 公尺（寬）×3.5 公尺（高）。

表 3-7 前處理設施土建尺寸

項目	土建尺寸								
	前期規劃			本計畫					
	每日 10 萬立方公尺			每日 10 萬立方公尺			每日 20 萬立方公尺		
	長(m)	寬(m)	高(m)	長(m)	寬(m)	高(m)	長(m)	寬(m)	高(m)
混凝池	20	15	2	21	8.4	5	21	16.8	5
膠凝池	-	-	-	64	16	5	64	32	5
沉澱池	60	50	4	50	50	3.5	100	50	3.5

(2)UF 系統

UF 設計回收率以 95%預估，本計畫考量增加每套 UF 膜支數來降低管理難度，以各不同產水量機組排列方式進行備載量之擇定；參考圖 3-7 海淡廠質量平衡圖可知，如最大廠水量每日 20 萬立方公尺,UF 出水量為每日 526,300 立方公尺，以回收率 95%計算，單套產水量約每日 18,850 立方公尺（詳表 3-8 所示），共設置 34 套機組（含備載 6 套）分置於 2 廠房，每一廠房各設置 17 套機組（含備載 3 套），每套需 336 支 UF 膜管，土建尺寸約 50 公尺（長）× 50 公尺（寬）× 13 公尺（高）。

表 3-8 UF 機組設計參數

項目	前期規劃	本計畫	
1.規劃設計量	100,000(CMD)	100,000(CMD)	200,000(CMD)
2.UF 進水需求	254,300(CMD)	263,200(CMD)	526,300(CMD)
3.UF 造水率(%)	95	95	95
4.設計總套數	24 套 (含 4 套備載)	17 套 (含 3 套備載)	34 套 (含 6 套備載)
5.備載率(%)	20	21	21
6.每套產水量	12,700(CMD)	18,850	18,850(CMD)
7.流通量(LMH)	-	50	50
8.UF 膜總支數	6,240	5,712	11,424
9.每套 UF 膜支數	260	336	336
10.土建尺寸(m) (L)×(W)×(H)	60×60×10	50×50×13	100×50×13

(3)RO 系統

本計畫規劃最大產水每日 20 萬立方公尺 RO 機組為一段式(one stage)操作，RO 造水率皆以 40 %設計，單套 RO 機組每日產水量 1 萬立方公尺，共 24 套（含 4 套備載），表 3-9 彙整民國 102 年規劃及本計畫建議 RO 系統比較表，在考量機組操作管理並參酌國外產水規模 20 萬立方公尺級海淡廠設計，檢討結果每套 RO 機組由每日 5,000 立方公尺提高至 10,000 立方公尺，RO 膜支數因機組整合、提高設計流通量，產水每日 10 萬立方公尺海淡廠之總 RO 膜支數由 9,984 支減少至 8,064 支，降低整體設置及操作費用。參考前期規畫，本計畫規劃仍維持 20 %備載，增加操作彈性；產水量每 10 萬立方公尺之 RO 廠房空間需求為 60 公尺（長）× 50 公尺（寬）× 13 公尺（高）。

表 3-9 RO 機組設計參數

項目	前期規劃	本計畫	
1.規劃設計量	100,000(CMD)	100,000(CMD)	200,000(CMD)
2.設置方式	一段式 (one stage)	一段式 (one stage)	一段式 (one stage)
3.套數（set）	24(含備載 4 套)	12(含備載 2 套)	24(含備載 4 套)
4.備載率(%)	20	20	20
5.每套產水量	5,000(CMD)	10,000(CMD)	10,000(CMD)
6.流通量(LMH)	13.5	15.3	15.3
7.造水率(%)	40%	40%	40%
8.膜總支數(支)	9,984 (SWRO 8,320+ 備載 SWRO 1,664)	8,064 (SWRO 6,720+ 備載 SWRO 1,344)	16,128 (SWRO 13,440+ 備載 SWRO 2,688)
9.每支殼內裝 膜支數	7	7	7
10.平均除鹽率	98.5(%)	98.5(%)	98.5(%)
11.土建尺寸(m) (L)×(W)×(H)	80×60×10	60×50×13	120×50×13

註：每套產水量由原規劃每日 5,000 立方公尺提升為每日 10,000 立方公尺。

(4)後處理系統

產水經礦化及 pH 調整，提高產水鹼度，採線上加藥，依視實際出水狀況調整 pH 值及 LSI，並採加氯消毒方式供水。

(5)污泥處理

鄰近海域監測水質懸浮固體多在 3.4~23.7 mg/L，以進水條件 30 mg/L 設計、沉澱池去除效率 80 %以及濃縮池去除效率 90 %計算,估計每日最大產生污泥重量約為 49,852 公斤(含水率 80 %計算),帶濾式脫水機以進料率 800 kg/m-hr 推估需 8 台，最大產水 20 萬立方公尺之總污泥脫水機及暫存空間用地需求面積約為 30 公尺(長)×50 公尺(寬)×10 公尺(高)，廠房土建建議分為 2 座，每座規模以產水量每日 10 萬立方公尺為規劃，污泥脫水機可依需求採購。表 3-10 彙整民國 102 年規劃及本計畫建議污泥處理設施參數比較表。

表 3-10 污泥處理設施設計參數

項目	前期規劃	本計畫	
1.設計產水量(CMD)	10 萬	10 萬	20 萬
2.推算原水 SS(mg/L)	20	20	20
3.脫水機數量(台)	4	4	8
4.脫水機處理量(Kg/m-hr)	600	800	800
5.汙泥量(80%含水率)	22,400	24,926	49,852
6.脫水機及暫存空間用地 (m) (L)×(W)×(H)	25×10×7	30×25×10	30×50×10

註：脫水機處理量修正為 800 Kg/m-hr。

(6)廢水處理

廢水來源主要為 RO 濃縮液及污泥濃縮池上澄液，排放水質懸浮固體物可符合海放標準，且臺南地區海域之海水 COD 濃度低於 10 mg/L，經過濃縮後，COD 仍可低於海洋放流水標準 300 mg/L，故可直接排放。

(7)各儲存水槽

本計畫規劃產水總量為每日 20 萬立方公尺；以下各儲存水槽設計參數以產水每日 10 萬立方公尺作為考量，依開發期程設置。設計參數詳表 3-11 所示，下列為儲存水槽設施之相關設計說明：

A、原水調和池：產水每日 10 萬立方公尺設置 2 座，水力停留時間 1.6 小時，尺寸為 50 公尺（長）×34 公尺（寬）×6 公尺（高）；2 座排列尺寸為 50 公尺（長）×68 公尺（寬）×6 公尺（高）。

B、緩衝水槽-I：勻化沉澱池後產水並作為 UF 超濾薄膜之緩衝槽，停留時間 38.66 分鐘，產水每日 10 萬立方公尺設置 8 槽，每個尺寸為 13 公尺（長）×13 公尺（寬）×6 公尺（高）；8 槽排列尺寸為 52 公尺（長）×26 公尺（寬）×6 公尺（高）。

C、緩衝水槽-II：保持泵送海水進入逆滲透模組所需之穩壓狀態，停留時間 10.31 分鐘，產水每日 10 萬立方公尺設置 8 槽，每個尺寸為 3.6 公尺（半徑）×6 公尺（高），並應設置前置濾心。

D、淡化水槽：停留時間 5.0 小時，產水每日 10 萬立方公尺設置 6 槽，每個尺寸為 25 公尺（長）×25 公尺（寬）×6 公尺（高）；6 槽排列尺寸為 90 公尺（長）×25 公尺（寬）×6 公尺（高）。

E、廢水儲池：停留時間 2.2 小時，產水每日 10 萬立方公尺設置 4 槽，每個尺寸為 30 公尺（長）×25 公尺（寬）×6 公尺（高）；4 槽排列尺寸為 60 公尺（長）×50 公尺（寬）×6 公尺（高）。

F、污泥濃縮池：停留時間 13.2 小時，產水每日 10 萬立方公尺設置 4 槽，每個尺寸為 10.5 公尺（半徑）×6 公尺（高）。

G、藥品槽：本計畫規劃產水每日 10 萬立方公尺，共設 12

槽，包括酸鹼，膜抗垢劑，金屬氧化劑，次氯酸消毒劑等分開儲存，並設二次圍阻避免洩漏產生危害，每槽尺寸為2公尺（直徑）×3.0公尺（高）。

表 3-11 儲存水槽設施土建尺寸

方案 / 項目	土建尺寸								
	前期規劃 每日10萬立方公尺			本計畫 每日10萬立方公尺			本計畫 每日20萬立方公尺		
	長 (m)	寬 (m)	高 (m)	長 (m)	寬 (m)	高 (m)	長 (m)	寬 (m)	高 (m)
1.原水調和池	80	80	4	50	68	6	100	68	6
2.緩衝水槽-I	50	20	4	52	26	6	52	52	6
3.緩衝水槽-II	100	60	5	3.6（半徑）×8		4	3.6（半徑）×16		4
4.淡化水槽	150	32	4	90	25	6	90	50	6
5.廢水儲池	40	40	3	60	50	6	60	100	6
6.污泥濃縮池	-	-	-	10.5（半徑）×4		6	10.5（半徑）×8		6

(8)其他公用設施

其他公用設施則應至少包括下列各項，並需提供廠區展示導覽功能：

－管理大樓（含水質檢驗分析室與展示說明區），員工宿舍，警衛室，維修工具間及停車場等。

－電氣室，緊急發電機室，空壓機室，控制室。

(二)RO系統模擬結果

民國102年度規劃以RO機組單套5,000立方公尺造水率40%設計，本計畫規劃以重新模擬以RO機組單套10,000立方公尺造水率40%設計，本計畫續以IMS Design薄膜分析軟體，維持採用一段式RO設計，RO膜選用SWC4B-MAX膜(硼去除率95%)。

另本計畫檢討民國102年海洋化學調查結果及歷年統計資料及「臺南海水淡化廠可行性規劃-環境影響評估」之調查結果，修正夏季進水溫度由30°C提高為33°C，修正後夏季33°C及冬季條件下產水水質模擬結果如表3-12及表3-13，模擬結果與RO膜型錄詳見附錄二。

1、產水水質模擬

模擬結果發現如進水水質條件不變，冬季海淡水水質較夏季海淡水水質佳，惟冬季操作壓力較夏季高（冬季與夏季之操作壓力分別為 66.5 bar、58.3 bar），以海水總溶解固體（TDS）濃度 38,000 mg/L 為例，產水 pH 值偏酸經過加鹼調整，調整 LSI 於±1 之間，夏季(33°C) RO 產水總溶解固體（TDS）約 275 mg/L，冬季(15°C)海淡水總溶解固體（TDS）可降至 187 mg/L，均可達飲用水水質標準（＜500 mg/L 以下）。海水氯鹽濃度 21,379 mg/L，夏季海淡水氯鹽濃度可降為 123.6 mg/L，冬季海淡水氯鹽濃度可降為 63.1 mg/L，可達氯鹽飲用水水質標準（＜250 mg/L）。整體而言夏季及冬季海淡產水水質均能符合行政院環保署民國 103 年 1 月 9 日所訂定之飲用水影響適飲性水質標準。

由水質模擬數值結果可知海淡水屬軟水性質，大部分高價離子已被去除，雖然採用較高比例與自來水混合，其總溶解固體（TDS）會降一些，但差異不大，LSI 值仍為負數，需加鹼或礦化處理將調整 LSI 於±1 之間。另外因本計畫改選用除硼較高之 RO 膜，夏季硼濃度為 0.7 mg/L，冬季則為 0.3 mg/L，對於有水質較高要求標準之廠商，則建議於廠內自行設置除硼設備加強處理。礦化後海淡水與自來水 1:1 混合水質模擬，口感較重之氯鹽，經自來水稀釋後下降為 66.38 mg/L，提高適飲性，其他自來水比海淡水濃度高之水質則經海淡水稀釋而降低，如表 3-14。

表 3-12　夏季產水水質模擬分析（33℃）

序號	項目	單位	夏季之模擬結果(33℃)			水質標準*
			海水	RO產水	RO鹵水	（影響適飲性）
1	總溶解固體	mg/L	38,000	213	63,098	<500
2	pH	-	8.1	5.1	6.6	6~8.5
3	鈣	mg/L	390	0.5	650	-
4	鎂	mg/L	1,200	1.6	1,999	-
5	鈉	mg/L	11,987	76.4	19,926	-
6	鉀	mg/L	566	4.5	940.0	-
7	氨氮	mg/L	0.2	0.0	0.3	<0.1
8	鋇	mg/L	0.007	0.000	0.000	-
9	鍶	mg/L	5.0	0.007	8.5	-
10	碳酸鹽	mg/L as $CaCO_3$	47.5	0.0	3.3	-
11	碳酸氫鹽	mg/L as $CaCO_3$	250.0	2.600	399.1	-
12	硫酸鹽	mg/L	2,170	3.14	3,615	<250
13	氯鹽	mg/L	21,379	123.6	35,549	<250
14	氟離子	mg/L	0.8	0.01	1.3	-
15	硝酸鹽	mg/L	0.1	0.00	0.2	-
16	硼	mg/L	4.2	0.741	6.5	-
17	二氧化矽	mg/L	0.1	0.0	0.2	-
18	鹽度	psu	33.0	0.2	55.5	-

*資料來源：「飲用水影響適飲性水質標準」行政院環保署，民國 103 年 1 月 9 日表

表 3-13　冬季產水水質模擬分析（15℃）

序號	項目	單位	冬季之模擬結果(15℃)			水質標準*
			海水	RO產水	RO鹵水	（影響適飲性）
1	總溶解固體	mg/L	38,000	109	63,147	<500
2	pH	-	8.1	4.7	6.6	6~8.5
3	鈣	mg/L	390	0.3	650	-
4	鎂	mg/L	1,200	0.8	19,949	-
5	鈉	mg/L	11,985	39.0	19,950	-
6	鉀	mg/L	566	2.3	941.8	-
7	氨氮	mg/L	0.2	0.0	0.3	<0.1
8	鋇	mg/L	0.007	0.0	0.0	-
9	鍶	mg/L	5.0	0.003	8.5	-
10	碳酸鹽	mg/L as $CaCO_3$	24.4	0.0	1.5	-
11	碳酸氫鹽	mg/L as $CaCO_3$	250.0	1.3	341.9	-
12	硫酸鹽	mg/L	2,170	1.5	3,616	<250
13	氯鹽	mg/L	21,404	63.1	35,631	<250
14	氟離子	mg/L	0.8	0.01	1.3	-
15	硝酸鹽	mg/L	0.1	0.00	0.2	-
16	硼	mg/L	4.2	0.3	6.8	-
17	二氧化矽	mg/L	0.1	0.0	0.2	-
18	鹽度	psu	33.0	0.1	55.5	-

*資料來源：「飲用水影響適飲性水質標準」行政院環保署，民國 103 年 1 月 9 日

表 3-14 海淡水與自來水 1:1 混合水質模擬

檢驗項目	單位	飲用水水質標準	自來水*	海淡水 (33℃)	海淡水與自來水 1:1 混合
氯鹽	mg/L	250	9.17	123.6	66.38
硫酸鹽	mg/L	250	47.30	3.14	25.22
氨氮	mg/L	0.1	0.02	0.0	0.01
總溶解固體量	mg/L	500	220.33	213	216.67
總硬度	mg/L	300	144.67	8.0	76.33
鋇	mg/L	2	0.02	0.0001	0.01
硼	mg/L	-	0.2	0.7	0.45

*資料來源：台南市淨水場平均水質(2014/12/1～2015/11/30）
https://www.water.gov.tw/05know/news_e_detail.asp?id=10

註：自來水水質以烏山頭淨水場、潭頂淨水場、南化淨水場三座淨水場平均水質為自來水參考水質

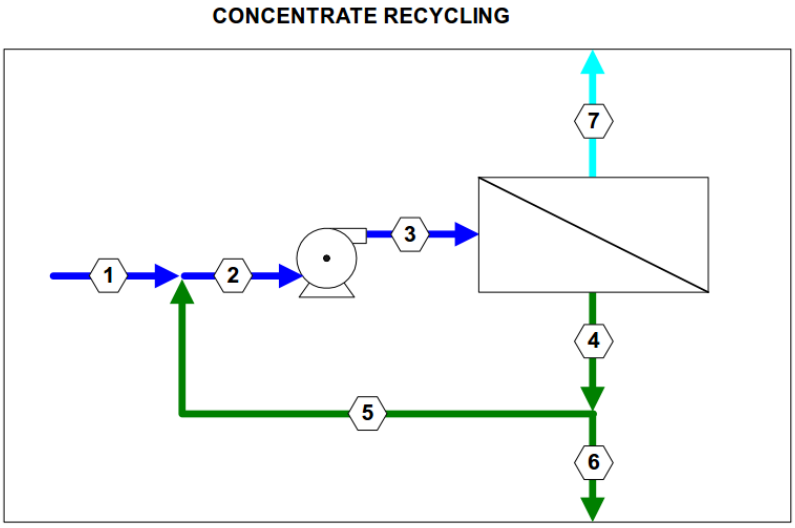
表 3-15 RO 系統產水水質比較

序號	項目	單位	RO 產水水質				飲用水質標準(影響適飲性)
			前期規劃		本計畫		
			30℃	15℃	33℃	15℃	
1	總溶解固體	mg/L	336.0	259.0	213	109	<500
2	pH	-	7.4	7.5	5.1	4.7	6.0~8.5
3	鈣	mg/L	26.0	29.0	0.5	0.3	—
4	鎂	mg/L	1.9	1.2	1.6	0.8	—
5	鈉	mg/L	83.4	51.4	76.4	39.0	—
6	鉀	mg/L	5.4	3.3	4.5	2.3	—
7	氨氮	mg/L	0.001	—	0.0	0.0	<0.1
8	鋇	mg/L	0.001	—	0.000	0.0	—
9	鍶	mg/L	0.005	—	0.007	0.003	—
10	碳酸鹽	mg/L as $CaCO_3$	0.001	0.001	0.0	0.0	—
11	碳酸氫鹽	mg/L as $CaCO_3$	79.0	87.4	2.6	1.3	—
12	硫酸鹽	mg/L	3.7	2.3	3.14	1.5	<250
13	氯鹽	mg/L	136	84	123.6	63.1	<250
14	氟離子	mg/L	0.007	0	0.01	0.01	—
15	硝酸鹽	mg/L	0.003	—	0.00	0.00	—
16	硼	mg/L	1.1	0.6	0.741	0.3	—
17	二氧化矽	mg/L	0	—	0.0	0.0	—
18	鹽度	psu			0.2	0.1	
19	LSI		-	-	-0.58	-0.49	
備註					加鹼調整 LSI 於 ±1 之間		

註：本計畫產水水質要求符合環保署民國 103 年飲用水水質標準。

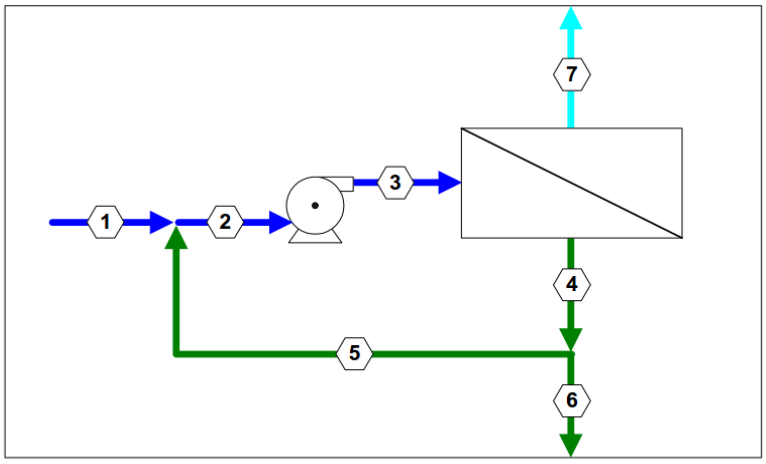
2、操作壓力模擬

本計畫模擬 RO 系統操作壓力，海水總溶解固體（TDS）濃度 38,000 mg/L 為例，如圖 3-7，夏季操作壓力低於 58.3 bar，冬天 RO 進流泵壓力 66.5 bar，設計進水壓力皆低於 70.0 bar 屬於合理範圍，另設置能量回收系統，可回收約 90%之能量；彙整前期規劃及本計畫 RO 操作壓力如表 3-16。



		1	2	3	4	5	6	7
Flow	m3/hr	1050.0	1071.9	1071.9	651.9	21.8	630.1	420.0
Pressure	bar	0.0	0.0	58.3	56.2	0.0	0.0	0.0
TDS (ppm)		38000.0	38511.6	38511.6	63098.4	63098.4	63098.4	213.2

夏季 RO 模擬分析（33℃）



		1	2	3	4	5	6	7
Flow	m3/hr	1050.0	1071.9	1071.9	651.9	21.8	630.1	420.0
Pressure	bar	0.0	0.0	66.5	64.3	0.0	0.0	0.0
TDS (ppm)		38000.1	38513.2	38513.2	63146.7	63146.7	63146.7	108.8

冬季 RO 模擬分析（15℃）

圖 3-7　海水淡化廠 RO 操作壓力

表 3-16 RO 系統操作壓力比較

規劃年度 / 項目	RO 操作壓力(bar)			
	前期規劃		本計畫	
	夏季（30℃）	冬季（15℃）	夏季（33℃）	冬季（15℃）
單機組設計量(CMD)	5,000		10,000	
原水 TDS(mg/L)	35,323		38,000	
第一級 RO	53.3	58.0	58.3	66.5
第二級 RO	-	-	-	-
備註	無回流		增加部分回流 機組量體增大	

(三)廠區配置

本計畫擬分兩方案規劃產水每日 20 萬立方公尺之海淡廠配置：

1、方案一，採分期開發配置：

用地面積約 12 公頃，採產水規模每日 20 萬立方公尺分期配置開發（第一期分民國 108、110 年兩階段設置各每日 5 萬立方公尺，第二期開發每日 10 萬立方公尺）；依地形資料配置海淡廠，其土木結構設計尺寸如表 3-17，廠址配置圖如圖 3-8 所示；依前期規劃，第一期海淡廠桶槽施設、管線與土建為一次到位建設，惟 UF、RO 等處理設備採分階段設置。

2、方案二，採一次開發

用地面積約 12 公頃採一次開發，依地形資料配置海淡廠，其土木結構設計尺寸如表 3-18，廠址配置圖分別如圖 3-9 所示。

表 3-17 土木結構設計尺寸（採每日 10 萬立方公尺，分期開發）

項目		數量	土木結構設計尺寸				理論			功能計算			
			L (m)	W (m)	H (m)	R (m)	V_1 (m^3)	HRT (hrs)	SOR ($m^3/m^2/day$)	H' (m)	V_1 (m^3)	HRT (hrs)	SOR ($m^3/m^2/day$)
1	原水調和池	2	50	34	6		18,275	1.5	-	5.5	18,700	1.6	-
2	混凝池	8	4.2	4.2	5		609	3.0(min)	-	4.5	635	3.3(min)	-
3	膠凝池	16	8	8	5		4,061	20.0(min)	-	4.5	4,608	24.0(min)	-
4	沉澱池	2	50	25	4				110(70-130)	3.5	8,750		111
5	緩衝槽-I	8	13	13	6		5,787	30.0(min)	-	5.5	7,436	38.66(min)	-
6	緩衝槽-II	8	-	-	6	3.6	1,736	10.0(min)	-	5.5	1,791	10.31(min)	-
7	淡化池	6	25	25	6	-	18,750	4.5	-	5.5	20,625	5.0	-
8	濃縮池	4	-	-	6	10.5	7,310	12	-	5.5	7,616	13.2	-
9	放流池	4	30	25	6		16,030	2	-	5.5	16,500	2.2	-
10	RO 機房	1	60	50	13								
11	UF 機房	1	50	50	13								

註：H=土木結構高，H'=水深，HRT=水力停留時間，SOR=表面溢流率

表 3-18 土木結構設計尺寸（採每日 20 萬立方公尺採一次開發）

項目		數量	土木結構設計尺寸				理論			功能計算			
			L (m)	W (m)	H (m)	R (m)	V_1 (m^3)	HRT (hrs)	SOR ($m^3/m^2/day$)	H' (m)	V_1 (m^3)	HRT (hrs)	SOR ($m^3/m^2/day$)
1	原水調和池	4	50	34	6	-	36,550	1.5	-	5.5	37,400	1.6	-
2	混凝池	16	4.2	4.2	5	-	1,218	3.0(min)	-	4.5	1,270	3.3(min)	-
3	膠凝池	32	8	8	5	-	8,122	20.0(min)	-	4.5	9,216	24.0(min)	-
4	沉澱池	4	50	25	4	-			110(70-130)	3.5	17,500		111
5	緩衝槽-I	16	13	13	6	-	11,574	30.0(min)	-	5.5	14,872	38.66(min)	-
6	緩衝槽-II	16	-	-	6	3.6	3,472	10.0(min)	-	5.5	3,581	10.31(min)	-
7	淡化池	12	25	25	6	-	37,500	4.5	-	5.5	41,250	5.0	-
8	濃縮池	8	-	-	6	10.5	14,620	12	-	5.5	15,232	13.2	-
9	放流池	8	30	25	6	-	32,060	2	-	5.5	33,000	2.2	-
10	RO 機房	2	60	50	13	-							
11	UF 機房	2	50	50	13	-							

註：H=土木結構高，H'=水深，HRT=水力停留時間，SOR=表面溢流率

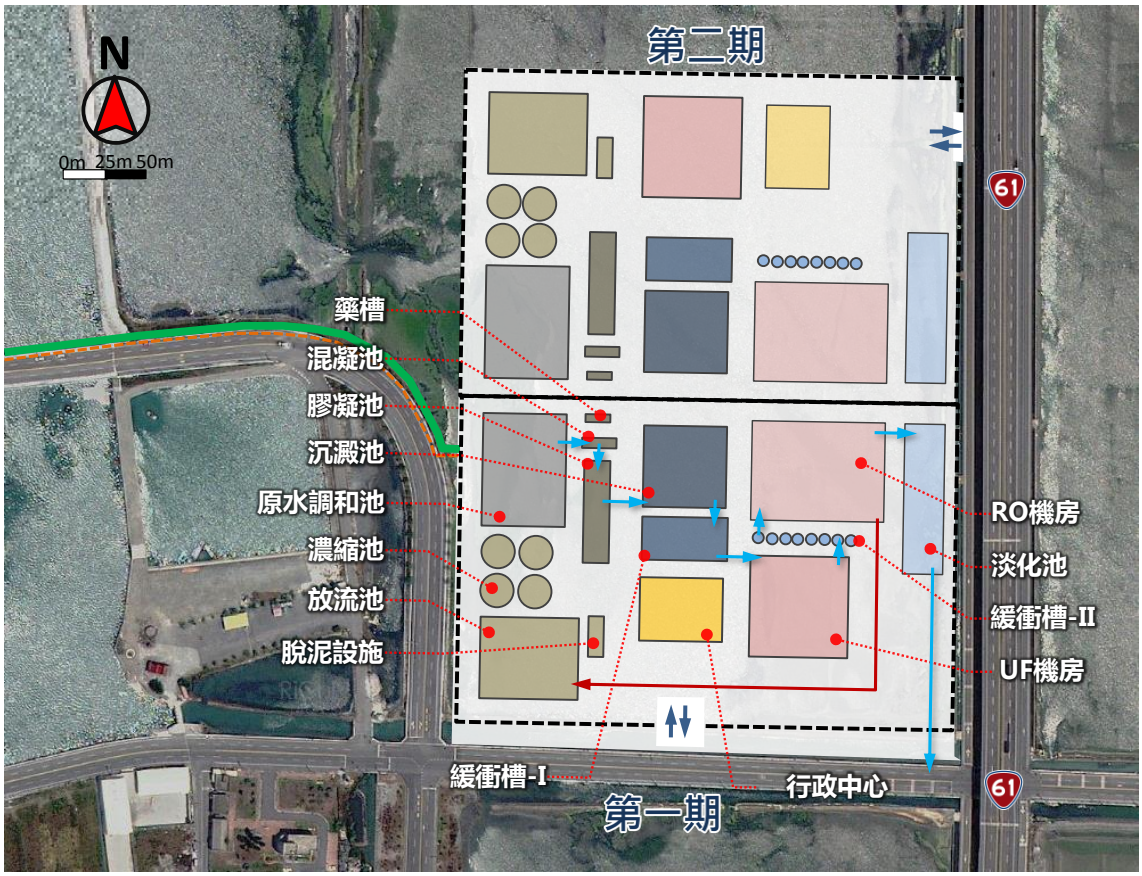


圖 3-8　海水淡化廠採 10 萬立方公尺分期開發配置

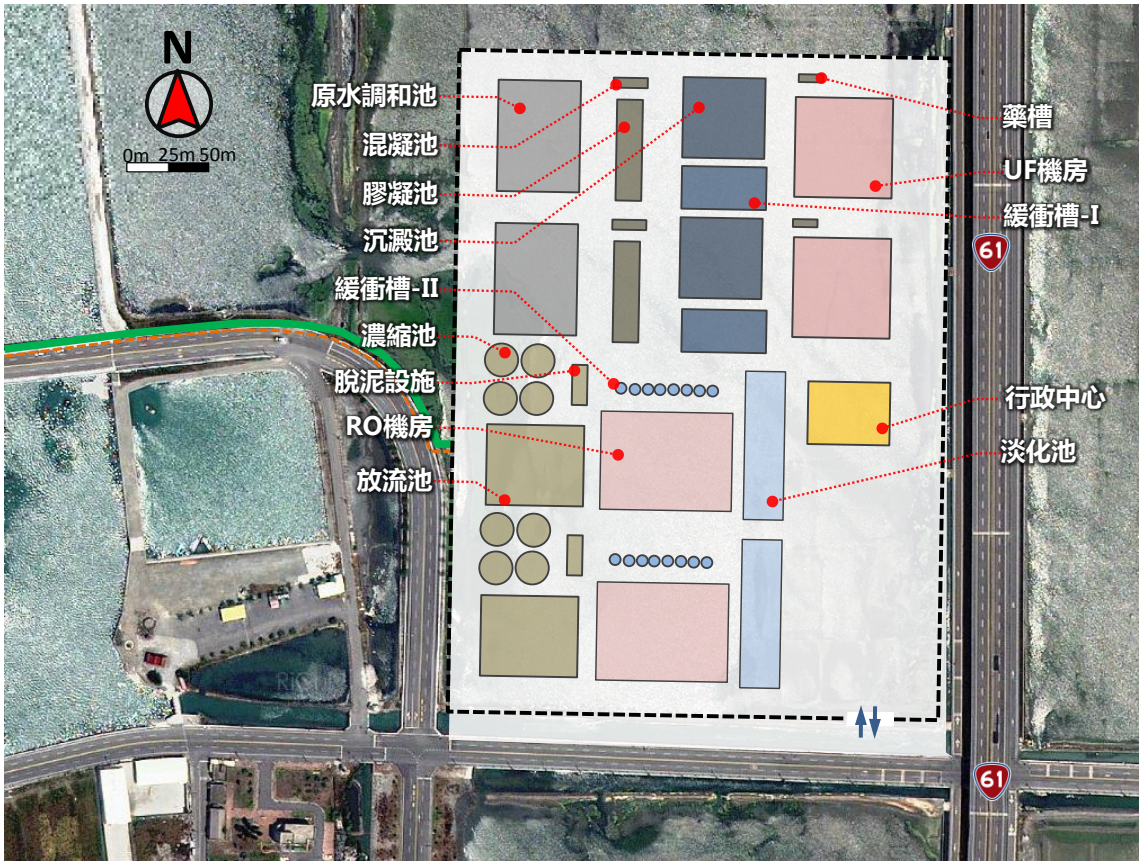


圖 3-9　海水淡化廠採一次開發配置

(四)工程經費估算

經本年度檢討主要修正產水量提高共為每日 20 萬立方公尺，依情境可分為：

情境一、第一期每日 10 萬立方公尺（分兩階段各每日 5 萬立方公尺）加第二期每日 10 萬立方公尺（分一階段）開發。

情境二、一次開發每日 20 萬立方公尺。

預估海淡廠每日 20 萬立方公尺直接工程費用約為 65.02 億元，每日 10 萬立方公尺直接工程費用約為 33.86 億元，如表 3-19 所列；本年度每日 10 萬立方公尺海淡廠為 33.86 億元與民國 102 年規劃每日 10 萬立方公尺海淡廠之直接工程經費為 33.87 億，相差約 1 佰萬元，惟其相關採用設備不同，比較基準不一；而海淡廠採分期開發總費用(69.32 億元)較一次開發費用（65.02 億元）多出 4.3 億元。

(五)除硼設施經費估算

考量第二期海淡廠供應對象主要為南科用水戶，對於硼離子濃度需求為 0.05 mg/L 以下；而海淡水中硼離子濃度於冬季產水約在 0.3 mg/L，在本區最高溫度 33℃ 時，產水中硼離子濃度約在 0.7 mg/L。評估處理硼之離子交換樹脂處理設置費用，假設進流水之硼離濃度為 0.5 mg/L，處理後硼離子濃度在 0.05 mg/L，海淡水處理所需費用約在 8.8 億元（如下表 3-20 所示），如與自來水以 2:1 比例混合，則所需費用約 2.96 億元，故建議海淡水先與自來水混合後再行除硼處理以降低處理費用。

表 3-20 除硼費用估算

		a. 海淡水處理量	b. 樹脂單套處理量	c. 樹脂套數	d. 實際套數	e. 單套樹脂量	f. 所需樹脂量	g. 樹脂單價	h. 樹脂費	i 樹脂費+設備費	設備費
單位		CMD	CMD	套	套	m^3	m^3	NTD/liter	元	元	元
自來水混合比	1:0	50,000	6,000	8.3	9	47	423	1,500	634,500,000	888,300,000	253,800,000
	1:1	25,000	6,000	4.2	5	47	235	1,500	352,500,000	493,500,000	141,000,000
	2:1	16,667	6,000	2.8	3	47	141	1,500	211,500,000	296,100,000	84,600,000
備註				a/b			d×e	僅供參考	f×g×1000	以 h×1.4 概估	i-h

註：海淡水處理量以每日 50,000 立方公尺計。

表 3-19　海水淡化廠工程費估算

項次	品名	前期規劃				本年度						備註
		100,000 CMD				200,000 CMD			100,000 CMD			
		單位	數量	單價(元)	總價(元)	數量	單價(元)	總價(元)	數量	單價(元)	總價(元)	
壹	土建工程											
一、	整地工程											
(一)	地質改良工程	公頃	6	17,000,000	102,000,000	12	17,000,000	204,000,000	6	17,000,000	102,000,000	
(二)	填方	M3	82,000	500	41,000,000	147,600	500	73,800,000	82,000	500	41,000,000	
二、	道路、排水及圍牆											
(一)	廠內聯絡道路及排水工程	式	1	15,000,000	15,000,000	1	28,500,000	28,500,000	1	15,000,000	15,000,000	
(二)	圍牆工程	式	1	7,500,000	7,500,000	1	14,250,000	14,250,000	1	7,500,000	7,500,000	
三、	土木結構工程											
(一)	原水調和池	池	4	30,720,000	122,880,000	8	30,720,000	245,760,000	4	30,720,000	122,880,000	
(二)	膠凝池	池	12	480,000	5,760,000	28	380,000	10,640,000	14	380,000	5,320,000	修正
(三)	沉澱池	池	20	2,880,000	57,600,000	20	5,760,000	115,200,000	10	5,760,000	57,600,000	
(四)	污泥貯池	槽	2	288,000	576,000	12	288,000	3,456,000	6	288,000	1,728,000	修正
(五)	中間水池	池	10	1,920,000	19,200,000	20	1,920,000	38,400,000	10	1,920,000	19,200,000	
(六)	第一級 RO 緩衝池	池	10	14,400,000	144,000,000	20	14,400,000	288,000,000	10	14,400,000	144,000,000	
(七)	第二級 RO 緩衝池	池	2	12,000,000	24,000,000				-	-		刪除(102)
(八)	淡化水槽	池	8	7,680,000	61,440,000	12	10,180,000	122,160,000	6	10,180,000	61,080,000	修正
(九)	鹵水槽	池	4	5,760,000	23,040,000	8	5,760,000	46,080,000	4	5,760,000	23,040,000	
(十)	藥品槽	槽	12	300,000	3,600,000	24	300,000	7,200,000	12	300,000	3,600,000	
四、	建築工程											
(一)	UF 機房	式	1	75,000,000	75,000,000	1	142,500,000	142,500,000	1	75,000,000	75,000,000	
(二)	RO 機房	式	1	64,000,000	64,000,000	1	114,000,000	114,000,000	1	60,000,000	60,000,000	修正(102)
(三)	管理中心	式	1	80,300,000	80,300,000	1	152,570,000	152,570,000	1	80,300,000	80,300,000	
(四)	後處理機房	式	1	28,000,000	28,000,000	1	53,200,000	53,200,000	1	28,000,000	28,000,000	
貳	機電設備工程											
一、	機械設備											
(一)	原水調和池出流泵 200 hp	台	6	800,000	4,800,000	12	800,000	9,600,000	6	800,000	4,800,000	
(二)	中間水池出流泵 350 hp	台	12	1,200,000	14,400,000	24	1,200,000	28,800,000	12	1,200,000	14,400,000	
(三)	沉澱池刮泥機	台	20	3,200,000	64,000,000	40	3,200,000	128,000,000	20	3,200,000	64,000,000	
(四)	污泥帶濾機	台	4	2,500,000	10,000,000	8	2,800,000	22,400,000	4	2,800,000	11,200,000	修正
(五)	UF 加壓泵	台	30	800,000	24,000,000	38	1,300,000	49,400,000	19	1,300,000	24,700,000	修正
(六)	UF 沖洗泵	台	8	800,000	6,400,000	12	1,000,000	12,000,000	6	1,000,000	6,000,000	修正
(七)	UF 反洗泵	台	36	800,000	28,800,000	34	1,800,000	61,200,000	17	1,800,000	30,600,000	修正
(八)	UF CIP 泵	台	12	800,000	9,600,000	16	1,100,000	17,600,000	8	1,100,000	8,800,000	修正
(九)	RO 進水低壓泵	台	30	900,000	27,000,000	24	1,710,000	41,040,000	12	1,710,000	20,520,000	修正
(十)	RO 進水高壓泵	台	20	1,500,000	30,000,000	24	1,950,000	46,800,000	12	1,950,000	23,400,000	修正
(十一)	能量回收裝置加壓泵	台	20	1,200,000	24,000,000	24	1,800,000	43,200,000	12	1,800,000	21,600,000	修正
(十二)	RO CIP 泵	台	10	800,000	8,000,000	8	1,680,000	13,440,000	4	1,680,000	6,720,000	修正
(十三)	廠區用水泵	台	4	600,000	2,400,000	8	600,000	4,800,000	4	600,000	2,400,000	
(十四)	SWRO 沖洗用泵	台	9	800,000	7,200,000	8	1,600,000	12,800,000	4	1,600,000	6,400,000	修正
(十五)	膠凝池攪拌機	台	12	500,000	6,000,000	28	500,000	14,000,000	14	500,000	7,000,000	修正
(十六)	匣式過濾器	台	80	1,200,000	96,000,000	48	3,960,000	190,080,000	24	3,960,000	95,040,000	修正
(十七)	鼓風機	式	10	800,000	8,000,000	16	1,000,000	16,000,000	8	1,000,000	8,000,000	修正
(十八)	加藥機	式	6	2,500,000	15,000,000	24	1,250,000	30,000,000	12	1,250,000	15,000,000	
(十九)	設備基座工程	式	1	4,000,000	4,000,000	1	7,600,000	7,600,000	1	4,000,000	4,000,000	
(二十)	現場安裝定位	式	1	7,500,000	7,500,000	1	14,250,000	14,250,000	1	7,500,000	7,500,000	
二、	機械管線工程	式	1	24,000,000	24,000,000	1	45,600,000	45,600,000	1	24,000,000	24,000,000	
參	電器儀控工程											
一、	電氣工程	式	1	200,000,000	200,000,000	1	380,000,000	380,000,000	1	200,000,000	200,000,000	
二、	儀控工程	式	1	168,000,000	168,000,000	1	319,200,000	319,200,000	1	168,000,000	168,000,000	
三、	輔助設施工程	式	1	50,000,000	50,000,000	1	95,000,000	95,000,000	1	50,000,000	50,000,000	
肆	景觀工程	式	1	24,000,000	24,000,000	1	45,600,000	45,600,000	1	24,000,000	24,000,000	
伍	消防工程	式	1	9,000,000	9,000,000	1	17,100,000	17,100,000	1	9,000,000	9,000,000	
陸	系統設備工程											
一、	UF 機組	式	1	840,000,000	840,000,000	1	1,596,000,000	1,596,000,000	1	840,000,000	840,000,000	
二、	SWRO+BWRO 機組	式	1	900,000,000	900,000,000	1	1,216,000,000	1,216,000,000	1	650,000,000	650,000,000	修正 BWRO
三、	能量回收裝置	式	1	192,000,000	192,000,000	1	311,600,000	311,600,000	1	164,000,000	164,000,000	
四、	現場安裝定位	式	1	32,000,000	32,000,000	1	53,200,000	53,200,000	1	28,000,000	28,000,000	修正(102)
總計					**3,710,996,000**			**6,502,026,000**			**3,386,328,000**	
				200,000 CMD	**7,421,992,000**		200000 CMD	**6,502,026,000**		200,000 CMD	**6,809,696,000**	
				增減費	**919,966,000**		增減費	**0**		增減費	**274,630,000**	

註：修正為今年修正，修正(102)為 102 年修正，增減費為與 200,000CMD 一次新建比較

(六)電力供應

臺南海水淡化廠每日 24 小時產水，若以每立方公尺淡化水耗能 4.25 度計算，民國 108 年 5 萬立方公尺海淡廠用電需求為 0.77 億度，民國 110 年 10 萬立方公尺海淡廠用電需求為 1.55 億度。

目前台電公司南、北之間共有 3 路超高壓幹線傳輸電力，全島電力可南北相互支援。表 3-21 為台灣本島區域供電量與尖峰負載預測，可知民國 108、110 年全島需供電量相較於需電量仍有餘裕約 105 億度、112.4 億度，可滿足海淡廠供電需求；而至民國 122 年亦尚有 125.7 億度之餘裕，可供第二期海淡廠開發使用。

臺南海淡廠可於計畫核定後提出用電計畫書申請供電，初步規劃申請高壓供電（22.8KV 兩路），可能供電來源為濱南變電所、鹿耳變電所、七股變電所。

表 3-21　民國 103 至 122 年全國電力供需預測總表

民國年	需電量	供電量	平均負載	尖峰負載	負載率
	億度	億度	千瓩	千瓩	%
103	2,496.80	2,596.10	29,636.20	40,339.90	73.5
104	2,552.20	2,655.70	30,315.70	41,847.50	72.4
105	2,617.50	2,722.20	31,075.00	43,269.10	71.8
106	2,673.40	2,778.30	31,715.50	44,531.80	71.2
107	2,717.30	2,820.90	32,201.80	45,630.40	70.6
108	2,760.10	2,865.10	32,706.30	46,480.70	70.4
109	2,805.40	2,914.50	33,270.80	47,250.50	70.4
110	2,845.30	2,957.70	33,763.60	47,968.50	70.4
111	2,880.70	2,994.30	34,181.70	48,648.60	70.3
112	2,915.10	3,030.40	34,593.30	49,270.90	70.2
113	2,946.20	3,060.30	34,935.20	49,832.90	70.1
114	2,973.30	3,088.10	35,252.50	50,372.80	70
115	3,003.80	3,119.60	35,611.30	50,939.60	69.9
116	3,035.70	3,152.40	35,986.00	51,517.10	69.9
117	3,066.80	3,184.40	36,351.90	52,090.30	69.8
118	3,095.40	3,216.20	36,714.70	52,663.50	69.7
119	3,123.40	3,245.10	37,044.90	53,236.00	69.6
120	3,160.10	3,283.10	37,478.40	53,894.40	69.5
121	3,196.30	3,320.60	37,906.10	54,550.60	69.5
122	3,230.70	3,356.40	38,314.60	55,202.40	69.4

資料來源：全國長期負載預測與電源開發規劃，經濟部能源局，民國 103 年 12 月

(七)綜合評估

本計畫廠址於臺南市將軍區 0540 口寮段 206、207-1 地號，產水每日 20 萬立方公尺預計用地面積需 12 公頃。本計畫規劃最大每日產水 20 萬立方公尺之海淡廠土木結構等硬體設施，可採每日 20 萬一次開發建置，或第一期每日 10 萬立方公尺（土木結構等硬體設施一次建設，產水機組則分兩階段各每日 5 萬立方公尺建置）加第二期每日 10 萬立方公尺開發。

淡化處理程序維持與 102 年評估採相同之混凝沉澱、UF+RO 之流程；考量前述評估臺南區域用水需求，本計畫海水淡化廠之開發規模由每日 10 萬立方公尺增加至每日 20 萬立方公尺，海水淡化廠整體之硬體設備及廠區配置需重新檢討配置，其中 RO 機組部分，機組規模參考國際海淡廠之設計，每套 RO 機組由每日 5,000 立方公尺提高至每日 10,000 立方公尺；RO 膜支數因機組整合、提高設計流通量，產水每日 10 萬立方公尺海淡廠之總 RO 膜支數由 9,984 支減少至 8,064 支，降低整體設置及操作費用；為穩定區域用水，本計畫規劃仍維持 20%備載，增加操作彈性。

經評估檢討，主要考量區域用水調度與其他水源開發，如曾文水庫越域引水計畫暫停及 120 年用水缺口等因素。開發模式比較包含用水需求、區域用水調配穩定性、經濟規模，以及海淡廠機動供水能力與興辦主體可能不同，詳表 3-22 所示。經評估後本計畫建議海水淡化廠興建採第一期每日 10 萬立方公尺（分兩階段各每日 5 萬立方公尺）加第二期每日 10 萬立方公尺（分一階段）開發。

表 3-22　每日產水 20 萬立方公尺之海水淡化廠開發模式比較

開發模式 / 評估項目	第一期每日 10 萬立方公尺 (分兩階段各每日 5 萬立方公尺)；第二期每日 10 萬立方公尺（分一階段）開發	每日 20 萬立方公尺 一次開發
1.用水需求	可視用水需求採滾動式檢討開發時程，機動性較高。	短期內至民國 110 年如移用農業用水則尚無每日 20 萬立方公尺需求量。
2.區域用水調配穩定性	如遇大乾旱期，短期可供水量恐有不足，需藉由調配其它水源供應。	就備源量及多元開發水資源角度，一次開發每日 20 萬立方公尺水量能穩定供水，對於用水調配運用度高；並可配合高雄水源做為聯合調度運用。
3.經濟規模	產水成本可因興辦主體及興辦方式不同而略有差異。	部份工程配置可一次施作，降低工程經費，產水成本將些微降低，惟敏感度不高。
4.工程配置擴建之難易程度	兩期可採不同配置方式，彈性較大。	配置規劃一次到位，後續如需擴建則更改配置較有難度。
5.用地需求	分兩期開發，各需 6 公頃土地；建議仍一次徵收 12 公頃土地。	約需 12 公頃土地。
6.興辦主體	兩期可為不同興辦主體。	僅單一興辦主體。
7.推動困難度	可因應不同用水戶而去分期開發設置，單期所需資金較小；且對於所需能源可分階段供應，未來可搭配再生能源以達減碳之效，推動之可行性較高。	短期內所需工程資金龐大，籌措恐較為不易；而產水需大量能源供應，需及早與供電單位提出需求，且現階段再生能源恐無法及時支應，將造成較大之介間碳排放影響。
8.關鍵課題	第一期主要缺/供水對象為公共給水，第二期缺/供水對象為工業用水為主；兩期對象供給對象及需水時程不同。	缺/供水對象為公共給水及工業用水，如未來水質需求不同，於營運操作上將有困難度。且所需供水時程不同，一次開發量體大，短期內所需工程經費亦高。
建議採用	建議方案	

第四章　取排水工程及輸水方案規劃檢討、鹵水擴散模擬

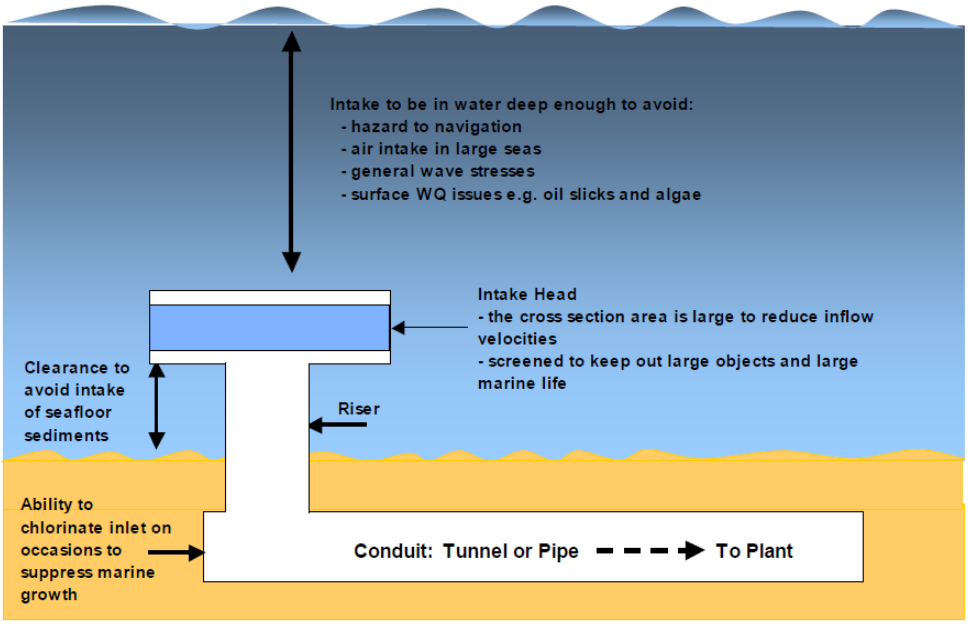
一、取、排水設施工程規劃檢討

因應產水規模從每日 10 萬立方公尺擴增為每日 20 萬立方公尺，取、排水設施設置型式、規模與位置之規劃需重新檢討。取排水設施為海水淡化廠是否能正常營運之主要工程，目前最被廣泛使用之取水設施分別為開放式取水工(open intake)與滲流式取水工(subsurface intake)；排水設施則分為單點排放式及多點排放式。茲將取排水工法說明如後，並針對本計畫海水淡化廠之取排水設施重新進行檢討，確保未來取排水設施設置可符合擴增產水量後之海水淡化廠需求。

(一)取排水工法簡介

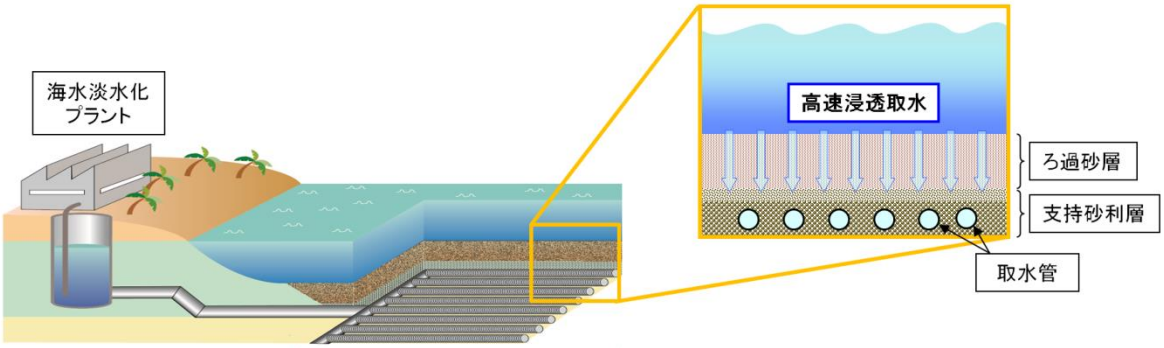
1、取水工

海水淡化廠取水工須為一穩定、可信的設施，以取得足量及適當的水質做為海水淡化之水源；考量選用取水工之型式，需同時符合經濟效益及降低對環境的衝擊影響。如前所述取水設施分為開放式取水工及滲流式取水工（如圖 4-1 所示），目前海水淡化廠常用的開放式取水工又稱直立式取水工，其取水經由近岸之取水口直接取水，並由管路將海水輸送至取水井，再經由管線進入海水淡化廠進行前處理及淡化程序處理；而滲流式取水工則有許多種型態，如直立井(vertical well)、水平井(horizontal well)、傾斜井(slant well)及集水廊道(infiltration gallery)等，其取水方式為取水管線埋入海岸下的鹽化地下水層(brackish coastal aquifer)或近岸的海床下進行取水。



資料來源：Melbourne Water - Seawater Desalination Feasibility Study, 2007.

(1) 開放式取水



資料來源：http://www.hitachizosen.co.jp/,日立造船株式會社

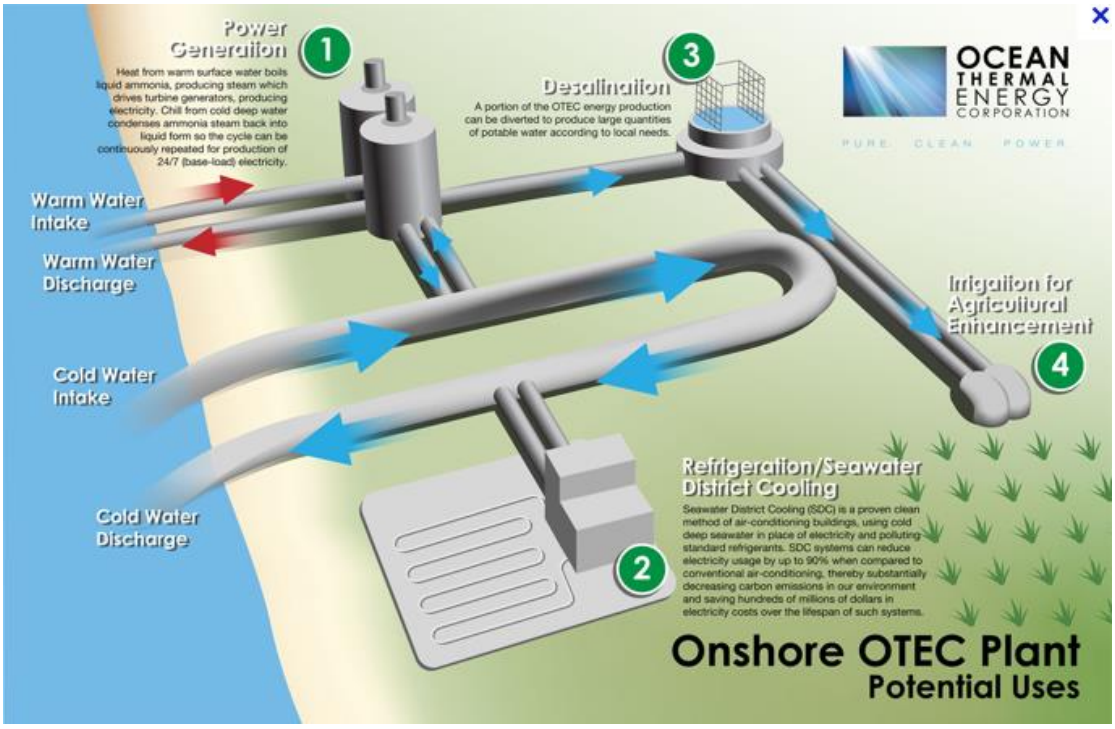
(2)滲流式取水

圖 4-1　海水淡化之原水取水設施型式

開放式取水由其設置位置可分為岸上取水(onshore)及離岸取水(offshore)。岸上取水類似發電廠取水型式，取水水質較差，多數無法滿足 RO 進水水質需求，故多用於熱法海淡廠，離岸開放式直立取水是最常被海水淡化廠使用的方式；離岸取水口通常是一根設置於海床之上的垂直鋼管或混凝土管，如圖 4-3 所示。

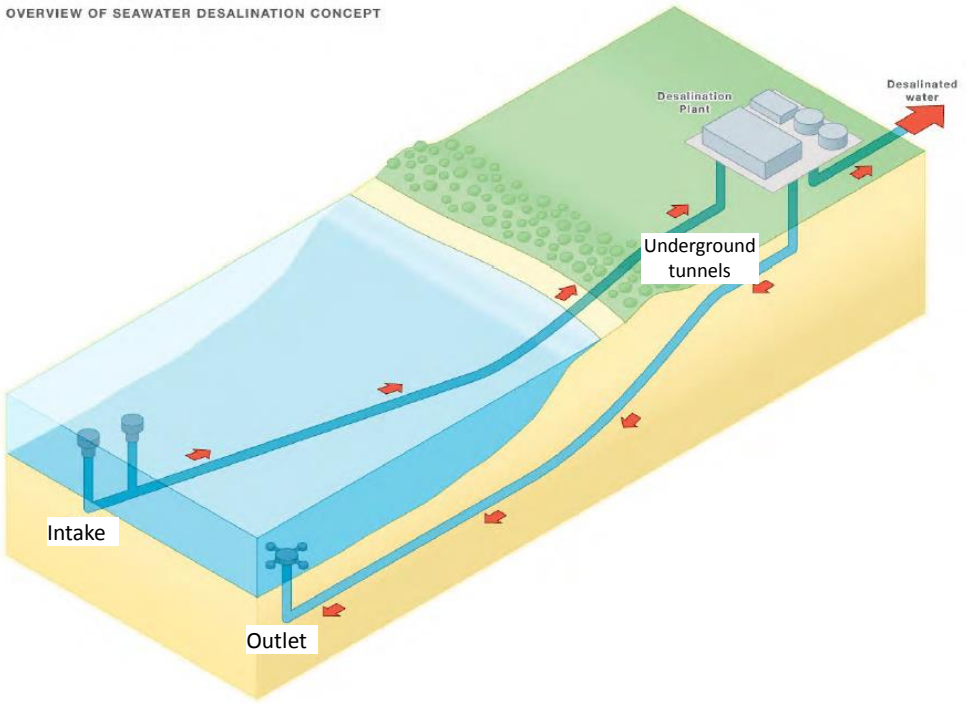
滲流式取水係取用經過海岸沙土層自然入滲過濾的水體，因此水質較海水擁有較少量的固體物質、油脂、有機物及鹽份。然而，若取用經過沖積層入滲過後的水體，其水中含氧量可能

較低且含有高濃度的錳、鐵、氫、硫化物和其他對海淡設備中之 RO 膜造成污堵的成份，使產水水質下降，成本亦隨之提高。典型的滲流式直立井取水(如圖 4-4)適合產水規模約每日 4,000 立方公尺或更小型之海水淡化廠；水平井取水則適合較直立井大規模的海水淡化廠（最多每日可達 20,000 立方公尺），通常以水平輻射取水井（圖 4-5）和水平導向鑽井(horizontal directional drilled well, HDD)（圖 4-6）。傾斜式取水是較新的施作方式，將垂直井在海床下的取水口傾斜設置，如圖 4-7 所示。集水廊道則是由一系列人造潛沒式砂質過濾層組成，如圖 4-8 所示，日本福岡海水淡化廠（產水規模約每日 5 萬立方公尺）即是使用集水廊道取水，為目前世界上規模最大的滲流式取水海水淡化廠。



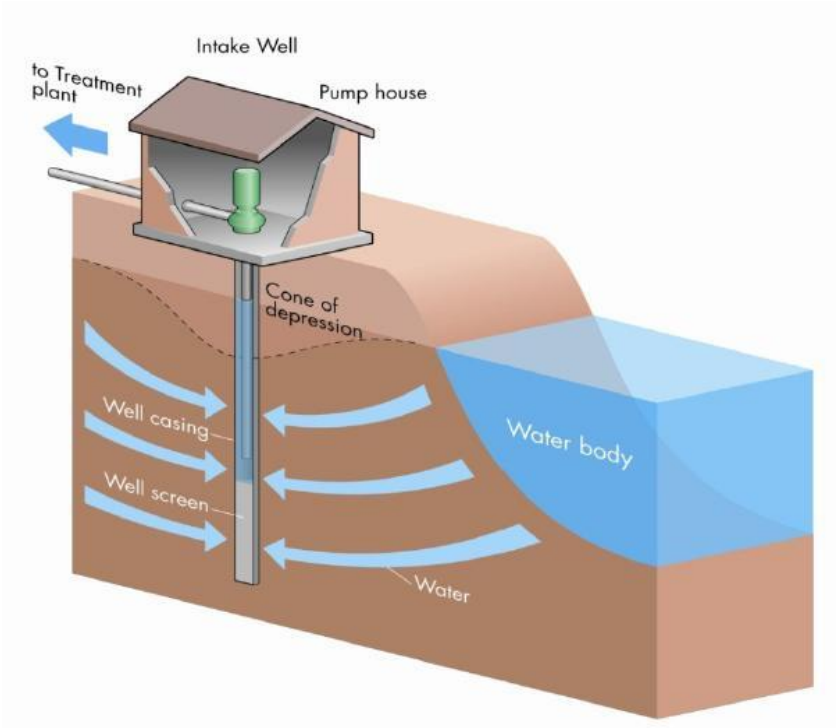
資料來源：http://coolmyplanet.org/otec/

圖 4-2　開放式岸上取水設施示意圖



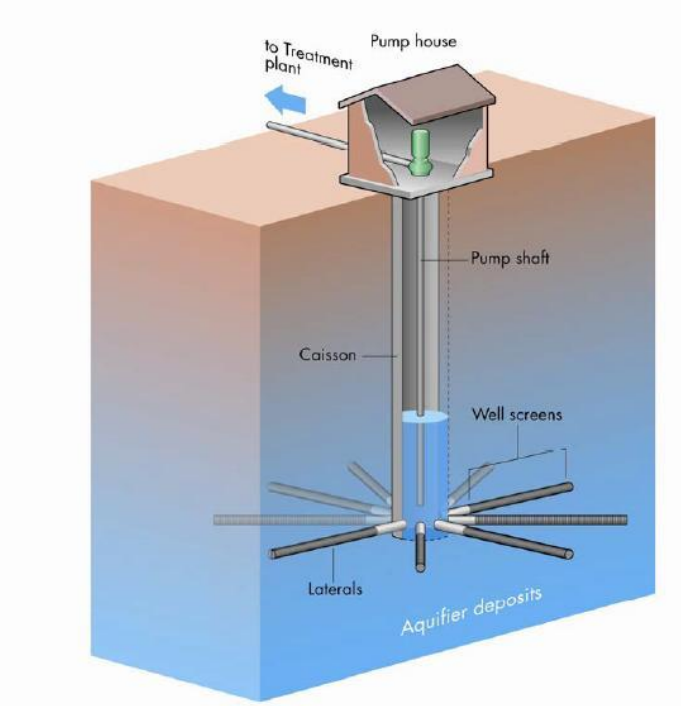
資料來源：Melbourne Water - Seawater Desalination Feasibility Study, 2007.

圖 4-3　開放式離岸取水設施示意圖



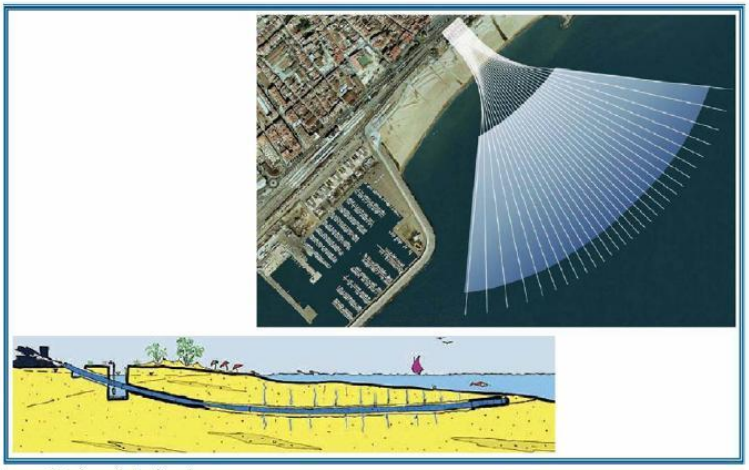
資料來源：Overview of desalination plant intake alternatives - (white paper 2011)

圖 4-4　滲流式直立井示意圖



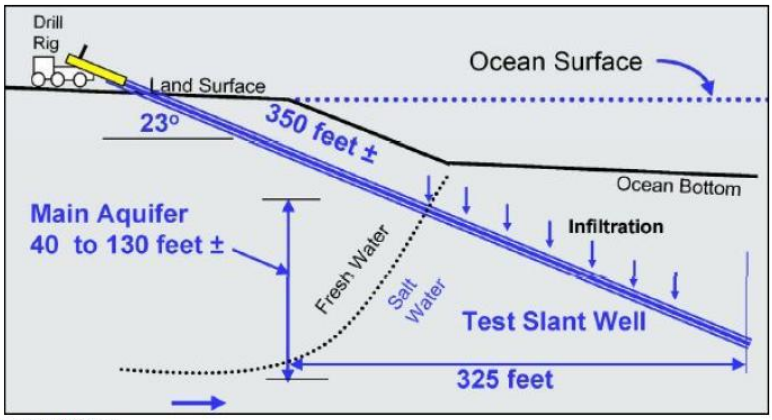
資料來源：Overview of desalination plant intake alternatives - (white paper 2011)

圖 4-5　滲流式水平井示意圖



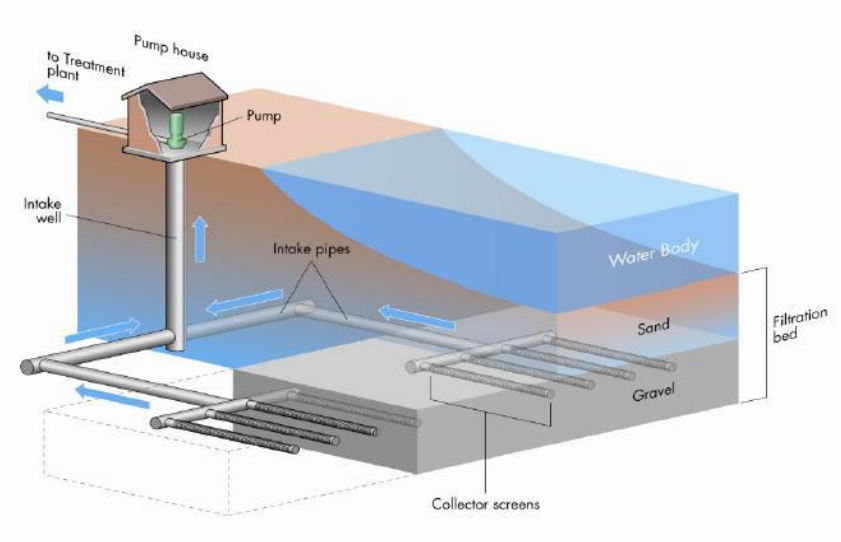
資料來源：Overview of desalination plant intake alternatives - (white paper 2011)

圖 4-6　滲流式水平導向鑽井示意圖



資料來源：Overview of desalination plant intake alternatives - (white paper 2011)

圖 4-7　滲流式傾斜井示意圖



資料來源：Overview of desalination plant intake alternatives - (white paper 2011)

圖 4-8　滲流式集水廊道示意圖

2、排水工

目前國外常見之鹵水排放設施型式有：單點排放式、埋管多點排放式、高架多點排放式等。單點排放因排放面積較小，需要流速較大，通常需要以泵浦加壓且易上升至淺層海水達均勻擴散。而多點排放因排放面積較大，擴散效率高，所需流速較小即可達到擴散平衡。以下列舉 2 個澳洲海水淡化廠多點鹵水排放設施案例。

(1)澳洲黃金海岸海水淡化廠

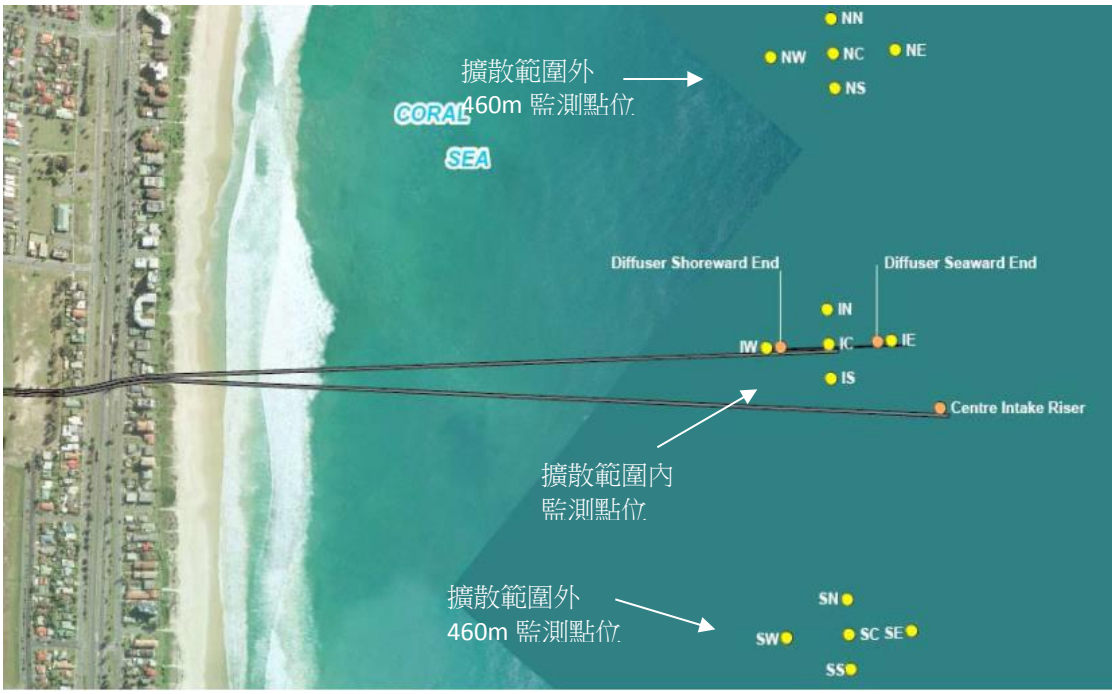
此海水淡化廠位於昆士蘭省東南方，產水量每日 136,000

立方公尺，於 2008 年開始營運，除了提供海淡水外也是著名的觀光景點。其為獨立建置的海水淡化廠，鹵水排放鹽度約為 67 ppt，以多孔擴散管排放（圖 4-9），擴散稀釋範圍約 120 公尺×320 公尺，其排放管線置於海床並直接向上排放，排放水深約 91.4 公尺。

根據 2009 年 IDA 世界會議所發表之研究成果，黃金海岸海水淡化廠位處海域為砂質底床，主要棲息動物包含管海葵、星蟲、海星及多孔海綿動物等。在此海淡廠開始營運前，研究團隊歷時 18 個月監測，得到此處海域環境及動植物生態等數據。於海淡廠開始營運後，研究團隊同時於鹵水擴散範圍內及距離擴散範圍約 460 公尺外兩處同時進行海域環境監測（圖 4-10），並將結果互相比較。研究結果顯示，此海淡廠的鹵水排放並未對海洋生物的豐富度及變異度都沒有可觀測到的影響，證明了對環境的友善性。

資料來源：WaterSecure

圖 4-9　澳洲黃金海岸海水淡化廠鹵水排放管



資料來源：WaterSecure

圖 4-10　黃金海岸海水淡化廠鹵水排放監測點位

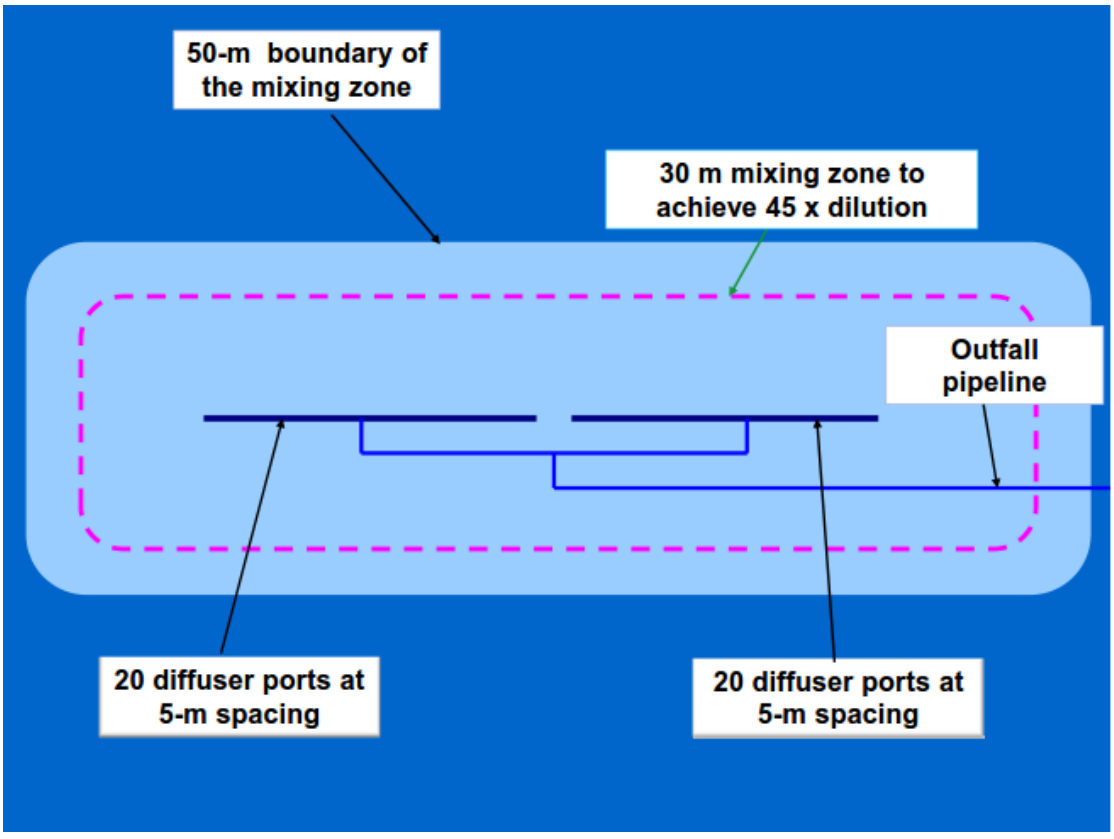
(2)澳洲伯斯海水淡化廠

此海水淡化廠已於 2006 年開始營運，日產水量每日 144,000 立方公尺，提供伯斯市 160 萬人口 17%的飲用水。此海水淡化廠為世界上知名的先進海水淡化廠，其取水口設置位置距離海岸 200 公尺，而排放口位於科克本灣(Cockburn Sound)，是一個封閉淺水且水體循環不良的海域環境，常有水體含氧量不足的問題。由於此海域環境條件，伯斯海水淡化廠建置一座離岸 500 公尺遠、距海床 0.5 公尺的排放管，直徑 1.6 公尺，並沿著管線末端 200 公尺部份設置共 40 個擴散孔（圖 4-11），擴散孔間距 5 公尺，直徑 0.22 公尺，排放水深 10 公尺。

伯斯海水淡化廠之設計假設鹵水射流排放後會上浮約 8.5 公尺後於鹵水混合範圍的邊緣形成約 2.5 公尺高的水舌(plume)，再往兩側沈降並延伸約 50 公尺之距離（圖 4-12）。自 2006 年 11 月開始營運以來，研究團隊便廣泛的進行即時監測以確保鹵水對海域生態並無影響，其中還包括於海床設

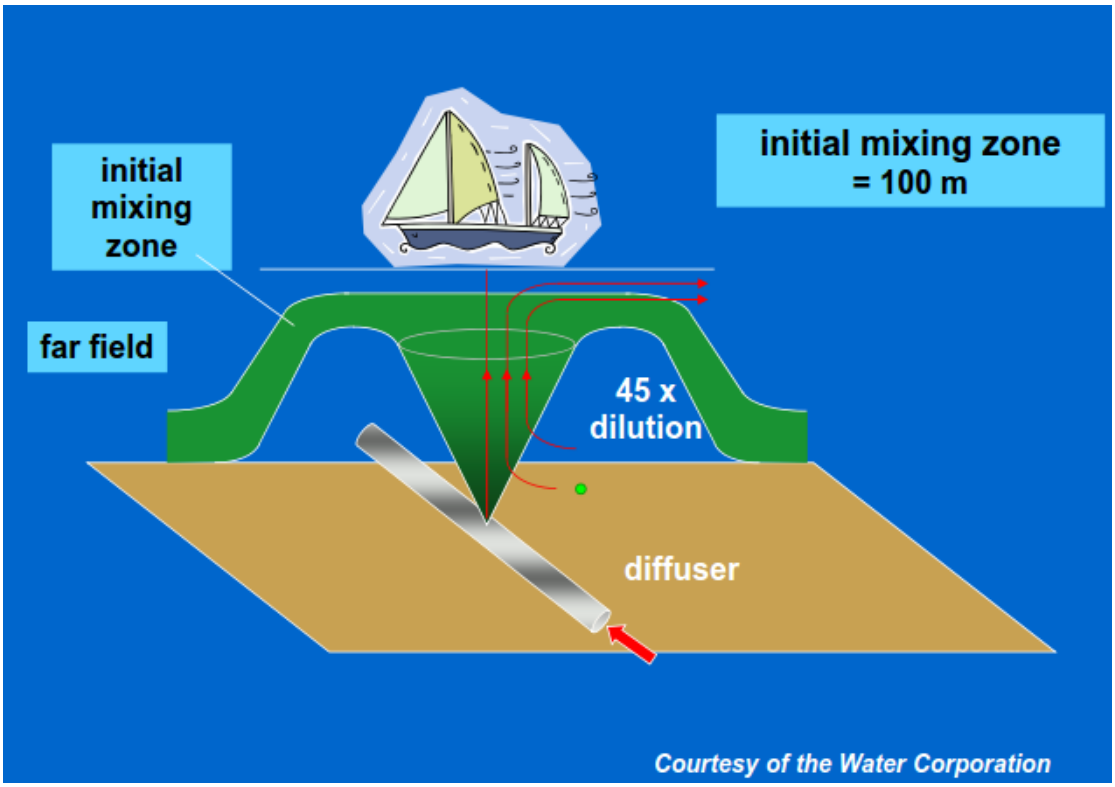
置監測儀器監控水中含氧量、鹵水比導電度、濁度等項目。圖 4-13 為 2007 年至 2009 年鹵水比導電度統計資料，顯示排放鹵水比導電度範圍約在 72,000 μS/cm 至 88,000 μS/cm 之間；水中含氧量範圍在 7.6 mg/L 至 11.0 mg/L 之間，並隨時可維持高於最低限度 5 mg/L 以上；pH 則維持於 7.2 至 7.6 之間；濁度則低於 3 NTU，如圖 4-14。

伯斯海水淡化廠經過一年的操作營運之後，由圖 4-15 水下攝影照片可以看出即使排放高鹽度之鹵水，於排放管線周圍仍然有高豐富度的水中生物族群。經多項監測及觀測結果顯示，伯斯海水淡化廠運轉至今並未對此區海域環境造成顯著影響。



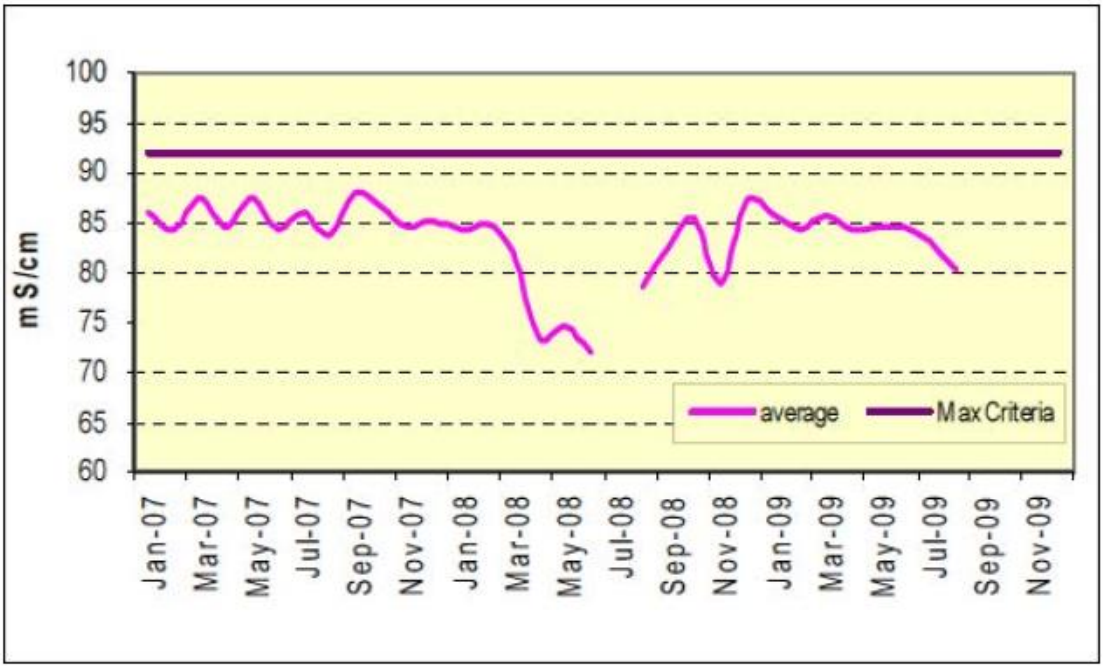
資料來源：Water Corporation, www.watercorporation.com.au

圖 4-11 伯斯海水淡化廠排放管線配置



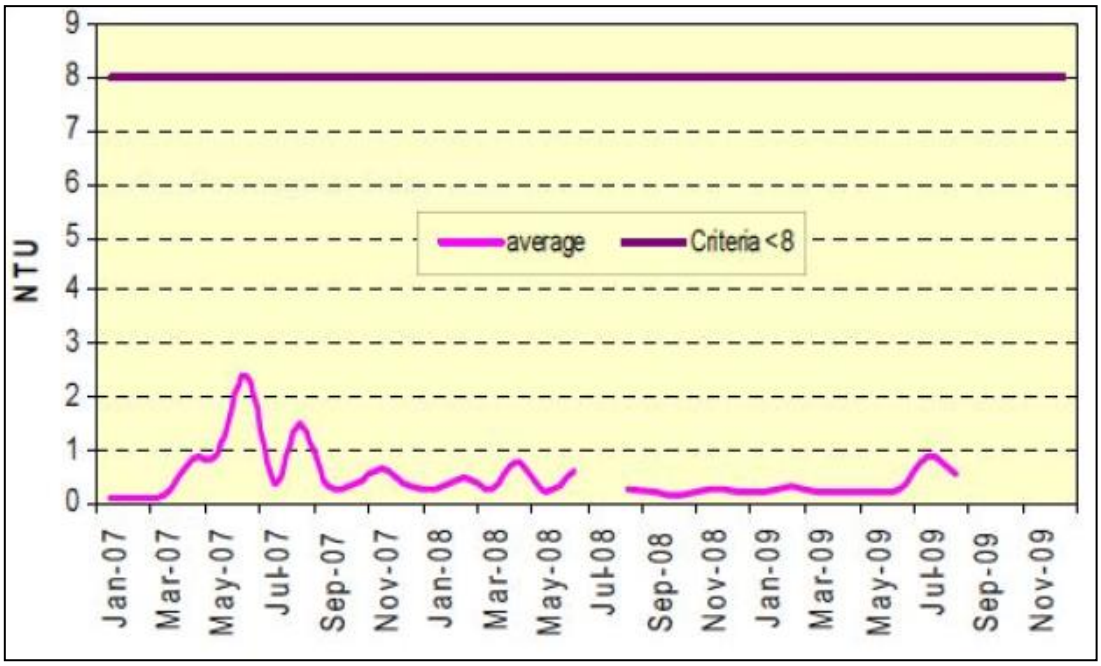
資料來源：Water Corporation, www.watercorporation.com.au

圖 4-12　伯斯海水淡化廠鹵水擴散範圍



資料來源：Water Corporation

圖 4-13　伯斯海水淡化廠鹵水比導電度統計



資料來源：Water Corporation

圖 4-14　伯斯海水淡化廠鹵水濁度統計

資料來源：澳洲伯斯海淡廠排放管監測影片截圖。

圖 4-15　伯斯海水淡化廠排放管及周圍魚群

(二)取水設施工程規劃檢討

1、取水設施設置型式

一般認為滲流式取水水質較開放式佳，但此結果只適用於某些特定情況：如當取水口設置於經充分沖刷過之海床，或取

水位置遠離表面海水影響，且地層為均勻孔隙結構，如石灰岩地質，才能獲得較好水質的水源。目前世界上有許多使用滲流式取水的小型和中型的海水淡化廠仍須在 RO 膜淡化前對原水做額外的前處理。日本福岡海水淡化廠為目前世界上規模最大的滲流式取水海水淡化廠，使用集水廊道取水，其取水水質由於未能達到直接進 RO 處理標準，因此仍搭配使用超過濾膜(Ultra Filtration, UF)作為前處理程序。滲流式取水對於設置地點的地質條件及環境相當要求，較適合興建於高透水率的地質結構，如砂土層、石灰岩層、砂石層等，另外，在鄰近海岸溼地的地區避免地水位下降，破壞溼地環境，及海岸侵蝕嚴重區域，過濾地層會被破壞，均不宜規劃滲流式取水。因此，滲流式取水的施作地點必須經過通盤考量及嚴密的環境調查（含地質條件、海岸變遷、環境區位等）。

開放式取水是目前世界上海水淡化廠最廣泛使用的取水技術，原因為其幾乎可以設置於任何地形，對海水淡化廠之產水規模也無限制，且單點取水對底棲生物影響範圍較小，營運後清理及維護管理較為便利，因此，大部分取水量較大之海水淡化廠皆採用此方法；不同取水型式實際案例比較如表 4-1。

綜上因素考量，由於適合滲流式取水之設置地點較少，且對於取水口鄰近底棲海洋生物之影響範圍亦大，此種取水技術較適合於小型海水淡化廠，大型海水淡化廠因取水量大，相對於開放式取水工影響生態範圍更為廣泛，另由於濕地法，七股濕地範圍附近廠區位址，亦不適合採滲流式取水；國外開放式與滲流式取水工程費用比較研究亦顯示規模超出約每日 41,000 立方公尺之海淡廠採用開放式取水較經濟，詳圖 4-16。國外 10~20 萬立方公尺的海淡廠取水形式詳表 4-2。因此，本年度針對產水規模擴增，重新檢討取水工法後仍建議延續前期規劃，採開放式取水。

表 4-1 不同取水型式案例比較

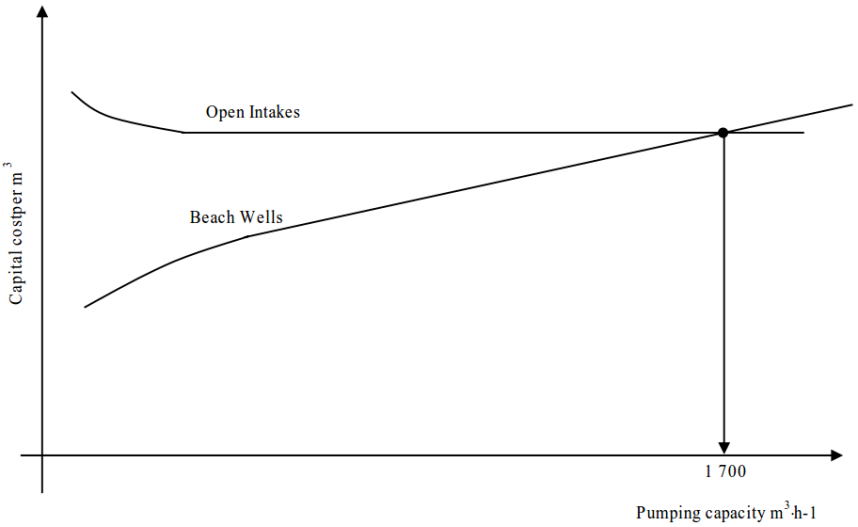
項目	滲流式取水	開放式取水
1.案例	日本福岡海水淡化廠	澳洲墨爾本海水淡化廠
2.規模	每日 5 萬立方公尺	每日 45 萬立方公尺
3.處理程序	UF+RO	UF+RO
4.取水水質	1.海水滲入砂層、濾層後取水 2.取水水質 SS 較低 3.取水水質仍須搭配 UF 作為前處理程序	1.開放式取水，頂部需設置粗攔污柵 2.取水水質 SS 較高
5.影響範圍	1.取水設施設置於海床下方，多點設置影響範圍較大 2.佈設範圍超過 2 公頃以上	1.取水設施突出海床 2.單點取水，影響範圍較小
6.施工難度	於海床下佈設集水設施，難度較高	施工難度中等
7.維護更新成本	1.級配濾料需定期清洗更新/更換不易 2.維護成本較高	1.無級配濾料更換問題，僅須確保攔污柵不被生物或藻類佈滿即可 2.維護成本較低
本計畫分析	1.本案如採用滲流式取水佈設，至少須 8 公頃影響範圍大，對於底棲生物影響大，另外，由於濕地法，七股濕地範圍附近廠區位址，亦不適合。 2.滲流式取水，易受底泥淤塞，且建設成本及維護成本高，施工不易。	

表 4-2 國外海淡廠取水工型式案例

海淡廠名稱	國家	取水工型式	產水量（立方公尺/日）
Tenes	阿爾及利亞	開放式	200,000
Hamma	阿爾及利亞	開放式	200,000
Carlsbad	美國	開放式	189,250
Fujairah I	阿拉伯聯合大公國	開放式	170,000
Gold Coast	澳洲	開放式	136,000
Tianjin	中國	開放式	150,000
Beni Saf	阿爾及利亞	開放式	150,000
Perth	澳洲	開放式	144,000
Cap Preston	澳洲	開放式	140,000
Gold Coast	澳洲	開放式	136,000
Tuas	新加坡	開放式	136,380
Carboneras	西班牙	開放式	120,000
Douaouda	阿爾及利亞	開放式	120,000
Oued Sebt	阿爾及利亞	開放式	100,000
Skikda	阿爾及利亞	開放式	100,000
Cap Djinet	阿爾及利亞	開放式	100,000
San Pedro Del Pinatar	西班牙	滲流式	173,000
Alicante	西班牙	滲流式	130,000
Sur IWP	阿曼	滲流式	128,200
Tordero	西班牙	滲流式	128,000
Pembroke	馬耳他共和國	滲流式	120,000
Bajo Almanzora	西班牙	滲流式	120,000

資料來源：Cartier, G., Corsin, P.. Description of different water intakes for SWRO Plants. IDA World Congress-Maspalomas, Gran Canaria-Spain October 21-26, 2007.

Missimer et al. 2013.Subsurface intakes for seawater reverse osmosis facilities: Capacity limitation, water quality improvement, and economics. Desalination 322, 37-51.



資料來源：Cartier, G., Corsin, P.. Description of different water intakes for SWRO Plants. IDA World Congress-Maspalomas, Gran Canaria-Spain October 21-26, 2007.

圖 4-16　開放式與滲流式取水工程費用比較圖

2、取水規模

依上年度成果規劃，合理前處理造水率 95%，UF 造水率 95%及 RO 以造水率 40%(一段式設計)，整廠造水率為 36%，以海水淡化廠產水量每日 20 萬立方公尺計算，取水量為每日 55.4 萬立方公尺。取水量規模依前述第三章可規劃分為下列兩種情境：

(1)情境一：一次規劃（產水每日 20 萬立方公尺）每日 55.4 萬立方公尺取水。

(2)情境二：分二期規劃（各產水每日 10 萬立方公尺)，分別為每日 27.7 萬立方公尺取水。

3、取水位置及管徑管長

取水設施設置時，需考量海象條件、海域水質與海域地質特性，而取排水工程主要在於佈管工程、集水設施等，其中佈管工程為海水淡化廠是否可正常產水之主要關鍵，取水管必須隨時可取得充足的海水，方可生產足量之淡化水，取水工程評估因素詳表 4-3，取水口規劃考量海域潮位、海域水質、海床地質、海域地形及變遷、潮流海流及周邊環境，各參數如表 4-4。

表 4-3 取排水工程評估

規劃考量		評估因素（背景資料）	影響設計
取水工程	取水點位置	海域水質	● 影響海淡水取水水質
		海域地形	● 管線需埋設沖刷埋設深度以下 ● 侵蝕淤積對於取排水管影響 ● 避免管線可能暴露至海床上之風險 ● 減輕海淡管線佈設對於環境衝擊
		海岸變遷	
		漂砂	
		漁業權及航道	
		國家公園及保護區	
	取水口頂口高程	潮位	● 取水水位應滿足取水要求 ● 取水口應在最低低潮位 1.5 公尺以下 ● 避免造成取水不足或無法取水困擾
	取水管線舖設	海床地質	● 細砂較易施工 ● 如遇岩盤需特別考量
	取水工	海床地質	● 如為細砂地質，應避免細砂進入取水管線，取入海水需停滯 10 分鐘以上
		海域水質	● 取水工包含開放式、浸沒式取水及滲流式等，依不同海域地質及水質特性決定
排水工程	排水點位置	潮流/海流	● 取水避免受到排放鹵水影響 ● 鹵水模擬之參數 ● 評估影響海域範圍 ● 大陸引水海底管線及上岸點位置
		海域地形	
		潮位變化	
		漁業權及航道	● 減輕海淡管線佈設對於環境衝擊
		國家公園及保護區	
	排水管線舖設	海域地形	● 管線需埋設沖刷埋設深度以下 ● 細砂較易施工 ● 如遇岩盤需特別考量
		海岸變遷	
		海床地質	

資料來源：1.「臺南海水淡化廠可行性規劃－工程可行性規劃(2)」，經濟部水利署水利規劃試驗所，民國 101 年

2. 本計畫整理

表 4-4 取排水口規劃考量及參數評估

評估因素	限制條件	規劃考量及參數
1.海域潮位	將軍漁港最低低潮位線為 -1.12 公尺	1.取排口需確認低於海平面下 2.取水口在最低低潮位 1.5 公尺以下 3.取水口高程至少位於-2.7 公尺以下
2.海域水質	出海口 pH、BOD 及總磷高，而近海水質穩定	取水位置離岸最短 0.5 公里
3.海床地質	臺南沿岸海底底質以細砂為主，屬砂土或砂質土壤	1.應避免細砂進入取水管線 2.取入海水停滯時間至少 10 分鐘以上
4.海域地形及變遷	於民國 41-92 年間呈現全面侵蝕情形；漂砂優勢方面由北向南，青山漁港北堤北側呈現局部淤積且其海岸灘線高程仍維持於海平面以上；重現期 50 年設計颱風淘刷淤埋深度離岸 550 公尺為-1.21~1.82 公尺，離岸 1-2 公里為-1.21~2.11 公尺。	1.管線有可能暴露至海床上，但風險較小 2.管路佈設於青山漁港北堤北側 3.管路埋設於海床下 1.3 公尺以上 4.排水口高程高於現有海床 2.2 公尺 5.取水口高於現有海床 1.9 公尺以上，取水口應避免遭受淤埋 6.取水水深應達 4.6 公尺以上 7.取水口距海床約達 2 公尺高，應加強防沖擊
5.潮流海流	漲潮時其流向主要為北北東退潮時其流向主要為南南西平均海流春、秋兩季為北北西向，夏季為南南西向，冬季為東南向。	取排水口佈設相對位置採東西向較能減輕取水受排放鹵水之影響
6.周邊環境	臺南市漁業權範圍及青山漁港航道；青山漁港南側臺江國家公園海域範圍；鹽水溪出海口處至澎湖電信電纜；外海 10 公里中油油管；將軍漁港南側七股濕地	1.取排水管路宜設置於青山漁港外港區北界屆線外側，以免影響近海漁業活動 2.依據濕地法，取水應避免滲流式以減輕對附近七股濕地之影響 3.排水應注意鹵水對環境衝擊

資料來源：1.「臺南海水淡化廠可行性規劃－工程可行性規劃(2)」，經濟部水利署水利規劃試驗所，民國 101 年

2. 本計畫整理

臺南海淡廠海域位於青山港沙洲，屬侵蝕型海岸。採重現期50年設計颱風波浪淘刷淤埋深度離岸550公尺為-1.21~1.82公尺，離岸1至2公里為-1.21~2.11公尺。另採50年重現期距颱風波高H_b = 8.2公尺，配合臺南海域谷部水深h_t與砂堆峰部水深h_c比值約1.2且h_c = 0.66 H_b，推估近砂堆處碎波引起之最大海床侵蝕深度為0.5 (h_t-h_c) = 0.57公尺。

另外參考「臺南海水淡化廠可行性規劃-地形測量、海岸變遷分析與3D建模展示」（水利規劃試驗所，民國104年）之取排水路線之海域段地形變遷特性於取水口處其最大侵淤幅度介於1.08至-0.97公尺間。另地形水深斷面經夏季波浪作用後，於灘地至水深5公尺間（離岸距約600公尺）地形水深呈現較明顯侵淤互見情形，其最大侵淤幅度介於1.78至-1.25公尺間；於冬季波浪作用後，最大侵淤幅度介於1.89至-1.89公尺間；而於長期波浪作用後，其灘地至水深10公尺間地形水深侵淤變化較為顯著，其最大侵淤幅度介於2.88至-1.08公尺間。

管徑設計依據Hazen-Williams公式進行水力計算，可求出所需取水管線之管徑大小；產水每日10萬及20萬立方公尺取水量之所需取水管徑分別為1,900 mm及2,650 mm。

$$Q = 24{,}065 \times C \times D^{2.63} \times S^{0.54} \quad (1)$$

Q：輸送流量（立方公尺/日）

C：流速係數(Roughness Coefficient)，採用HDPE管，C=110，其值依各種不同材質而定，管材經長期使用後C值亦降低。

D：壓力管內徑(m)

S：能量坡度=h_L / L

h_L 水頭損失(m)

L：直管長(m)

流速限制：因目前國內尚未有針對海淡取排水管流速規範，故此部分設計主要參考內政部下水道工程設施標準（最小流速為

0.8 m/s，最大流速為 3 m/s，常取 1.5 m/s）。另依據工程經驗，重力流流速比較小，一般選擇 0.8 至 1.0 m/s，壓力流流速比較大，一般選擇 1.0 至 1.5 m/s。本計畫初步建議以 0.8 至 1.5 m/s 為設計範圍。流速依據下列公式檢核，一次規劃管內流速約 1.16 m/s，分期各管內流速約 1.13 m/s，符合設計範圍。

$$V = 0.35464 \times C \times D^{0.63} \times S^{0.54} \quad (2)$$

本計畫取水管線深度則考量潮位及波浪影響佈設，參考「臺南海水淡化廠可行性規劃海域環境調查及計畫推動」（水利規劃試驗所，民國 102 年）報告內容，臺南沿海最低低潮位約-0.44 公尺，依規劃原則取水工需設置於最低低潮位線下 1.5 公尺處，且考量取水設施本身高度約 1.9 公尺，及發生最低低潮位同時發生最大波高情況下（最大示性波高約 1.45 公尺），估算取水設施佈設至少約 E.L-4.565 公尺以下，可避免取水不足之風險，詳表 4-5。

表 4-5　取水口設置點底床高程限制條件分析表

項次	限制條件	量化數值(m)
1	最低低潮位	EL.=-0.44
2	取水口於最低低潮位下 1.5 公尺	1.5
3	取水設施高度（開放式）	1.9
4	最大示性波高（波峰至波谷之高度）/ 2	1.45 / 2=0.725
	合計-(+(1)+2+3+4)	-4.565

4、檢討規劃成果

取水口頂部設置網目 0.25 公分粗攔污柵，約距海底 2 公尺高，可減少其被輸砂覆蓋問題。海水取水口頂部雖設粗攔污柵，但仍避免不了海中生物或雜物進入管路，管線內部大多會附著性生物，定期皆需要進行管線清洗動作，避免影響抽排水管功能。取水管線佈設，因考量前期規劃之部分管線位於七股濕地範圍及地形、經費與取水安全性等因素，建議取水管由原規劃海域段 500 公尺，向外海延伸 100 公尺，海域端長度總計約 600 公尺，以減少取水口對濕地之可能潛在環境影響（詳圖 4-17）。

為避免近岸埋設管路暴露至海床而受浪流作用，建議灘線附近管路埋深至少 2 公尺，碎波帶內管路埋深至少 1 公尺，取水頭高於海床 1.9 公尺以上，尚符合相關規劃成果。

資料來源：1.國家重要濕地保育計畫
2.本計畫整理

圖 4-17　取水路線與濕地範圍套疊圖

5、取水路線規劃

考量後續於設計階段管線試挖時未知管線可能增加施工困難度等因素，本計畫建議除原規劃路線外，增加一條替代路線，茲將二規劃路線說明於下。

(1)規劃路線 A

路線 A 位置詳圖 4-18。

A、陸域段

取水管起於七股鹽田廠址，經鹽豐橋跨越青山漁港北航道、扇形鹽田南側小路、取水井直至青山漁港外港區北界屆線與海堤外側，全長 2,940 公尺。

B、海域段

起於海堤外側，延續陸域段取水管，垂直海岸線向外海延伸 600 公尺，海床高程約 EL.-4.6。

(2)規劃路線 B

路線 B 位置詳圖 4-19。

A、陸域段

取水管起於七股鹽田廠址，經鹽豐橋跨越青山漁港北航道、扇形鹽田北側小路、將軍漁港內港區南界屆線南側小路直至將軍漁港外港區南界屆線與海堤外側，全長 3,010 公尺。

B、海域段

起於海堤外側，延續陸域段取水管，向外海延伸 600 公尺，海床高程約 EL.-4 至 EL.-5 間。

表 4-6 為兩條路線評估結果彙整，經綜合評估後，路線 A 於經濟、環境調查及與情因素較具優勢，故建議為本計畫海淡水優選路線；路線 B 則列為替代路線；相關取水規劃內容結果彙整如表 4-7 所示，由前述之取水路線最大侵淤約 -1.89 公尺，最大淤積為 1.89 公尺，而本計畫規劃管線埋設深度為至少 2 公尺，取水口高度高於海床 1.9 公尺以上，經檢討皆不至於使取水管線被掏空及取水口淤積所覆蓋導致不能正常取水，惟此規劃僅為之埋設管線深度及取水口高程之最低限度，設計施工階段應視現況調整。

測量底圖來源：「臺南海水淡化廠可行性規劃-地形測量、海岸變遷分析與 3D 建模展示」，經濟部水利署水利規劃試驗所，民國 104 年。

圖 4-18　取水路線 A 位置示意圖

測量底圖來源：「臺南海水淡化廠可行性規劃-地形測量、海岸變遷分析與 3D 建模展示」，經濟部水利署水利規劃試驗所，民國 104 年。

圖 4-19　取水路線 B 位置示意圖

表 4-6 取水路線優劣分析

評估因素	路線 A	路線 B
1.經濟	管線長度 2.94 公里，費用略低	管線長度 3.01 公里，費用略高
2.環境調查	前期規劃路線，已納入環評，環境影響評估詳盡	尚未進行環境調查
3.施工難易度	規劃路線需穿越經鹽豐橋跨越青山漁港北航道，施工單純	規劃路線需穿越經鹽豐橋跨越青山漁港北航道，施工單純
4.與情因素	規劃路線兩旁民宅較少，較單純	將軍漁港內港區南界屆線南側小路北側有少許民宅，對居民生活有些許影響，需加強與居民溝通
5.用地徵收	規劃路線皆位於道路用地，應無用地徵收問題	規劃路線皆位於道路用地，應無用地徵收問題
6.綜合評析	優選方案	替代方案

表 4-7 取水工程規劃彙整

		民國 102 規劃（開放式取水）	本計畫（開放式取水）	
			情境一（一次施作）	情境二（分期開發）
1.整廠造水率		36%		
2.取水量（立方公尺/日）		27.7 萬	55.4 萬	兩期各 27.7 萬，共 55.4 萬
3.管線長度（m）	陸域段	2,940		
	海域段	500	600*	
4.管徑（mm）		1,900	2,650	兩支各 1,900
5.取水點		取水口在最低低潮位 1.5 公尺以下		
6.管線埋深		離近灘地管線埋設深至少 2 公尺		
7.取水口高度		高於海床 1.9 公尺以上		
8.侵淤幅度 1		採重現期 50 年設計颱風波浪淘刷淤埋深度， 離岸 550 公尺為-1.21~1.82 公尺。		
9.侵淤幅度 2		灘地至水深 5 公尺間（離岸距約 600 公尺） 夏季波浪作用後，最大侵淤幅度介於 1.78 至-1.25 公尺間； 冬季波浪作用後，最大侵淤幅度介於 1.89 至-1.89 公尺間。		
10.管線埋深及取水口高度評估		綜整 8、9 之侵淤幅度，最大侵淤約-1.89 公尺，最大淤積為 1.89 公尺；本計畫規劃管線埋設深度為至少 2 公尺，取水口高度高於海床 1.9 公尺以上，經檢討皆不至於使取水管線被掏空及取水口淤積所覆蓋導致不能正常取水；惟此規劃僅為之最低限度。		

說明：為減輕管線佈設對附近濕地環境影響，本年度建議取水管海域段延伸至 0.6 公里。

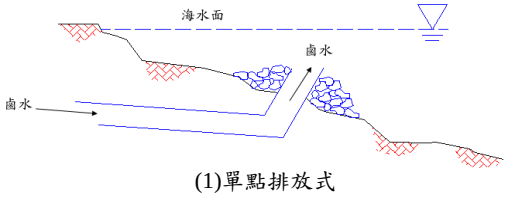
資料來源：1.「臺南海水淡化廠可行性規劃－工程可行性規劃(2)」（水利規劃試驗所，民國 101 年）

2.「臺南海水淡化廠可行性規劃-地形測量、海岸變遷分析與 3D 建模展示」（水利規劃試驗所，民國 104 年）

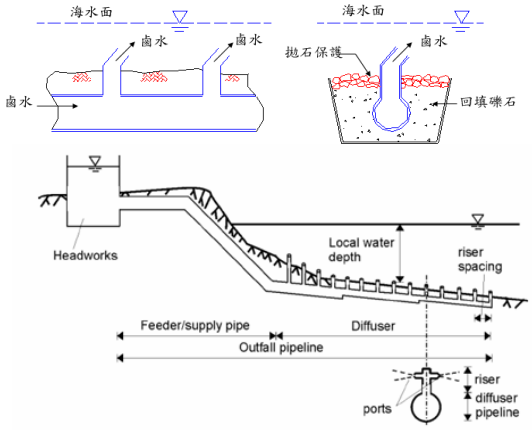
(三)排水設施工程規劃檢討

1、排水設施設置型式

如圖 4-20 所示，排水設施可分為單點式排放及多點式排放，本計畫排水方式考慮分散鹵水排放，加速擴散平衡，故建議依照前期規劃採用多點擴散方式。



(1)單點排放式



(2)多點排放式

資料來源：1.「民間參與馬祖南竿海水淡化廠新建工程」，福建省連江縣政府，民國 100 年。
2. CORMIX website: http://www.cormix.info/corhyd.php

圖 4-20　鹵水排放設施型式

2、排水規模

配合海水淡化廠水產每日 20 萬立方公尺經質量平衡計算，排水量為每日 35.4 萬立方公尺。排水規模可規劃以下兩種情境：

(1)情境一：一次施作每日 35.4 萬立方公尺排水。

(2)情境二：分二期施作，各分別為每日 17.7 萬立方公尺排水。

3、排水位置及管徑

排水工程評估因素詳前述表 4-3，排水口規劃考量及參數如前述表 4-4。管徑設計依據 Hazen-Williams 公式進行水力計算，產水每日 10 萬及 20 萬立方公尺取水量之所需取水管徑分別為 1,500 mm 及 2,100 mm，依據上述公式（2）流速檢核結果，一次施作管內流速約 1.30 m/s，分期施作各管內流速約 1.16 m/s，

符合設計範圍。海水淡化廠淡化處理後鹵水暫存於鹵水池內，鹵水加壓揚升以克服地形高差及輸水管線摩擦損失。加壓後鹵水經陸域排水管線，及佈設於取水管線南側海域排水管線，送至外海排放。

4、檢討規劃成果

本計畫參考水利規劃試驗所民國 104 年「臺南海水淡化廠可行性規劃-地形測量、海岸變遷分析與 3D 建模展示」，於灘地至水深 5 公尺間（離岸距約 600 公尺）地形水深呈現較明顯侵淤互見情形。其最大侵淤幅度介於 1.78 至-1.25 公尺間；於冬季波浪作用後，最大侵淤幅度介於 1.89 至-1.89 公尺間；而於長期波浪作用後，其灘地至水深 10 公尺間地形水深侵淤變化較為顯著，其最大侵淤幅度介於 2.88 至-1.08 公尺間。排水管口處之斷面地形水深變遷情形（離岸距約 1500 公尺）其最大侵淤幅度介於 0.17 至-0.20 公尺間。為避免近岸埋設管路暴露至海床而受浪流作用，建議灘線附近管路埋深至少 2 公尺，碎波帶內管路埋深至少 1 公尺，排水豎管高於海床 2.2 公尺以上，尚符合相關規劃成果。

前期報告規劃排放口採用架高多點排放型式，規劃 4 個架高排放豎管南北排列，經本計畫重新審視前期規劃成果，並參考國外海淡廠排放管（如澳洲雪梨）之相關設計經驗，一般豎管間距約 15 至 50 公尺左右，考量本區域特性，豎管間距過大未來招致拖網捕魚破壞之風險較大，且工程經費亦較高，故本計畫規劃以 15 公尺為豎管間距。架高排放豎管管徑為 350 毫米，排放口預定位置高於海床約 2.2 公尺，為避免凸出海床之排放豎管遭受破壞，於排放豎管週邊應設置永久性警告浮標，警告浮標佈設於排放豎管外圍約 200 公尺距離處，浮體直徑為 1.2 公尺以上，出水高為 2.5 公尺以上，而豎管排列方式可為南北向或東西向排列，詳圖 4-21 所示；惟豎管排列方式及間距，應於後續設計及施工階段，依實際地況調查結果及整體施工考量

而做調整。

5、排水路線規劃

考量後續於設計階段管線試挖時未知管線可能增加施工困難度等因素，本計畫建議除原規劃路線外，增加一條替代路線，茲將二規劃路線說明於下。

(1)規劃路線 A（位置詳圖 4-22）

A、陸域段

同取水管路線 A 陸域段，全長 2,940 公尺。

B、海域段

起於海堤外側，延續陸域段排水管，垂直海岸線向外海延伸。於一次規劃時，延伸長度為 1,500 公尺；於分二期規劃時，延伸長度分別為 1,500 及 2,000 公尺。

(2)規劃路線 B（位置詳圖 4-23）

A、陸域段

同取水管路線 B 陸域段，全長 3,010 公尺。

B、海域段

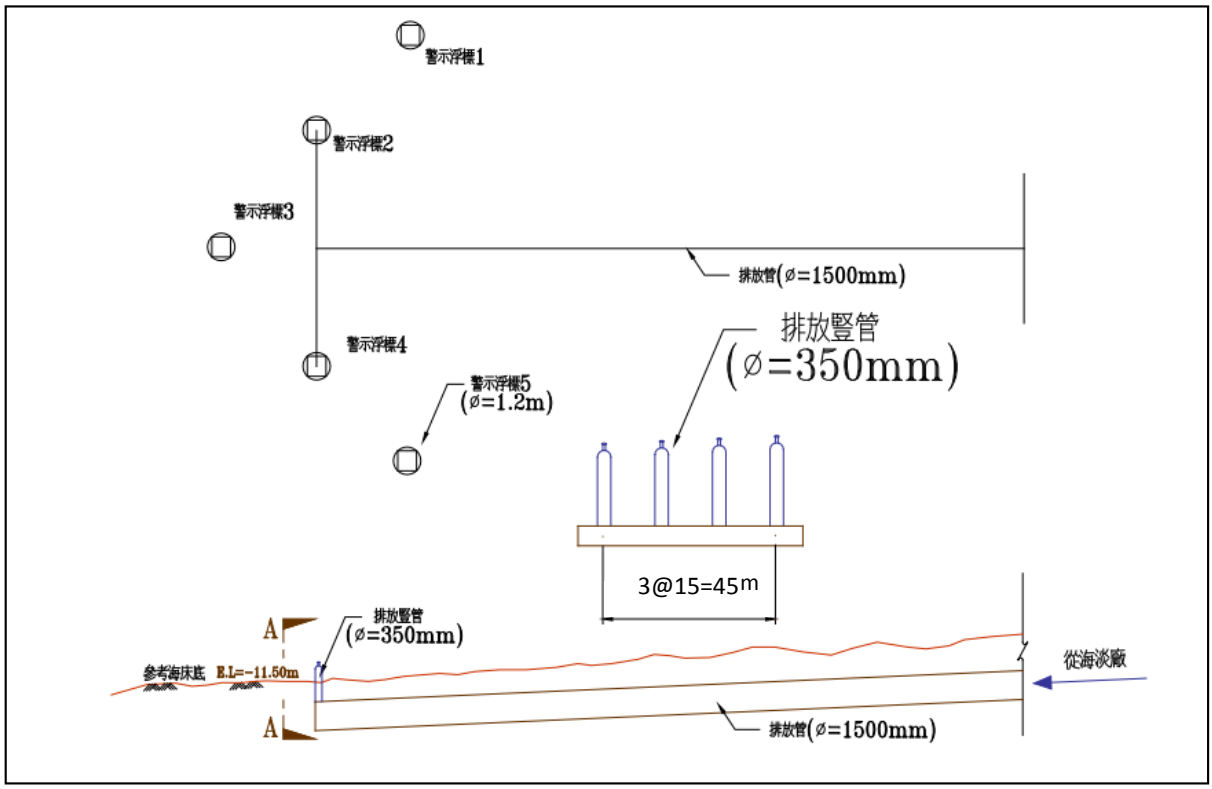
起於海堤外側，延續陸域段排水管，向外海延伸。延伸長度與規劃路線 A 海域段相同。

同取水路線評估結果,路線A為本計畫海淡水排水路線，路線 B 為替代方案；相關取水規劃內容結果彙整如表 4-8 所示。

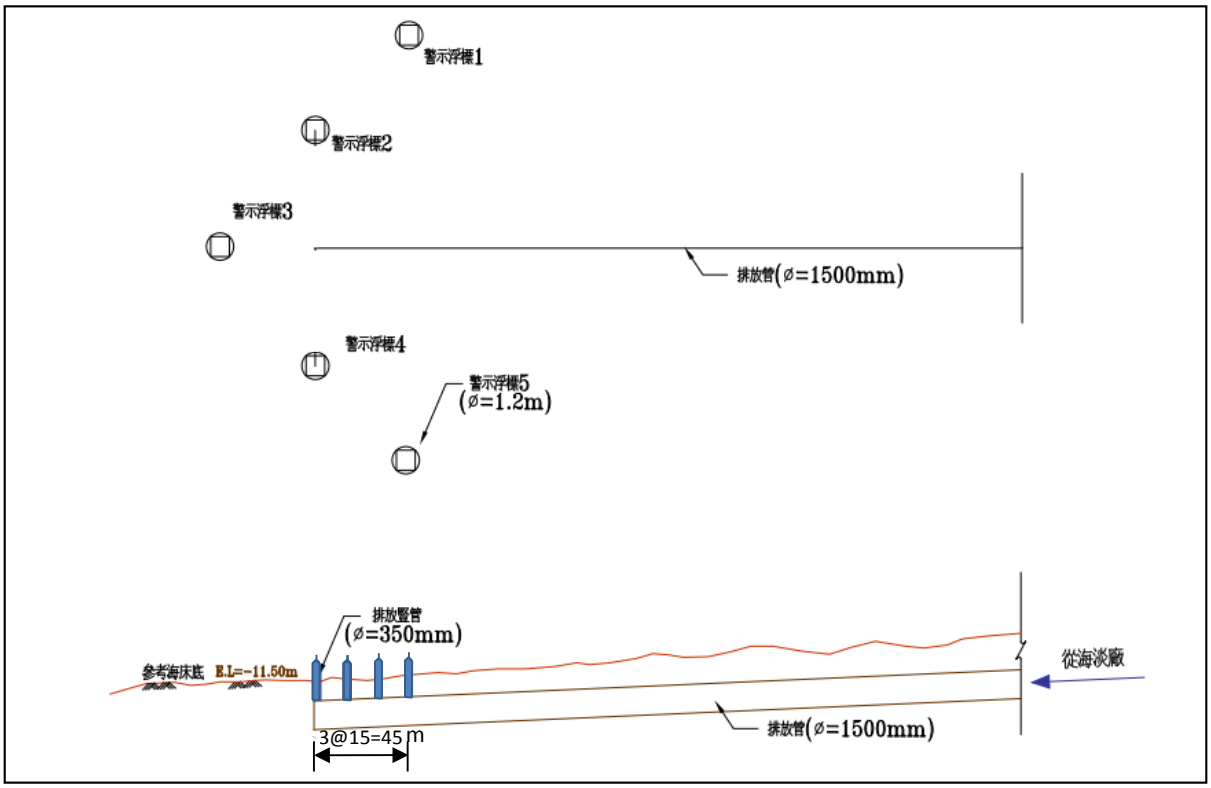
表 4-8 排水工程規劃彙整

項目		前期規劃（多點排放式）	本年度建議（多點排放式）	
			情境一（一次施作）	情境二（分期開發）
1.整廠造水率		36%		
2.排水量（立方公尺/日）		17.7 萬	35.4 萬	兩期各 17.7 萬，共 35.4 萬
3.管線長度（m）	陸域段	2,940		
	海域段	1,500	1,500	第一期 1,500， 第二期 2,000*
4.管徑（mm）		1,500	2,100	兩支各 1,500
5.排水點		排水口高程至少高於-9.3 公尺		
6.管線埋深		離近灘地管線埋設深至少 2 公尺 碎波帶管路埋深至少海床下深度 1.0 公尺以下		
7.排水口埋設深度		高於海床 2.2 公尺		

＊註：為減輕第一、二期排水相互作用而影響稀釋效果，建議第二期排水管海域段延伸至 2 公里，與第一期排水管相隔 500 公尺。



（方案一 排放豎管南北向排列）

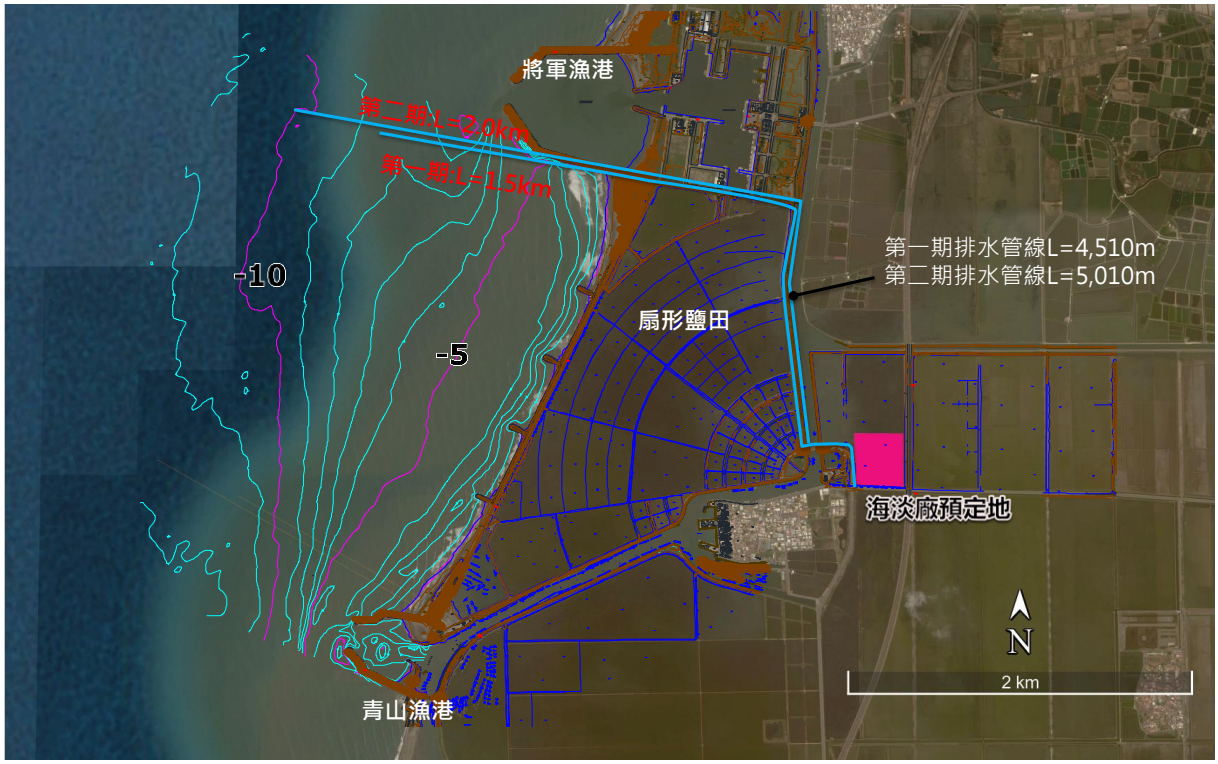


（方案二 排放豎管東西向排列）

圖 4-21　鹵水排放設施位置示意圖

測量底圖來源：「臺南海水淡化廠可行性規劃-地形測量、海岸變遷分析與 3D 建模展示」，經濟部水利署水利規劃試驗所，民國 104 年。

圖 4-22　排水路線 A 位置示意圖



測量底圖來源：「臺南海水淡化廠可行性規劃-地形測量、海岸變遷分析與 3D 建模展示」，經濟部水利署水利規劃試驗所，民國 104 年。

圖 4-23　排水路線 B 位置示意圖

二、海水淡化廠鹵水排放之擴散模擬

本計畫鹵水模擬係使用成功大學水利工程試驗所自行研發之模擬模式，其模擬流場已與實際調查成果進行率定及驗證，且本計畫使用之數值模式也成功應用於臺灣西部河口與海域相關研究計畫。

本計畫模擬安平漁港與將軍漁港之間的大範圍（M1）之水動力變化（包含潮汐與波浪效應），再將其結果作為小區域（M2）三維分層擴散模式計算之邊界條件。

(一)模擬方案

本計畫鹵水排放模擬已利用 M1 模式所得之流場資料，進行遠域鹵水擴散之模擬，以瞭解鹵水排放後可能的擴散範圍與現象，並據以決定後續三維模式計算範圍。根據本計畫之規劃設計，鹵水預計於青山港外海底床位置進行排放，依不同情境可分為 1 組或 2 組排放口排放入海（如圖 4-24），其排放方案及設定如表 4-9、4-10 所示，排放之鹵水鹽度均為 55 psu；若情境一僅由 1 組排放口排放時，鹵水排放水量每日為 353,967 立方公尺；情境二由 2 組排放口同時排放，鹵水排放量每日分別為 176,983 立方公尺。

因於本計畫海域附近近期並無更新之海物實測資料，故模式水動力率定及驗證作業係採用 2013 年 4 月 30 日 11:00 至 2013 年 5 月 19 日 00:00 於青山港外海區域之實測海況資料進行，故後續亦採該段時間水動力條件，進行鹵水排放後之影響評估，其模式係連續排放 16 天進行評估；另 M2 模式計算時，依照當地潮差特性及模式穩定性測試後選定垂直方向共有七層，每層厚度由上（自由液面，第 1 層）往下（海底底床，第 7 層）分別為 3 m、2m、2m、2m、2m、2m 及 2m。另鹵水排放口位置之水深約 11 公尺（Site 1）及 12 公尺（Site 2）。

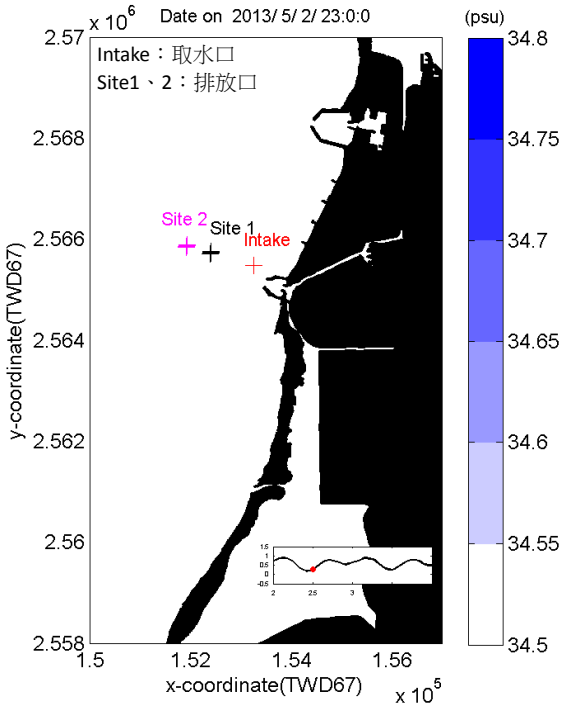


圖 4-24　取排水口位置

表 4-9　三維鹵水擴散模擬條件

情境	說明	排放方式	潮汐效應
一	Site1 排放 353,967 CMD	連續排放	有
二	Site1 排放 176,983 CMD Site2 排放 176,983 CMD	連續排放	有

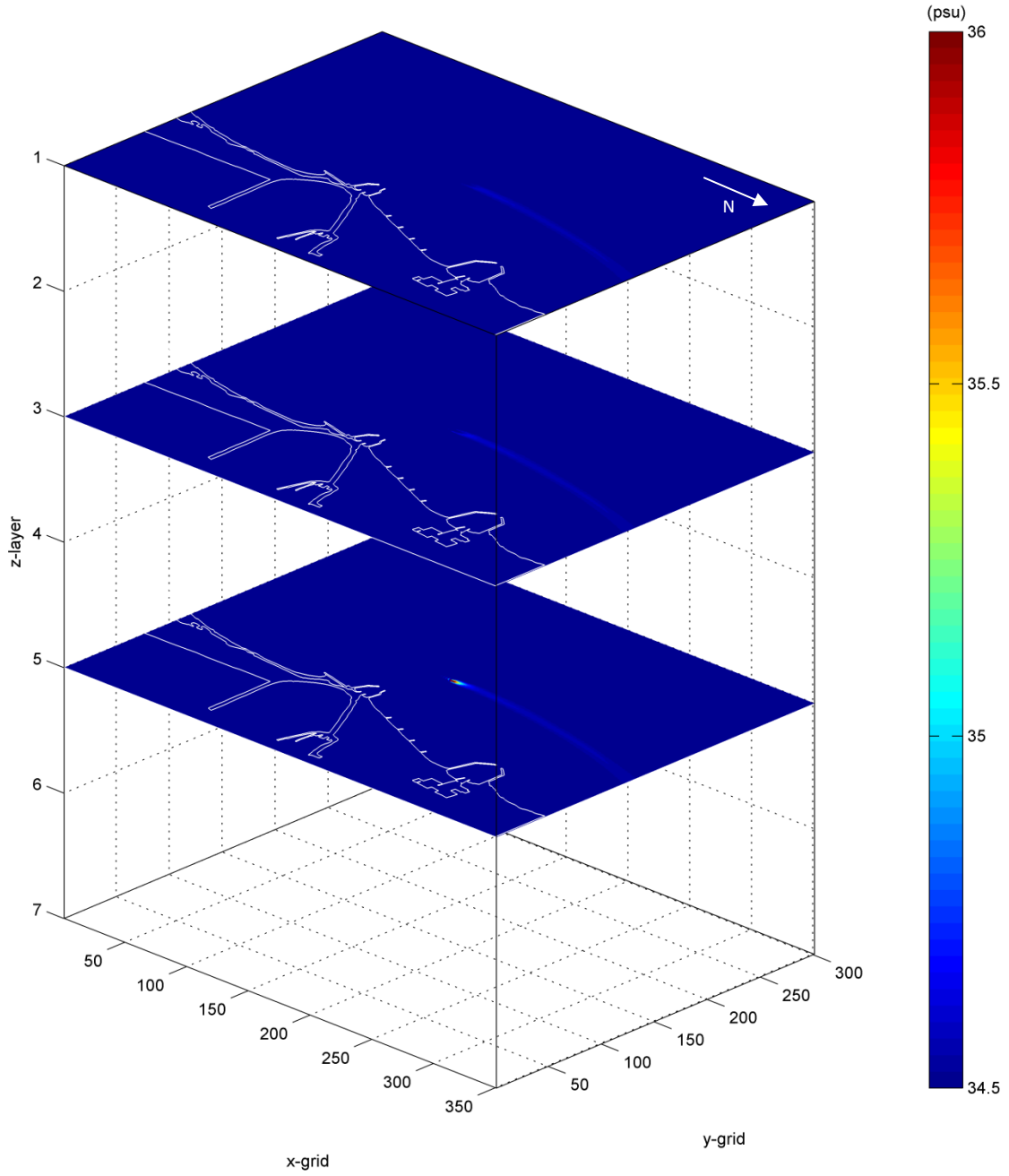
表 4-10　鹵水排放口座標與排放條件

排放口	Site 1 TWD67座標 (x,y)	Site 2 TWD67座標 (x,y)	產水量10萬CMD		產水量20萬CMD	
			排/抽水量 (CMD)	鹵水濃度 (psu)	排/抽水量 (CMD)	鹵水濃度 (psu)
1	152394.92 2565708.21	151926.97 2565887.20	44245.75	55	88491.75	55
2	152399.38 2565722.53	151922.57 2565872.86	44245.75	55	88491.75	55
3	152403.89 2565736.84	151918.06 2565858.56	44245.75	55	88491.75	55
4	152408.30 2565751.18	151913.60 2565844.23	44245.75	55	88491.75	55
合計			176,983	--	353,967	--
取水口	153262.64 2565479.90		277,008	--	554,017	--
海域鹽度背景值			34.5 (psu)			
排放方式			24小時連續排放			

(二)模擬結果

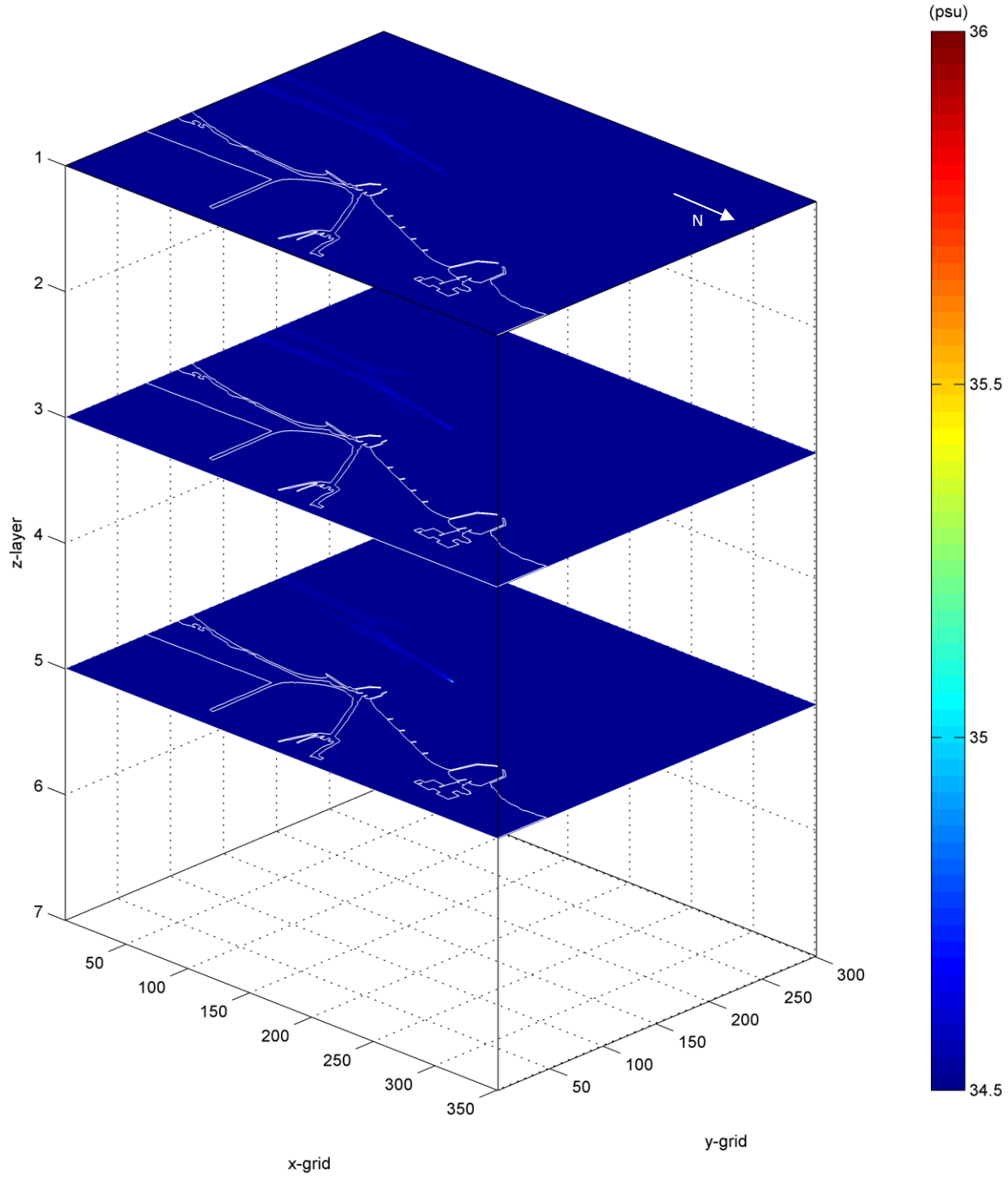
本計畫兩情境之模擬結果如圖 4-25、4-26 所示，情境一計算時排放口位置設置於 M2 模式之第 5 層，圖 4-25 呈現 M2 模式計算之三維鹵水於退潮時之擴散現象，由圖中可以看出鹵水排放後受到當地潮汐特性影響，漲潮時往北擴散，而退潮時則往南擴散。而模擬結果亦顯示，在靠近底層的鹽度相較於上層的鹽度來得高，此現象係鹽度密度比海水重所導致。圖 4-25 分別呈現第 5、3、1 層的空間鹽度分布圖，圖中可以觀察出鹵水在海底底部（第 5 層）排放後（如圖 4-26），其濃度分布在距離底部排放口 200 公尺處僅有約 34.75(psu)，其與背景值之增量僅有 0.7%；其影響範圍多半集中在距離排放口 100 公尺處，此處鹽度最大約為 34.85psu，與海域鹽度背景值之增量也僅有約 1.0%。在較淺水層之鹽度擴散現象進行觀察，其影響較小。

情境二係計算時排放口位置設置於 M2 模式之第 5 層，圖 4-25 呈現 M2 模式計算之三維鹵水於退潮時之擴散現象，其結果與情境一相同，鹵水排放後受到當地潮汐特性影響，漲潮時往北擴散，而退潮時往南擴散。圖 4-25 分別呈現第 5、3、1 層的空間鹽度分布圖，圖中可以觀察出鹵水在海底底部（第 5 層）排放後（如圖 4-26），其濃度分布在距離底部排放口 200 公尺處僅有約 34.65(psu)，其與背景值之增量僅有 0.4%；其鹽度分布在距離底部排放口 100 公尺處最大值僅有約 34.75(psu)，其與背景值之增量僅有 0.7%；其影響範圍多半集中在距離排放口 100 公尺處。在較淺水層之鹽度擴散現象進行觀察，其影響較小。



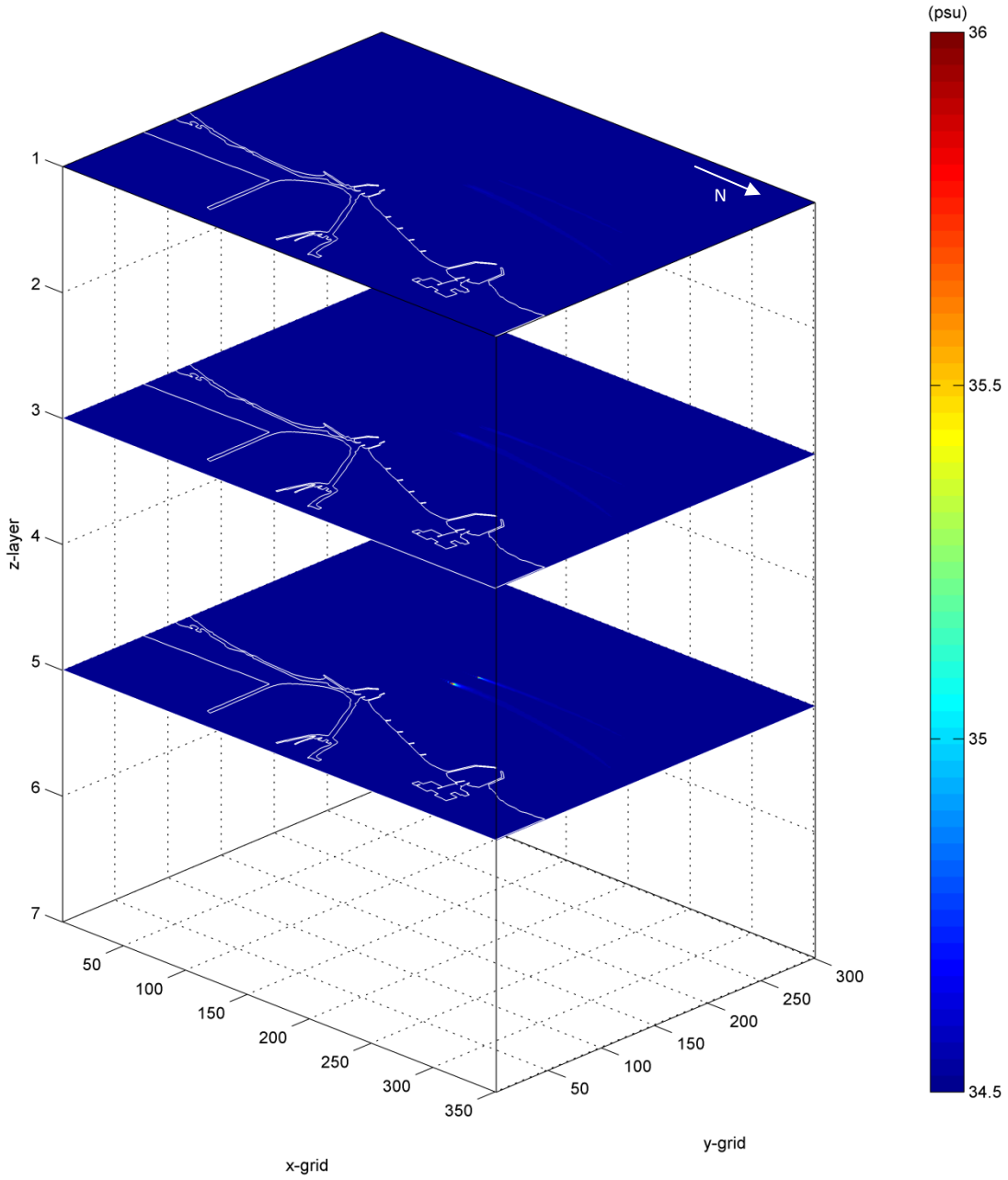
(情境一 漲潮時)

圖 4-25 M2 模式模擬將軍及七股海域鹽度擴散圖（1/2）



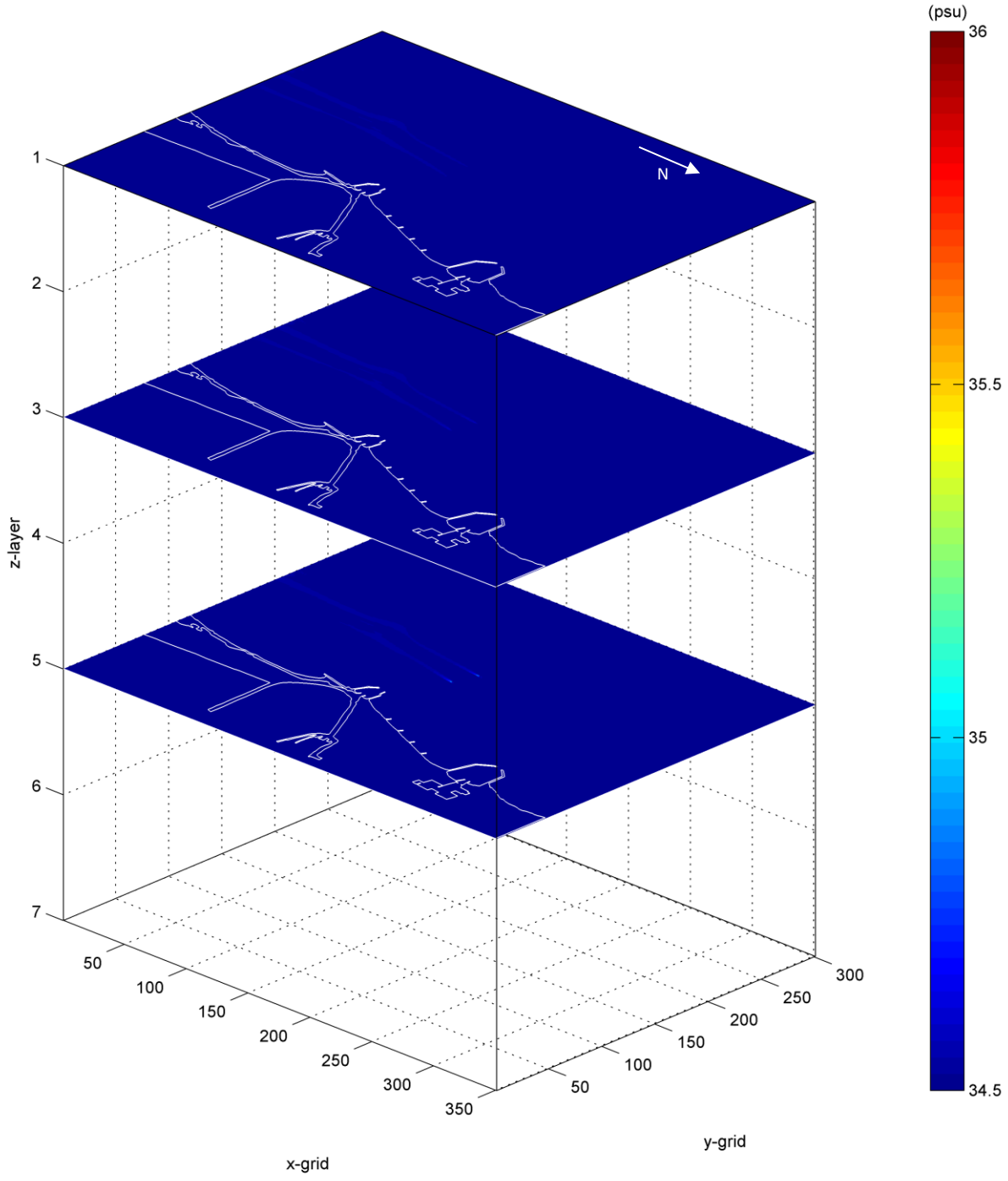
(情境一 退潮時)

圖 4-25 M2 模式模擬將軍及七股海域鹽度擴散圖（1/2）



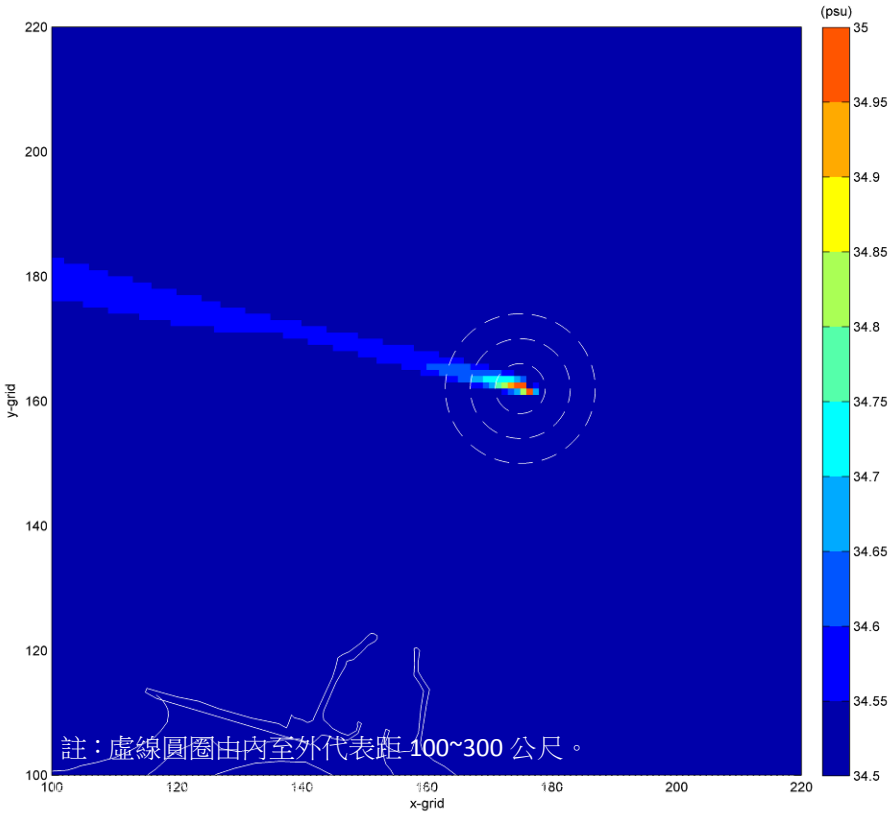
(情境二 漲潮時)

圖 4-25 M2 模式模擬將軍及七股海域鹽度擴散圖（2/2）

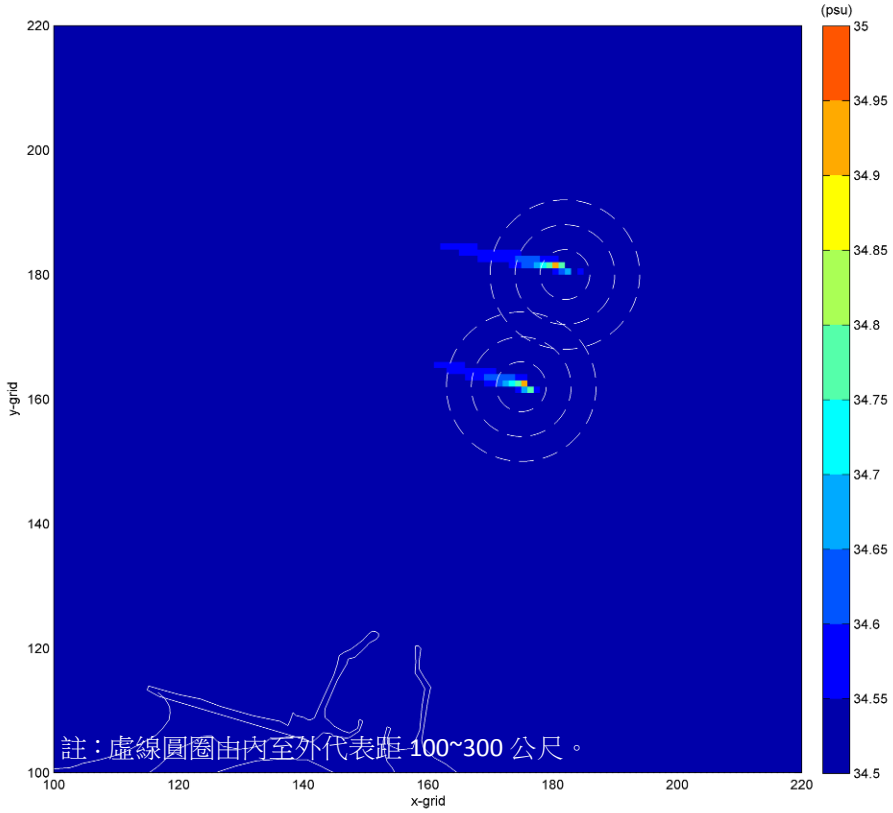


(情境二 退潮時)

圖 4-25 M2 模式模擬將軍及七股海域鹽度擴散圖（2/2）



(情境一)



(情境二)

圖 4-26　將軍及七股海域退潮時第 5 層鹽度擴散圖

(三)模擬結果討論

1、與實測海況資料比較下，二維與三維水動力模式在與實測海況資料比較下，均能夠合理地重現當地海域流場特性。模擬結果顯示，漲潮時海域流況向東北，退潮往西南之區域，整體海流流向大致平行海岸線，與實測海況相符。此結果有助於瞭解當地海潮流動力因素對於鹵水擴散之影響。

2、三維鹵水擴散模擬結果顯示，不論是情境一與情境二所排放之鹵水，其擴散方向均以西南-東北向為主，此與當地海流特性係有關。位處於青山漁港外海處之取水口與基地南側七股潟湖受到鹽度擴散之影響也十分有限。另受限於網格大於排放豎管間距總和之限制，豎管排列方式於模擬成果並無法呈現差異。

3、在情境一與情境二之模擬結果，其鹽度影響多半集中於底部，在情境一距離排放口 200 公尺處僅有約 34.75 psu（增量僅有 0.7%），其影響範圍多半集中在距離排放口 100 公尺處，此處鹽度最大約為 34.85psu（增量也僅約 1.0%）；情境二距離排放口 200 公尺處僅有約 34.65psu（增量僅有 0.4%），其影響範圍多半集中在距離排放口 100 公尺處，此處鹽度最大約為 34.75psu（增量僅有 0.7%）。兩情境在較淺水層之鹽度擴散現象進行觀察，其影響較小。

4、情境一與情境二相互比較下，情境二因為多一組排放口，可分擔鹵水排放量，加以排放口位置更屬於深水區域，海流流速較大，相對稀釋能力較優異，惟其要負擔與維護的建造成本增加，後續設計階段應視現況需求配置。

5、本計畫鹵水模擬僅進行單一事件模擬，主要係瞭解本計畫鹵水排放影響範圍，並無考慮鹵水鹽分累積效應；惟參考金門海淡於鄰近海域水質監測成果，其海水鹽度並無明顯累積增加情形，惟海水淡化廠營運階段建議仍持續監測，方可瞭解現況以便及早應對。

三、取、排水管線佈設規劃檢討

(一)管材選用

目前海底輸水管通常採用的管材種類有鑄鐵管、塑膠管、鋼管及混凝土管等 4 種，其主要用途有：(1)原油或成品油輸送，(2)天然氣輸送，(3)發電廠冷卻水之取水及排放管，(4)養殖場用水取水管，(5)污水海洋放流管，(6)海底輸水管線，(7)深層海水取水管。其中(1)~(2)項多採用小口徑之鋼管或可撓性管，(3)~(6)項多採用鋼管、混凝土管、FRP 管或 HDPE 管，第(7)項則多採用 HDPE 管或 HDPE 管外纏繞鋼線強化與加重，其特性分述如下。

1、鑄鐵管

鑄鐵管一般可分為灰口鑄鐵管（Gray Cast Iron Pipe，GCIP）與延性鑄鐵管（Ductile Iron Pipe，DIP）等。前者含硫量較高，但無延展性且不能焊接。延性鑄鐵管抗腐蝕性佳，具延展性及抗衝擊性。鑄鐵管於輸送污水時易生鏽瘤，故一般均於內部加襯水泥砂漿，以減少生鏽機會。若內部加襯適當之防蝕襯裏，如樹脂（epoxy resin）或聚乙烯(PE)，增強防蝕能力，可為良好管材；但耐久性不佳，一旦內層剝離，將造成阻塞及維護困擾。此外，使用鑄鐵管工程費用太高為其缺點，每支單管長度短（最長為 6 公尺），接頭過多，增加滲漏機會，且施工方法選擇亦受限頗大。

2、鋼管

鋼管較鑄鐵管重量輕、運輸方便、施工較容易。價格較球型石磨鑄鐵管便宜，主要缺點為容易腐蝕，尤其在海水中更為嚴重，因此管內部及外部須作適當之防蝕處理（通常須於鋼管外部以煤焦油塗佈，另加工至三層之玻璃布包覆，內部除以聚乙烯（PE）、純樹脂（pure epoxy）或聚氯乙烯（PVC 作襯裡外，另須加以陰極防蝕處理），以確保其使用年限。

另為避免貝類或海藻附著於管壁，可在管內熔襯 HDPE 予以改善。優點為連接製作施工方便，故一般多常使用，但施工

時需克服海水浮力、波浪及避免完工後受海流及波浪影響，須在鋼管外側包裹混凝土增加重量，以求穩定。

3、混凝土管

混凝土管可分為鋼筋混凝土管與預力混凝土管，後者多使用於高壓管線，管長約 2.5 公尺，惟因接頭太多，海上施工不易。但混凝土管對海水及海洋中有機物具有抵抗性，故一般小口徑及較小工程可採用，對於防止管中輸送之水體腐蝕內壁，可採抗酸性水泥。另為增加水密性及內壁光滑，可以環氧樹脂或其它塗料作為內襯，以增加耐久性。

4、塑膠管

塑膠管使用於海底輸水多以玻璃纖維強化塑膠管(GFRP)、高密度聚乙烯管（HDPE）材質為主，分述如下：

(1)玻璃纖維強化塑膠管（GFRP）

GFRP 特色為重量輕（比重約 1.8），對於酸、鹼、海水、鹽風等抗腐蝕能力強，不需內襯或外包覆處理或陰極防蝕處理，管內壁光滑且不覆著生物，有利流體輸送。國內目前可製造的最大管徑可達 2000 毫米，長度可依實際需要及運具能力調整。缺點為施工中須克服水中浮力及波浪力，故需增加輔助重量或直接固定於海床，近年 FRP 產業因大量使用溶劑而受環保人士排斥。

(2)高密度聚乙烯管（HDPE）

HDPE 管其化學組成僅含碳及氫，可回收，完全燃燒後亦僅產生 CO_2 及 H_2O，對於酸鹼等化學物質具抗腐蝕性，並不與鹽水產生作用，其材質耐撞且具撓性，故目前管路設計亦常採用 HDPE 管。目前國內製造大管徑可達 630 毫米，設置時須克服水中浮力，增加輔助重量（如配重塊）或固定於海床。其最大特色在於比重最輕（比重約 0.95）、施工方便，接合採用熔接方式穩定安全，接合後之強度與原體相同，免去未來可能之維修問題。

各管材質與綜合評析詳表 4-11，過去海底管線大部分皆使用鋼管，其因易受海水腐蝕，需加工加襯水泥砂漿，以減少生鏽，且工程費用高，接頭過多滲漏機率高，近年海底輸水管線大多改以 HDPE 管為主，其最大特色在於比重最輕（比重約 0.95）、施工方便，接合採用熔接方式穩定安全，接合後之強度與原體相同，免去未來可能之維修問題，但設置時須克服水中浮力，增加輔助重量或固定於海床，綜合上述，本年度檢討取排水管材，建議修正前期規劃鋼管為 HDPE 管。

表 4-11　管材性質與綜合評析表

管材	鑄鐵管	不鏽鋼管	混凝土管	塑膠管		
				HDPE	GFRP	PVC
單位長度	6M	5~10M	2.5M	10M 以上	6~10M	6~10M
接頭型式	機械式 法蘭式	焊接 法蘭式	膠圍接頭	熱熔對接	機械、法蘭 對接、承插	膠接 承插包裹
內部特性	表面不光滑	光滑	表面不光滑	光滑	粗糙	光滑
強度	剛性	略具撓曲性	剛性	具撓性	稍具撓曲性	稍具撓性
使用年限	30 年 （需防蝕）	30 年 （需防蝕）	30 年 （不需防蝕）	50 年	30 年	20 年
防蝕措施	內外均需	內外均需	不需要	不需要		
施工方法	分節吊放	拖曳沉埋 分節吊放	分節吊放	完成全線後拖曳沉埋， 須配重抗浮及安靜水域供接管		
施工工期	最長	較短	較長	最短		
維護	不易	不易	不易	易	不易	不易
抗地震力	佳	佳	接頭易鬆動	最佳	佳	不佳
綜合評析	—	建議採用	—	—	—	—

資料來源：「台南海水淡化廠可行性估規劃－工程可行性規劃」，經濟部水利署水利規劃試驗所。民國 100 年。

(二)管線佈設規劃檢討

1、管線佈設方式

岸上端設置取水井，以直接揚水方式通過取水管抽取海水；取排水管線依據以下兩種情境佈設。

(1)情境一：一次施作每日 55.4 萬立方公尺取水管線，每日 35.4

萬立方公尺排水管線。

A、海域段

取排水管路採分離管溝，佈設斷面詳圖 4-27。取水管溝內部佈設一條取水管(φ＝2,650 mm，管長 600 公尺)，排水管溝內部佈設一條排水管(φ＝2,100 mm，管長 1,500 公尺)。

B、陸域段

取排水管路採共同管溝，即只設置一條管溝，佈設斷面詳圖 4-28。佈設一條取水管(φ＝2,650 mm，管長 2,940 公尺)及一條排水管(φ＝2,100 mm，管長 2,940 公尺)。

(2)情境二：分二期施作，各分別為每日 27.7 萬立方公尺取水管線，每日 17.7 萬立方公尺排水管線。

A、海域段

海域段採四條管溝分期平行設置，佈設斷面詳圖 4-29。第一期設置二條管溝，取水管溝內部佈設一條取水管(φ＝1,900 mm，管長 600 公尺)，排水管溝內部佈設一條排水管(φ＝1,500 mm，管長 1,500 公尺)；第二期平行設置另外二條管溝，取水管溝內部佈設一條取水管(φ＝1,900 mm，管長 600 公尺)，排水管溝內部佈設一條排水管(φ＝1,500 mm，管長 2,000 公尺)。

B、陸域段

陸域段採共同管溝分期設置，佈設斷面詳圖 4-30。第一期設置一條管溝，佈設一條取水管(φ＝1,900 mm)與一條排水管(φ＝1,500 mm)；第二期於同一管溝佈設另一條取水管(φ＝1,900 mm)與另一條排水管(φ＝1,500 mm)。

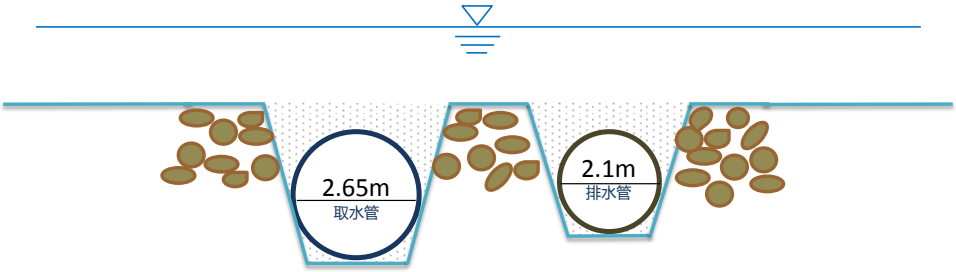
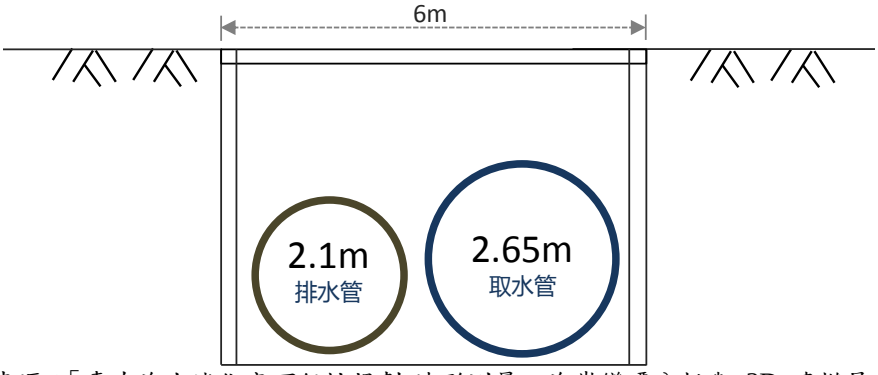


圖 4-27　海域段管線一次開發斷面示意圖



路寬參考來源：「臺南海水淡化廠可行性規劃-地形測量、海岸變遷分析與 3D 建模展示」，經濟部水利署水利規劃試驗所，民國 104 年。

圖 4-28　陸域段管線一次開發斷面示意圖

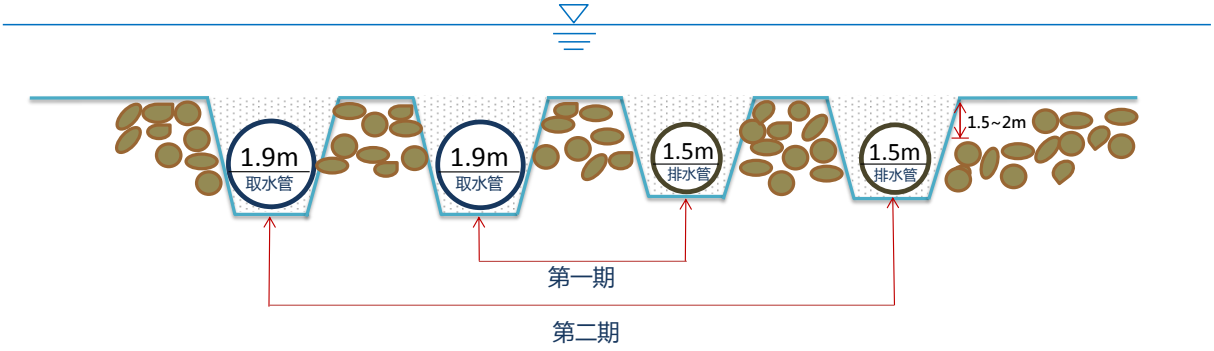
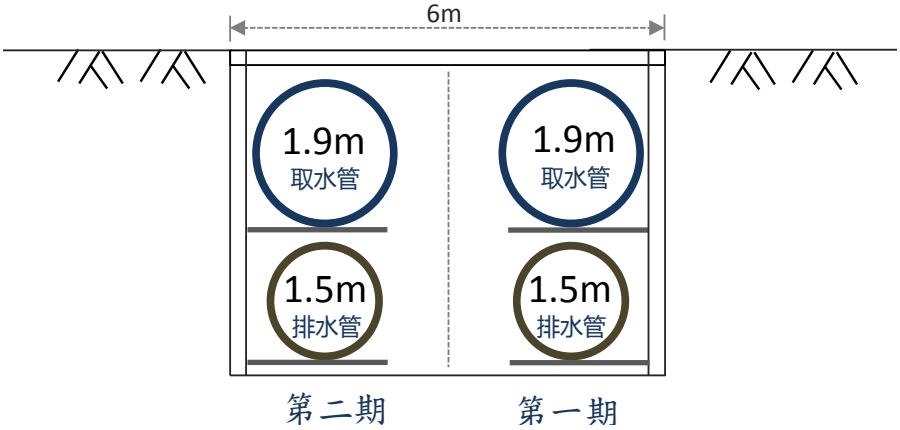


圖 4-29　海域段管線分期開發斷面示意圖



路寬參考來源：「臺南海水淡化廠可行性規劃-地形測量、海岸變遷分析與 3D 建模展示」，經濟部水利署水利規劃試驗所，民國 104 年。

圖 4-30　陸域段管線分期開發斷面示意圖

2、管線埋設規劃

(1)近岸段管線埋設方式（碎波段）

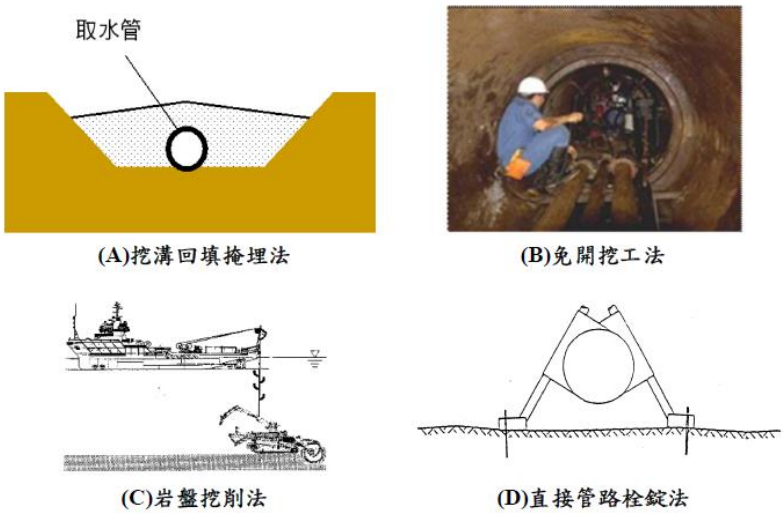
近岸管線施工主要有挖溝回填掩埋法、開挖工法、免開挖工法、岩盤挖削法及直接管路栓錠法等方式，如圖 4-31。近岸段管路施工對一般砂礫質海床可使用挖溝機、抽砂船或抓斗船等船機採挖溝回填掩埋方式，施工成本低，惟受天候影響大，有時工程進度不易控制；為避免海氣象影響施工以確保工期進度可使用免開挖工法(包括推進工法、潛盾工法、水平導向鑽掘工法等)，惟施工成本較高；遇堅硬底質海床可採岩盤挖削法(施工成本較昂貴)，或直接管路栓錠法(適合小管徑，且須作防蝕處理保護，影響附近漁船作業）等。

考量海岸侵蝕問題，近岸埋設管路應避免曝露至海床上受浪流作用，建議灘線附近管路埋深至少 2 公尺，碎波帶內埋深至少 1 公尺。離岸部分則依海床地形鋪設至排水點，因取排水管舖設範圍偏屬砂礫海床，免開挖工法施工雖具有效率高、對海床表面環境影響小等優點，但因成本昂貴、地質條件要求高等限制，故本年度檢討後建議採挖溝回填掩埋方式埋設管路，施工成本較低。如遇岩盤地質可直接以鑽頭切開岩盤，或以爆破炸開岩盤方式進行挖溝。

於國內可參考塭豐海水供應系統取水管海域段設置經驗(取水管 φ＝2,000 mm，海域段管長 1000 公尺)(圖 4-32)。本案例取水海域管道自離堤岸邊餘約 1 公里處、海平面下約 9 公尺處採取新鮮海水，於穿越塭豐海堤後接送至海水供應站，所取用之海水為供應漁業養殖使用。取水管海域段埋設採用明挖直埋方式施工，管道位置所需浚挖土方約 18 萬立方公尺，海域取水鋼管每支長度為 24 公尺，吊放前先於陸上進行預組，僅於第 1 次吊裝時以 3 支管為 1 單元，後續考慮施工機具吊裝能量及海上施工性問題，以 2 支為 1 單元，共分 20 次施放至海中完成定位接管。

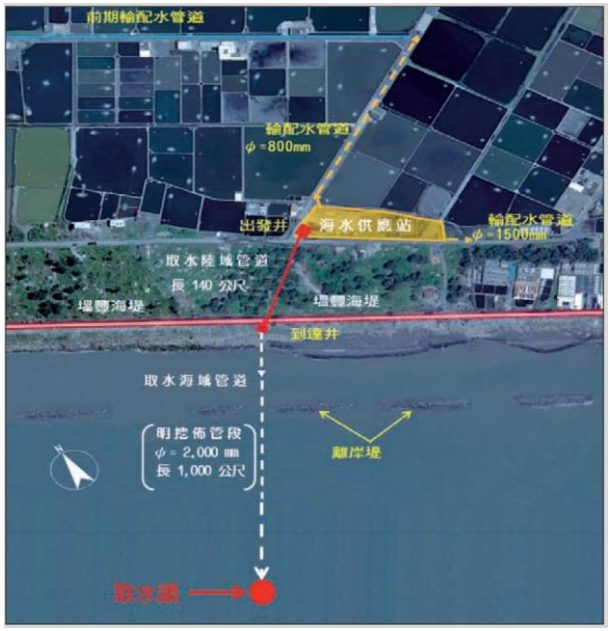
(2)陸域段管線埋設方式

陸域段管線埋設工法須考慮經濟長度及深度，管線於通過排水路時，可採架設水管橋工法施作，一般段則以明挖埋管方式施工，對於人口聚集之交通要道或無法遷移之地上物段則採用推管工法進行。為考量施工操作時之震動變位問題，則需於施工回填時須確保管身外圍有 30 公分以上之回填砂以吸收振動變位能量。



資料來源：臺南海水淡化廠可行性規劃－工程可行性規劃(2)，經濟部水利署水利規劃試驗所，民國 101 年 12 月

圖 4-31　取排水管線施工法



資料來源:「塭豐生產區海水統籌供應系統之興建」，臺灣世曦工程顧問股份有限公司，中華技術專題報告，2014 年 10 月

圖 4-32　塭豐海水供應取排水工程設施佈置圖

3、開發方式評估

前期規劃取排水路線為臺南海水淡化廠規劃廠址西側沿南 25-1 轉至扇形鹽田南側約 6 公尺寬道路，並沿青山漁港北側防坡堤 50 公尺範圍線布設海域段；本計畫沿用前期規劃路線，並考量海水淡化廠依前述章節規劃採分期開發，加以評估取排管開發方式。

以風險面而言，取排水管採一次開發，如遭遇取排水管段發生狀況或是管段本身需維修，則風險較採分期開發高，屆時海水淡化廠兩期皆無法正常取排水；另因取排水管於海域段部分，海域段之侵淤變化、波浪、潮汐及海流等因素變化較難以預測且如遭遇不可抗力之因素，僅設置單一取排水管線風險過高。如以營運面來說，如海水淡化廠分期後為不同興辦及營運主體，若取排水管為一次開發，則兩期海淡廠共用同一取排水管，而兩者之操作維護方式如有異，則權責將難以釐清，營運管理亦較為困難。

以工程面來說一次開發之取排水管徑合計為 4,750mm，經查另案「臺南海水淡化廠可行性規劃-地形測量、海岸變遷分析與 3D 建模展示」(經濟部水利署水利規劃試驗所，民國 104 年)，扇形鹽田南側路段寬度約 6 公尺，施工空間僅剩 1.25 公尺左右；如採分期施作最大管徑寬度為 3,800 mm，施工空間尚餘 2.2 公尺左右，較為充裕。另以技術面說明，因海水淡化廠分兩期開發，因其供水對象及需水期程、需水期間不同，第一期以供應公共給水，需水時程較早，供應期間以枯水期為主；而第二期以專管供應工業區為主，需水時程較晚，用水量固定；如以一次開發，然產水之需求量於初期並未達每日 20 萬立方公尺，將造成不必要之營運浪費。

本計畫將上述相關比較彙整於表 4-12，取排水管依據分期施作及一次開發比較，在海水淡化廠以分期開發之前提下，建議以取排水管以分期施作為建議方案。

表 4-12 取排水管開發方式比較

評估面向	分期施作 （取排水依分兩期， 取水管與排水管各為兩管)	一次開發 （取排水管單期開發， 取水管及排水管各一管）
取水量	各期為每日 27.7 萬立方公尺	單期每日 55.4 萬立方公尺
排水量	各期為每日 17.7 萬立方公尺	單期每日 35.4 萬立方公尺
管徑	取水管§1900 mm ×2 排水管§1500 mm ×2	取水管§2650 mm ×1 排水管§2100 mm ×1
陸域段長度	2,940 公尺	2,940 公尺
取水管 海域段長度	600 公尺	600 公尺
排水管 海域段長度	第一期 1,500 公尺 第二期 2,000 公尺	1,500 公尺
風險面	可分攤取水風險，避免阻塞時無法取水；而分期開發排水管段，可設置不同排放距離之排放頭，降低集中排放之風險。另因取排水管海域段之侵淤及波潮流變化較難以預測及多變，故取排水管運作風險較高，分兩期設置可降低風險。	如遇斷管或管線維修狀況下，風險較分期開發高出許多，將面臨無法取水之狀況，兩期海水淡化廠亦皆無法供水。
營運面	可分開操作營運，如兩期海水淡化廠為不同興辦及營運主體，可各自針對其需求管理。	如兩期海水淡化廠為不同興辦及營運主體，權責難以釐清，營運管理較困難。
工程面	分期設置，各單一管徑較一次開發小，施工較為容易。	單一管徑大，施工及後續維護困難。
操作面	可視需水量分開操作。	第二期需求水量期程未明確，豐枯期需求水量亦不同，惟須維持固定取水量尚可維護取排水正常運作，將浪費動力於輸送不必要之取排水量。
建議方案	建議採用	

4、工程經費

取排水管依分期開發時工程費用詳表 4-13；經本年度檢討，主要修正部分包括管材、管徑、管長、取水井、取水排水加壓設備、海域開挖工程及取水頭工程，預估取排水設施直接工程費用第一期共需 11.55 億元、第二期需 11.89 億元，第二期較第一期費用多約 0.34 億元，二期平均費用為 11.72 億元，較前期規劃取排水工程費用 16.43 億元少約 4.71 億元。其主要原因為民國 101 年規劃取水工程為滲流式取水工，民國 102 年規劃之取水工程係改為開放式取水工，惟取水工程經費（取水井）仍沿用民國 101 年規劃工程經費，導致工程經費較為保守。

表 4-13 本年度取排水分二期規劃直接工程經費比較

項次	品 名	第一期				第二期			備註
		單位	數量	單價（元）	總價（元）	數量	單價（元）	總價（元）	
一、	HDPE 管 (1,900 mm)	M	3,661	95,000	347,795,000	3,661	95,000	347,795,000	修正[註1]
二、	HDPE 管 (1,500 mm)	M	4,119	70,000	288,330,000	4,619	70,000	323,330,000	註 2
三、	取水井	式	1	43,400,000	43,400,000	1	23,400,000	23,400,000	修正[註3]
四、	排水加壓設備	式	1	13,200,000	13,200,000	1	13,200,000	13,200,000	修正[註4]
五、	雙管線埋設工程	M	597	50,000	29,850,000	597	40,000	23,880,000	修正[註5]
六、	推進施工費	M	2,222	90,000	199,980,000	2,222	90,000	199,980,000	
七、	短型推進坑	座	20	600,000	12,000,000	20	600,000	12,000,000	
八、	水管橋工程	座	1	85,000,000	85,000,000	1	85,000,000	85,000,000	
九、	路面修復費	M	2,819	8,060	22,721,140	2,819	8,060	22,721,140	
十、	近岸段開挖工程	M	2,200	50,000	110,000,000	2,700	50,000	135,000,000	註 6
十一、	取水頭工程	式	1	1,000,000	1,000,000	1	1,000,000	1,000,000	修正[註7]
十二、	排水頭工程	式	1	1,200,000	1,200,000	1	1,200,000	1,200,000	
總計					**1,154,476,140**			**1,188,506,140**	

註 1：原鋼管修正為 HDPE 管，原管徑 1,750 mm 修正為 1,900 mm，原管長 3,561 公尺修正為 3,661 公尺。

註 2：原鋼管修正為 HDPE 管，原單價 70,604 元修正為 70,000 元，第二期管長增加 500 公尺。

註 3: 第一期施作全期取水井土建(20,000,000 元)及 18 台取水泵(23,400,000 元)共 43,400,000 元;第二期只增加等量取水泵即 23,400,000 元（前期每日 10 萬立方公尺滲流式取水井含土建及抽水泵價格共 330,000,000 元，本計畫修正為開放式取水井土建價格 10,000,000 元，全期每日 20 萬立方公尺則為 20,000,000 元）。

註 4：原價格 275,000,000 元修正為 13,200,000 元（含排水加壓泵 12 台）。

註 5：因第一期管路埋設深度較深，原第一期管線埋設單價 40,000 元增加為 50,000 元。

註 6：第一期開挖工程單價 30,000 元修正為 50,000 元。第一期原管長 2,100 公尺修正為 2,200 公尺, 第二期管長再增加 500 公尺。

註 7：原價格 800,000 元修正為 1,000,000 元。

四、輸水方案規劃檢討

(一)規劃原則

海水淡化廠之輸水管線規劃工作流程如圖 4-33，輸水工程規劃主要考量輸送距離、動力揚程、沿線地形、地下管線以及交通影響等因子。輸水路線選擇之初步考量條件為經濟因素，除考量輸送至目的地距離長短外，高程亦影響營運期間輸送動力費；惟地方意見亦是重要考量因素，民眾請願及抗爭將嚴重影響工程期程的進展，除應建立合理的回饋補償機制外，還需加強與地方的溝通協調。配管工程主要的環境影響應為施工期間的環境衝擊，應盡量避免經過古蹟、文化遺址或保護動物棲息地。另為避免用地徵收妨礙工程進展，應以埋設既有道路下方或公有地為優先考量。本工程可能管線行經路線之選線工作，將參酌下列具體原則進行：

1、全線應盡量配合道路埋設，以便日後維修及減少管路用地取得之困擾。

2、考量沿線土地使用現況及計畫用地取得之難易。

3、考慮管線埋設經濟性，儘量以明挖施工為主，次以推進及潛盾施工為輔，工期亦較易掌握。

4、考慮管線採明挖埋設施工，需要施工寬度約介於 1.8~3.0 公尺，為降低施工對交通影響，盡量選用路寬 10 公尺以上道路，做為埋管路線。

5、應盡量避免地質欠佳地區，以免因沉陷造成管線漏水或爆管。

6、對沿線環境衝擊影響務求減至最低，諸如沿線建物、居民及交通之影響。

7、沿線路線應盡量避免穿越巨形地下結構物，如箱涵及管路（如：雨水箱涵及污水下水道等）等，並儘量避免與之併行埋設。

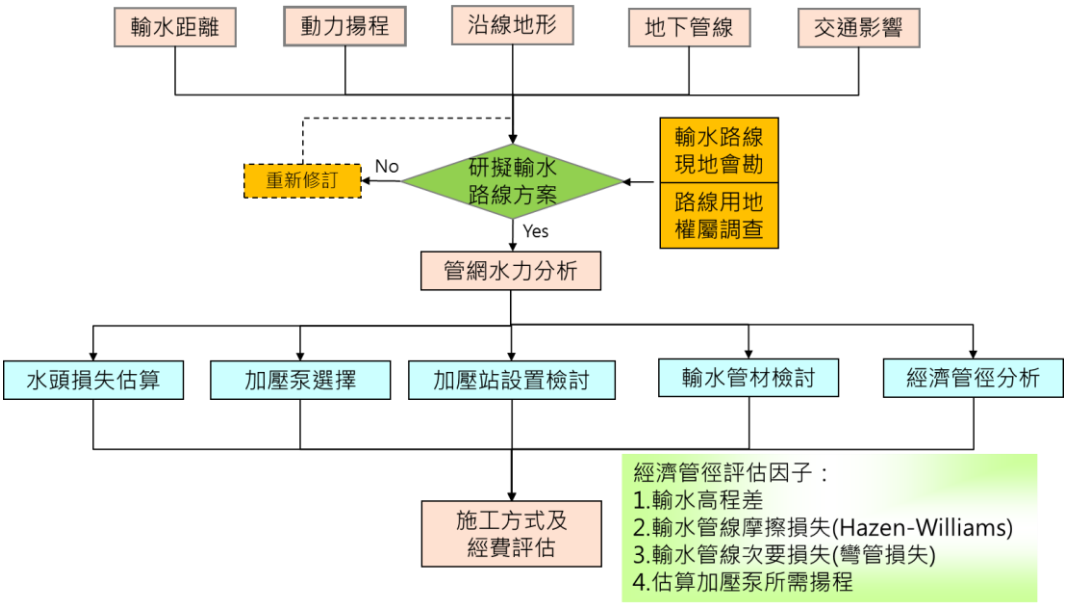


圖 4-33　輸水管線規劃流程圖

(二)供水方式

針對臺南海水淡化廠之供水方式，有專管供應及併入自來水管網二方案可供考量。專管供應用水戶之優點為供水對象及水質需求明確，且提供針對用水大戶供水穩定水源，不受雨季豐枯期影響，亦減少民生用水及農業用水使用影響；淡化水由海淡廠經輸水管線送至用水戶配水塔後使用，管理較為容易，簽訂購水合約後由用水戶支付海淡廠營運費用與現行水價差距。惟海淡水主要供給目的為多元水資源開發政策，海淡水質仍應符合環保署所訂定之飲用水水質標準。過去曾有半導體廠商對海淡水中含硼量存有疑慮，乃因為半導體電子廠超純水處理單元係以自來水做為水源進行設計，如改用海淡水則須修正處理單元，並減少用水戶支出與現行水價差距之意願。

近年來經濟部水利署為採用多元化水源，降低區域供水風險，並重新調整海水淡化廠供水思維，亦有將海淡水併入自來水管網系統統一調配之供水策略，以就近供給鄰近地區之生活及工業用水。海淡水供水對象不再受限於單一用水戶，用水戶已擴大至公共給水，可分散區域供水之風險，提昇臺南整體水源供應及調度能力。然而海淡水併入自來水管網仍有其疑慮，一般經逆滲透薄

膜處理後之海淡水其 LSI（蘭氏飽和指數）<0，對於自來水輸配水管線如鑄鐵管、延性球狀石墨鑄鐵管之內面溶出 CaCO3(S)，造成內襯水泥保護膜變薄，增加金屬受腐蝕機會，故必須進行再礦化 (remieralization)，藉由提高海淡水中 HCO3-及 Ca2+之含量，使 LSI 值維持在±1 之間，可有效避免積垢沈澱或腐蝕管材之情形，此方法已由國外海水淡化廠實際操作證實其技術純熟可行。本計畫亦將此兩供水方案就法律面、技術面、經濟面、社會面及環境面等面向進行評析說明如表 4-14 所示。

臺南海淡廠之規劃由民國 91 年開始歷經「現階段海水淡化推動計畫（1/2）」（91 年）、「台南海水淡化廠調查規劃」（96 年）、「台南海水淡化廠可行性規劃－工程可行性規劃」（100 年）、「臺南海水淡化廠可行性規劃－工程可行性規劃(2)」（101 年）及「臺南海水淡化廠可行性規劃－海域環境調查及計畫推動」（102 年）評估至今，輸水路線訂定歷經許多方案，由於各期評估內容之海淡廠位置、開發規模及供水對象等不盡相同，茲將各期規劃及經費表列於表 4-15 中，各方案輸水路線標於圖 4-34；而 96 年度海淡廠方案評估位於臺南科技工業區，與現行規劃區位不同，故路線及海淡廠位置不列於圖中顯示比較。

民國 100 年起，臺南海淡廠開發規模為 10 萬 CMD，各方對於輸水路線及併入方式有諸多不同見解，後續輸水路線之訂定仍視實際需求而訂。

民國 103 年度所規劃建議路線依據工程計畫可行性、土地取得性、併入營運操作之可行性及去化之可行性綜合評論，如以直接併入既有自來水系統，需留意壓力提升易導致管線爆管之問題，於混合比例控制上需留意。

表 4-14　海淡水供水方式評析說明

		專管專用	併入自來水管網
法律面		兩種供水方式於管線埋設施工時皆須考量公路法、公共設施管線工程挖掘道路注意要點、臺南市道路挖掘管理自治條例等相關法令條文，另為預防及減輕開發行為對環境造成不良影響，應依據環評法實施環境影響評估	
技術面	管材選用	海淡水之 LSI 於後處理階段將控制與自來水類似，故專管或併入自來水管網之輸水管線可以 DIP 管（E.PVC）作為管材，應無腐蝕性之問題	
	施工方式	管線埋設皆需考量地下既有管線，避免影響未來施工埋管之可行性，依施工空間可採工法有明挖、推進或潛盾等	
	用地取得	專管輸水可直接引海淡水至廠區附近之新設配水池，再供應至用水戶，用地需求較小	依自來水公司要求，併管前海淡水需與自來水以 1：1 比例混合，所需混合池之用地較大
經濟面	用水成本	除海淡廠設置費用及操作費用外，尚須支付海淡廠專管設置之管線成本與營運成本，其費用將反應於水價由用戶端負擔，將擴大海淡水與現行自來水水價之差距，未來自來水價調升將有助於海淡廠推動	海淡水併入自來水管網後由自來水公司統一調度，經費包含海淡廠興建成本及營運成本。海淡水如併入自來水管線，主要以公共給水對象，將比照自來水水費收費
	耗水費徵收	水利署長期積極推動節水政策，在衡量合理用水與節水效益後，對用水密集產業規劃徵收「耗水費」，以促進水資源永續利用及促使大用水者節約用水，屆時，併入管網系統之用水成本將增加	
社會面	水質需求	若半導體廠商對海淡水水質（如含硼量）有特殊要求，需請廠商自行處理，以解決硼離子較高之問題，恐影響廠商使用海淡水之意願	海淡水需符合飲用水水質標準，可提供公共給水使用，海淡水如併入自來水管網與自來水混合，對於工業區半導體廠商用水意願將相較於專管專送高
	限水風險	海淡水透過專管方式輸水，可確保各用戶端能獲得穩定之供水，避免限水危機	另受極端氣候影響，近來降雨量偏少，如海淡水採併入管網系統方式輸水，廠商限水風險較大
環境面		輸水管線施工埋管之長度越長，對環境中之空氣污染、噪音、震動及交通等影響程度亦隨之越大	
興辦主體		海淡廠如由政府興辦，興辦方式有政府採購（工程採購、勞務採購、財務採購）及民間參與（BOT、BTO、OT），如採前者，興建與後續監督管理可由水利署或自來水公司統一調度，而後者，即是一種由民間投資財力、人力、技術，而政府出公權力（如協助土地徵收、取棄土及管線遷移、融資與稅捐優惠等方面）的合夥方式；海淡廠如由民間興辦，則有民間自提及民間自辦兩種，民間自提依據土地是否自有，興辦方式分爲 BOT 及 BOO，BOO 及民間自辦兩種興辦方式民間均具有海淡廠之擁有權，前者係透過透過特許競標機制興建海淡廠，而後者，民間單位不具有特許公司資格，海淡廠興建完成後，所產海淡水僅供自行使用，不得販賣獲利。	海淡廠如由政府興辦，興辦方式同左；如由民間興辦，由於不具特許公司資格之民間單位，所產海淡水僅供自行使用，不得販賣獲利，故併入自來水管網無法由民間自辦，僅可採民間自提之方式辦理此時如係政府土地，則只能採 BOT，而如為自有土地，則採 BOO，後續擁有海淡廠。民間自提方式之海淡水可併入自來水系統，即賣水給台水公司再轉售用戶。
海淡廠成本負擔		在現行水價尚未合理調整足以反應成本之前，如為提升使用者意願，興建費用可比照水資源開發計畫由政府負擔，營運費用則由用水廠商負擔；如考量中央政府財政及民眾觀感，海淡廠之興建及營運費用基於使用者付費原則，皆由用水廠商以支付水價之方式分攤，以避免圖利廠商、公平性之爭議。	海淡水以併入自來水管網方式輸送，除滿足用水廠商之用水需求外，亦可降低臺南地區之缺水風險，因此海淡廠之興建費用建議可由政府負擔，以提高用水廠商之使用意願。而海淡廠之營運費用如由用水廠商自行負擔，形成工業用水與生活用水之差別水價，較能提升工業用水廠商之節水意識，以符政府節水政策之推行；另營運費用與自來水水價之差額亦可透過協商或政策指示由臺水公司自行吸收或由政府負擔，用水廠商僅以比照自來水水價付費，惟此法較不符調高大用水戶水費負擔之社會多數共識，亦較容易造成民眾觀感不佳之問題產生。

表 4-15　臺南海淡廠-輸水路線比較表

年度	開發規模	廠址與面積	編號	供水對象與方式	輸水長度(km)	輸水管徑(mm)	計畫成本(含輸水路線成本)(億元)	輸水路線成本(億元)	單位供水成本(元/立方公尺)	方案說明	建議方案
民國91年	3萬CMD	將軍區鹽田，2公頃	1	專管供應南科園區	30.00	-	32.09	12.84	40.53	將軍鄉七股鹽場作為台南海淡廠預定廠址，為台鹽公司所屬之國有土地，具備鹽水排放鹽田減輕海域環境影響之優勢。民國 87 年台鹽公司也曾提出「台南水電鹽綜合廠專案投資計畫」，計畫於七股鹽場蒸發區興建 1 座包含汽電共生廠及海水淡化廠之綜合廠，汽電共生廠電力可提供淡化製程使用，淡化後濃鹵水作為鹽廠曬鹽原料，惟此計畫當時並未獲得經濟部國營事業委員會核可，而鹽田現況已無使用，鹵水排放鹽田減輕海域環境影響之優勢已不存在。	
			2	直接併入自來水系統，以交換用水方式供應南科園區	3.00	-	19.71	-	28.74		
			3	不含輸水路線成本	-	-	19.25	-	25.18		
民國96年	3萬CMD	臺南科技工業區，1.6公頃	4	專管供應南科園區	20.00	800	25.24	6.12	41.47	海淡廠後續營運管理交由特許公司負責；就專管方式供應南科而言，應由水利署、南科管理局、特許公司簽訂購水合約，由南科支付海淡廠營運費用與現行水價差距。	
			5	管線直接併入自來水系統，以交換用水方式供應南科園區	2.80		19.14	0.89	34.58	淡化水供應台南沿海地區生活用水，原供應之自來水則轉供應南科使用，相關水源調度工作由水公司負責。另在海淡廠操作營運費的差額仍由南科支付，並優先提供交換的水量，採用交換用水方式則可避免淡化水水質疑慮。	
			6	海淡水與自來水混合後再透過2.8公里管線直接併入自來水系統，以交換用水方式供應南科園區	2.80		20.41	2.12	36.07		
	10萬CMD		7	專管供應南科園區	20.00	1,200	58.9	9.56	35.40	同4，惟考量用水需求，以開發3萬噸為最終方案。	
			8	管線直接併入自來水系統，以交換用水方式供應南科園區	2.80		49.37	1.38	31.81	同5、6，惟考量用水需求，以開發3萬噸為最終方案。	
			9	海淡水與自來水混合後再透過2.8公里管線直接併入自來水系統，以交換用水方式供應南科園區	2.80		51.53	3.47	32.65		
民國100年	10萬CMD	將軍區鹽田，6公頃	10	輸水管線直接併入佳里自來水系統	9.70	1,350	84.55	7.21	30.90	單點併入，併入點須安裝三通閥，混合點壓力調控困難，自來水管瞬間壓力大容易爆管及漏水；沿途部分道路狹窄施工不易。	
民國101年			11	海淡水輸送至佳里混合池與自來水混合後再併入自來水系統	12.81	1,350	93.25	8.47	34.41	海淡廠廠區外新設混合池(佳里)，混合比2:1，惟將混合水無法去化，需再輸送至安南區管網並增建曾文溪水管橋6億（總經費99.25億元），另外佳里加壓站周邊私地佔多數，開發度高，空地不足，混合池尚需1.3公頃。	
民國102年			12	海淡水直接併入自來水系統（兩點）	15.50	1,000 1,200	87.46	13.56（含水管橋）	35.02	兩點併入，安南區網柳份重劃區及佳里區併入點須安裝三通閥，混合點壓力調控困難，自來水管瞬間壓力大容易爆管及漏水；沿途部分道路狹窄施工不易。	
民國103年			13	海淡水輸送至麻豆混合池與自來水混合後再併入自來水系統	26.55	1,500 1,200	98.14	21.12	37.86	淡化水至混合池與自來水混合比1:1，混合池預定地為農地取得較為容易，水量混合後有1/2會送至南科，南科如有除硼需求需自行添加設備。	√
			14	直接併入佳里自來水系統	9.30	1,500 1,200	76.68	5.32	33.87	直接併入自來水管線，佳里區水壓提高，現有配水管無法承受；佳里、學甲、七股、將軍及西港區直接使用海淡水；部分水量經混合後送南科，如有除硼需求需自行添加設備。	
			15	專管供應南科園區	27.20	1,200	87.15	13 (概估)	37.94 (概估)	參考91年度專管路線；專管供應時，南科要求海淡水硼達到標準才可接受使用，惟海淡廠僅處理至一般自來水標準；與方案4、7同，應由水利署、南科管理局、特許公司簽訂購水合約，由南科支付海淡廠營運費用與現行水價差距，水公司不負海淡廠及輸水之營運管理之責。	
			16	不含輸水路線	-	-	69.45	-	32.49	海淡廠不含輸水路線之計畫成本及單位供水成本。	

1. 各期計畫開發規模及淡化程序、工程費、運轉成本及利率不盡相同，故計畫成本及單位供水成本無法以同一基準比較；103年度方案係以102度方案為基準，計算建造營運及供水成本。
2. 考量海淡水去化，南科廠商對海淡水硼離子之要求及差額水價，過往方案對於推行專管專送南科窒礙難行；
   而直接併入自來水系統恐有水壓過高導致既有管線無法負荷及混合比較難控制等問題。
   故建議以新設混合池，使自來水及淡化水達1:1混合比例，並考慮混合池用地取得及施工難易度，以麻豆新設混合池為建議方案。

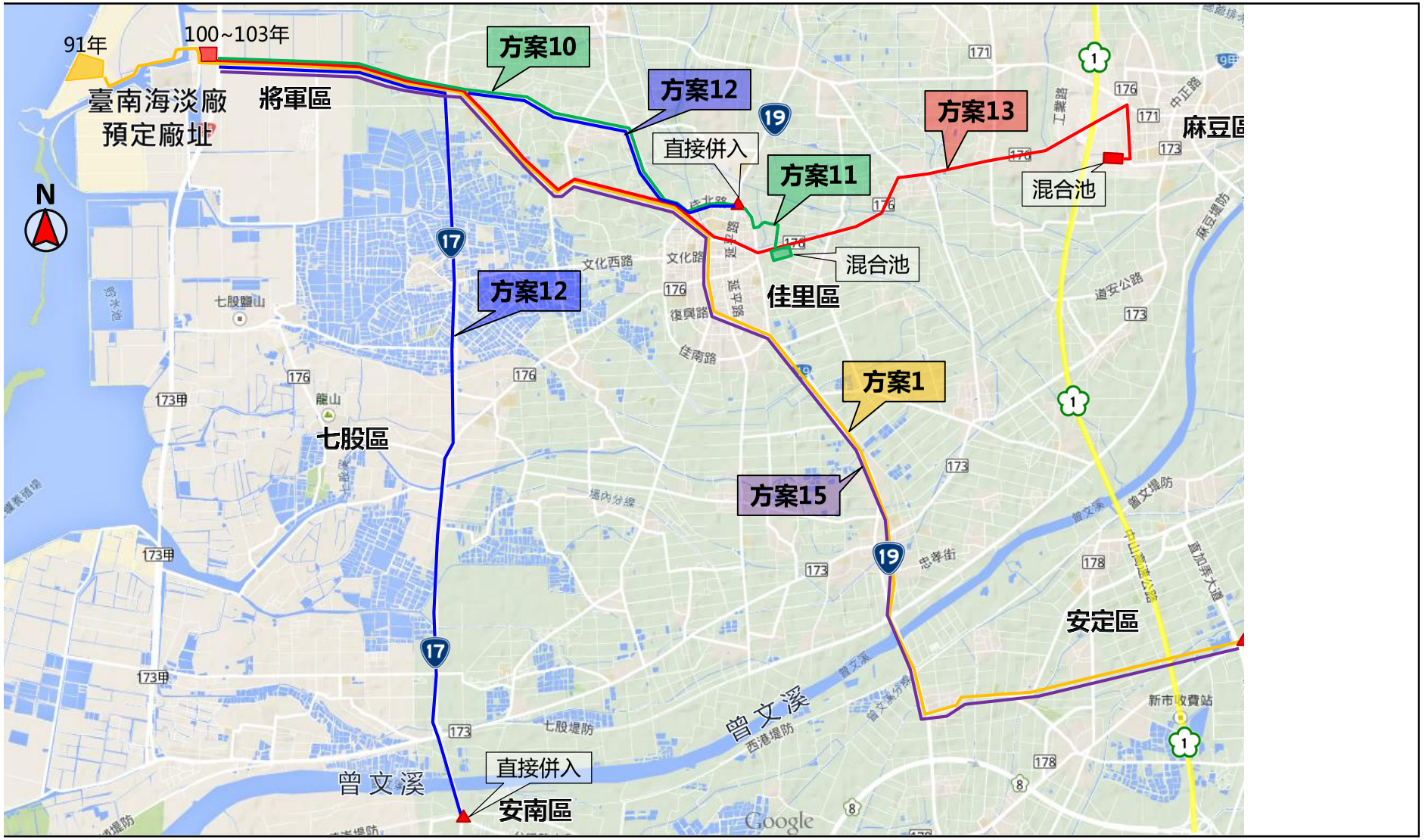


圖 4-34　輸水路線方案圖

(三)輸水路線方案

本計畫依海淡廠產水規模由原每日 10 萬擴增為 20 萬立方公尺建議檢討海淡水輸水路線，分不同開發情境，建議方案如下。

情境一：一次開發產水規模每日 20 萬立方公尺海淡水；依據前期各輸水路線（表 4-13），建議其中每日 10 萬立方公尺採方案 13，另每日 10 萬立方公尺採方案 15。

情境二：分二期開發，第一期每日 10 萬立方公尺海淡水，第二期每日 10 萬立方公尺海淡水；依據前期各輸水路線（表 4-13），建議第一期每日 10 萬立方公尺採方案 13，第二期每日 10 萬立方公尺採專管方案 15。

綜合上述，無論是一次開發或分二期開發，建議之供水對象仍以民生用水為優先，而考量未來用水成長多以工業用水為主，並以南科臺南園區為最大宗，因此，本年度建議之輸水路線為方案 13(廠區外麻豆區新設混合池)及方案 15(專管供應南科園區）兩種，惟該兩情境輸水方案僅供參考，未來仍視實際需求修正。以下分別就混合池方案 13 及專管方案 15 兩路線進行說明

1、混合池方案：參考民國 102 年規劃報告，海淡水最大時流量 12.5 萬立方公尺,海淡廠抽水站泵浦數量設計採用 4 台(400 HP x 2,200 HP x2,其中 1 台 200 HP 為備用),從海淡廠經 1350 mm §專管輸送約 3.2 公里、1200 mm §專管輸送約 11.11 公里至新樓醫院國道 1 號高速公路東側,與國姓橋東側自來水管線自南化自來水以 1:1 比例混合，輸出量共 25 萬立方公尺，以每日調節 3 次（每次 8 小時）計算，採水公司一般設計混合池之深度約 5 公尺計算出的混合池佔地面積約需 3 公頃。混合水再分別往南、北、西分別輸送至南科、佳里與學甲地區。輸水路線詳如圖 4-35，與現有自來水系統結合之水力分析結果詳圖 4-36 及圖 4-37 所示。

2、專管方案：海淡廠抽水站泵浦數量設計採用 4 台(400 HP × 2，200 HP ×2，其中 1 台 200 HP 為備用)，輸出量共 12.5 萬立方

公尺，從海淡廠經 1350 mm§專管輸送約 4.2 公里、1200 mm§專管沿省道台 19 線經西港後穿越曾文溪銜接縣道 178、133 輸送約 23 公里至南科園區配水池，以每日調節 3 次（每次 8 小時）計算，採水公司一般設計混合池之深度約 5 公尺計算出的混合池佔地面積約需 1.4 公頃，輸水路線詳圖 4-38。

(四)工程規劃

1、管材

一般經海淡廠處理後的海淡水水質優於自來水，因此除需選擇合適的管材來輸送及保持海淡水水質外，管材經濟性及耐用性亦需一併考量。目前市面上利用在輸水的管材可約略分為：(1)金屬管材，如延性鑄鐵管（DIP）、鋼管、不銹鋼管等，(2)水泥管材，如混凝土管、預力混凝土管等，(3)化學製品管材，如 ABS 塑鋼管、PVC 管、PE 管、FRP 管、HDPE 管等。一般水公司在管材的選擇上大多依下列方式選擇：小口徑（300 mm§以下）採用塑膠管，大口徑（1350 mm§以上）採用延性鑄鐵管。

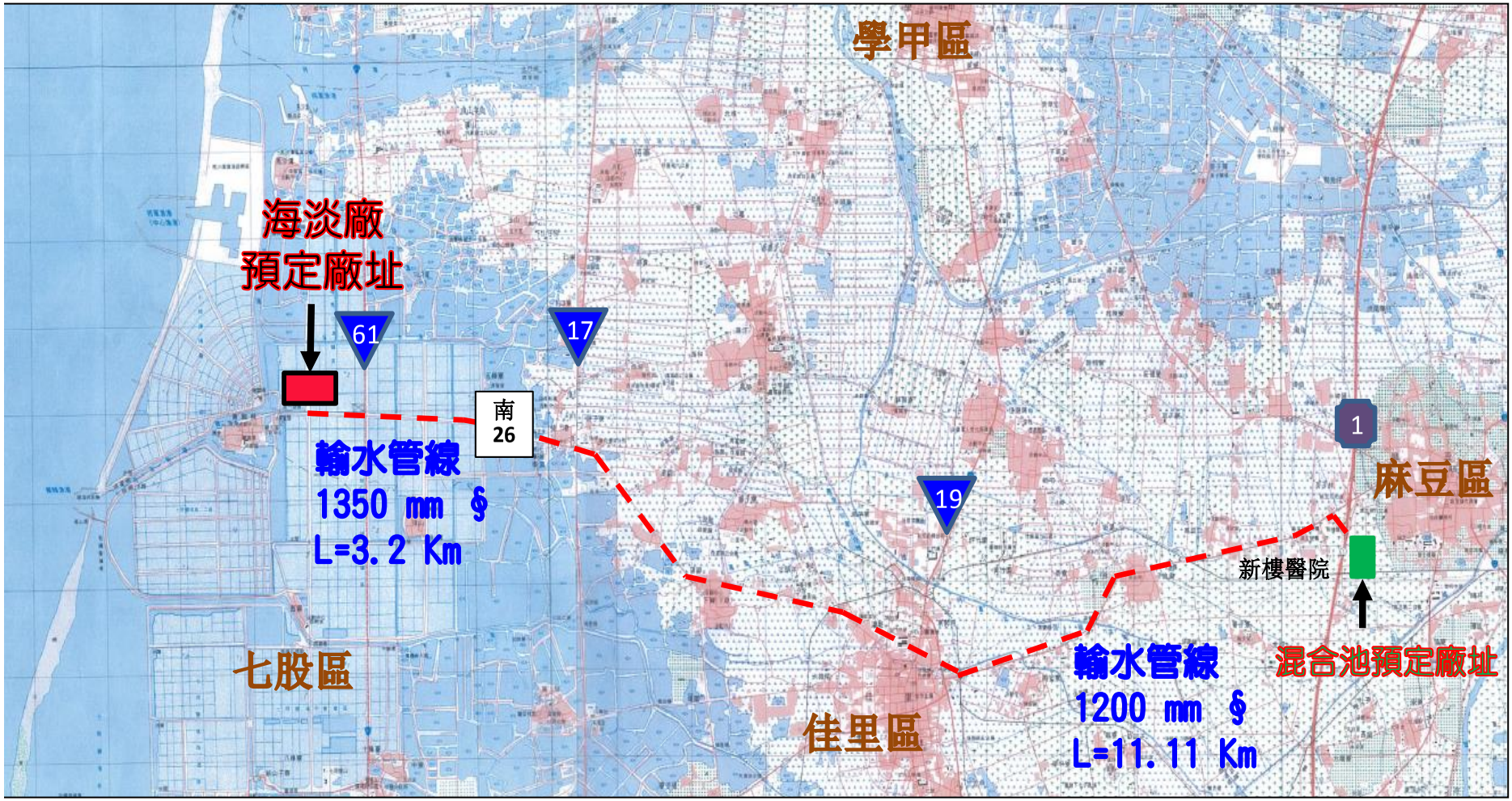
2、管徑

(1)混合池方案：七股鹽田廠址海淡廠透過海淡水從海淡廠經經 1350 mm§專管輸送約 3.2 公里、1200 mm§專管輸送約 11.11 公里至新樓醫院國道 1 號高速公路東側，採用單管輸送。

(2)專管方案：七股鹽田廠址海淡廠透過海淡水從海淡廠經經 1350 mm§專管輸送約 4.2 公里、1200 mm§專管輸送約 23 公里至南科園區東側配水池，採用單管輸送。

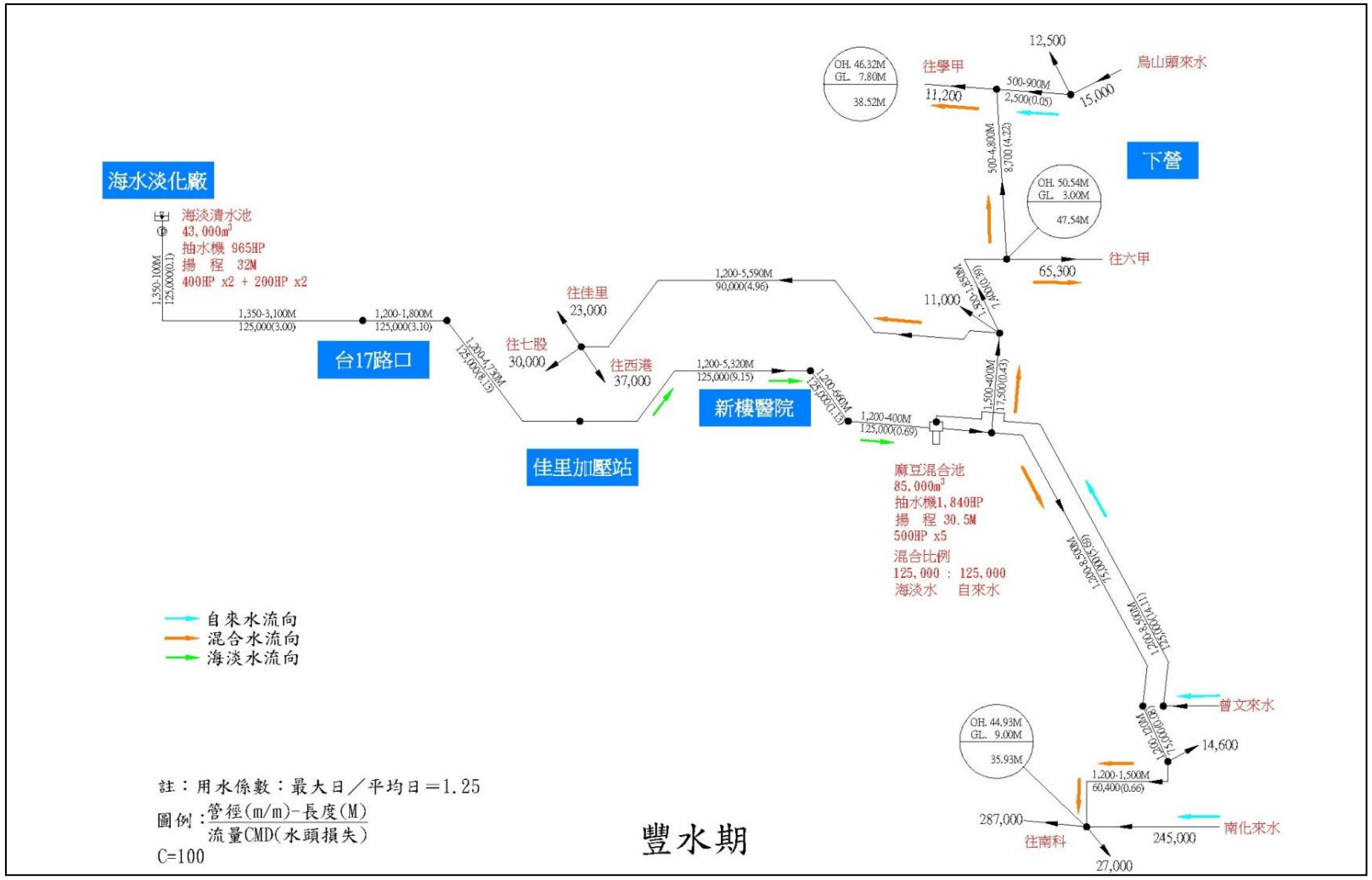
3、管線埋設工法

規劃路線上位於道路寬度過窄、大型十字入口處及橫交的水利構造物區段需採用推進工法埋設。管線推進埋設時需施築進、出工作井，且埋設距離較長時，至少每 150 公尺設置 1 處，工作井尺寸為 2.4 m (L) × 4 m (W) × 4 m (H)。



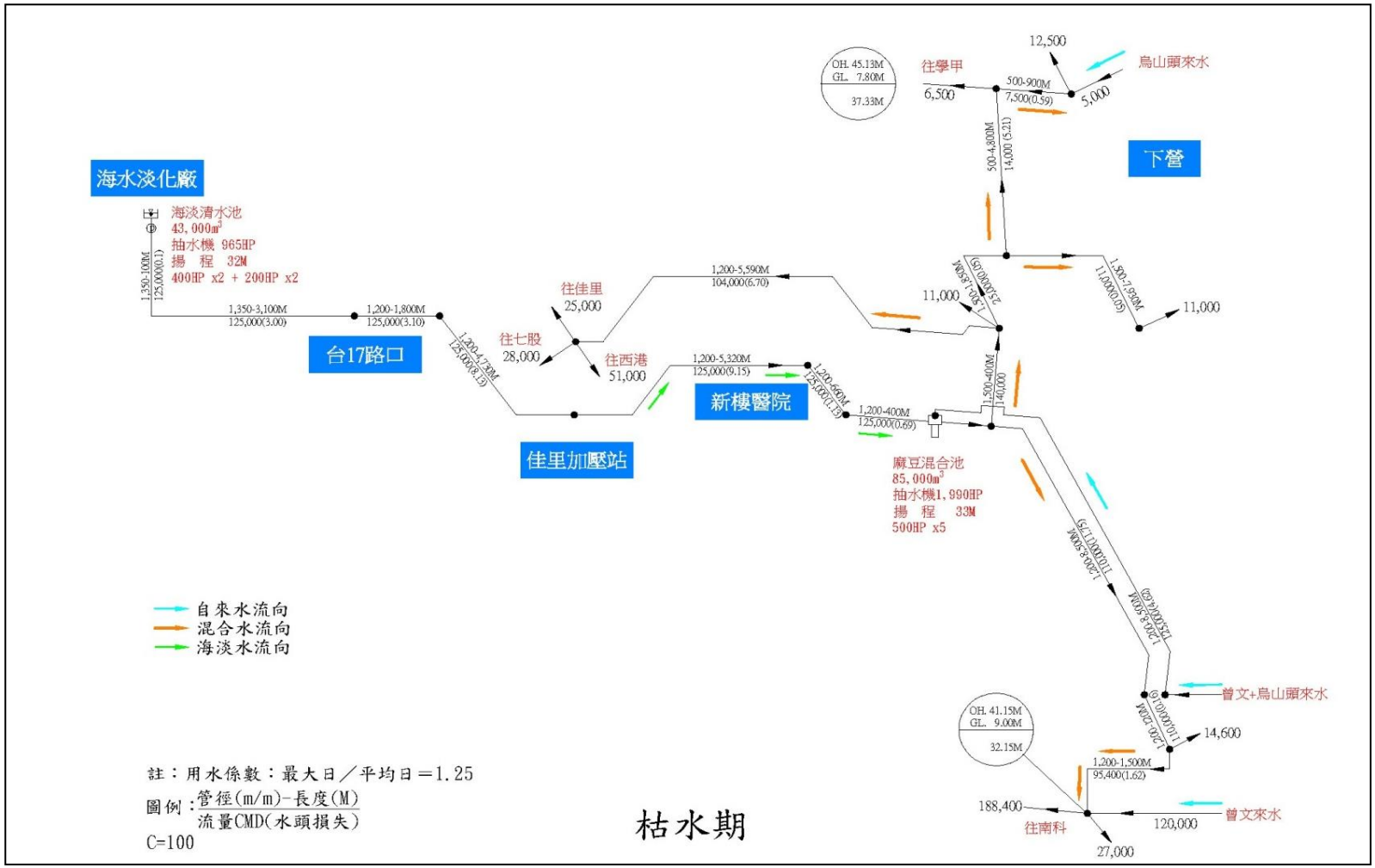
資料來源：參考文獻：臺南海水淡化廠可行性規劃海域環境調查及計畫推動，經濟部水利署水利規劃試驗所，民國 102 年。

圖 4-35　將軍區鹽田廠址海淡水與自來水混合供水方案（麻豆區新設混合池）



資料來源：參考文獻：臺南海水淡化廠可行性規劃海域環境調查及計畫推動，經濟部水利署水利規劃試驗所，民國 102 年。

圖 4-36 麻豆區新設混合池-民國 110 年最大日水力分析圖（豐水期）



資料來源：參考文獻：臺南海水淡化廠可行性規劃海域環境調查及計畫推動，經濟部水利署水利規劃試驗所，民國 102 年。

圖 4-37 麻豆區新設混合池-民國 110 年最大日水力分析圖（枯水期）

資料來源：本計畫製作。

圖 4-38　將軍區鹽田廠址海淡水專管供應南科方案

(五)混合方案混合池用地調查

混合池預定設置位址規劃設置於鄰近新樓醫院國道 1 號高速公路東側區位。其周圍用地情形及混合池預定地候選土地詳見圖 4-39，土地地段地號及相關資料詳見表 4-16。

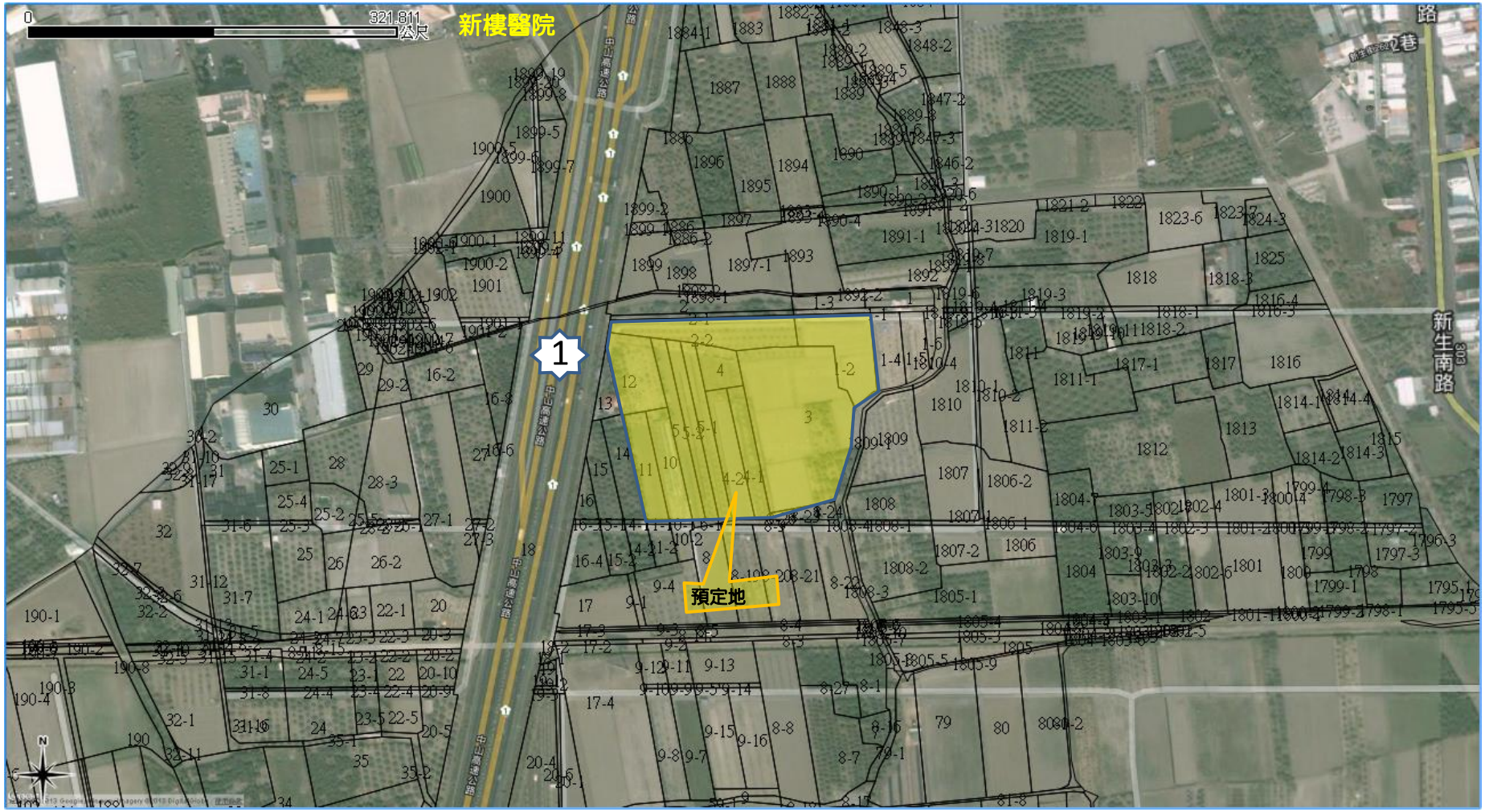
就土地所有權而言，本預定地全數屬私有地。預定地土地公告現值分別為 9,100,000 元/公頃。

(六)專管方案配水池用地調查

為掌握專管之配水池可設置地點，以利評估施工可行性，本計畫於民國 104 年 11 月 19 日進行現地勘查,針對南科園區內及輸水管進入園區前之周圍區外勘查可能配水池用地，勘查點位分述如下：

1、區內土地

初步勘查示意圖如圖 4-40 所示。本計畫第二期海淡水預定供應對象為南科台南園區，考慮未來供水之便利與效率， 若於園區內建置再生水配水池，則建議應配置於園區中心點，於此區域內尋找再生水配水池之適合設置地點。面積足夠且土地取得較容易地點為 1 號園區公園用地，可依都市計畫公共設施用地多目標使用辦法第二條，地下可作自來水、下水道系統相關設施，目前主管機關為台南市政府經濟發展局，後續需向其提出相關申請並辦理相關程序，本配水池設置於南科園區內，對南科環評來說，該行為屬基地設施局部調整位置，應提送變更內容對照表，由事業目的主管機關轉送主管機關審核。另此用地因距離園區供水中心較遠，因此建議本計畫評估區外用地作為替代方案。



資料來源：參考文獻：臺南海水淡化廠可行性規劃海域環境調查及計畫推動，經濟部水利署水利規劃試驗所，民國 102 年。

圖 4-39　麻豆區混合池預定地地籍套繪圖

表 4-16 麻豆區混合池預定地地籍資料清查

行政區	地段	地號	面積(m^2)	公私有地
麻豆區	謝厝寮段	0001-0002	2879	私有地
		0002-0002	3165	私有地
		0003-0000	9510	私有地
		0004-0000	1054	私有地
		0004-0001	1463	私有地
		0004-0002	1915	私有地
		0005-0000	1605	私有地
		0005-0001	1605	私有地
		0005-0002	1605	私有地
		0010-0000	1634	私有地
		0011-0000	1554	私有地
		0012-0000	2253	私有地

2、區外土地

考量區外配水池用地可行性，於輸水路線進入南科園區前之周圍土地進行評估，初步選定木柵港東路西側，南科九路與安順二路周圍三塊土地進行土地清查（圖 4-41）。其中最接近南科之空地且為公有地部分有有編號1與編號2,面積均足夠，分別為 1.85 公頃及 1.78 公頃。惟編號 2 地形狹長，不適合配水池結構，因此本計畫推薦編號 1 空地，後續可視實際操作需要及廠商需求，由主管機關取得土地較容易。

(七)供水方案工程經費概估

本計畫針對麻豆區新設混合池及專管方案進行經費概估，結果詳表 4-17 及表 4-18。

圖 4-40　配水池區內可行用地勘查示意圖

圖 4-41　配水池區外可行用地分佈圖

表 4-17 麻豆區新設混合池方案輸水工程直接工程費概估表

項目	單位	數量	單價(元)	小計（億元）	備註
用地取得	ha	3	9,100,000	0.27	
小計				0.27	
輸水管線工程					
1350 mm§管線	m	3200	49,000	1.57	
1200 mm§管線	m	11110	41,500	4.61	
輸水加壓站	式	1	58,000,000	0.58	
路面修復	m	14310	10,000	1.43	
1200 mm§管線	m	8500	41,500	3.53	
小計				11.72	
混合池工程					
土建工程	m^3	85,000	5,000	4.25	
混合水加壓站	式	1	60,000,000	0.6	
小計				4.85	
合計				16.84	

表 4-18 專管供應南科輸水工程直接工程費概估表

項目	單位	數量	單價(元)	小計（億元）	備註
輸水管線工程					
1350 mm§管線	m	4,250	49,000	2.08	
1200 mm§管線	m	23,000	41,500	9.55	
路面修復	m	27,250	10,000	2.73	
1200 mm§水管橋	式	1	600,000,000	6	
小計				20.36	
合計				20.36	

第五章　推動期程、興辦方式與經費估算檢討

一、興辦方式檢討

本計畫評析各種海水淡化廠推動模式，比較其優缺點，並提出最適本計畫方案之相關期程及後續營運管理策略，作為後續海水淡化廠推動參考，相關說明如下：

(一)各種推動模式說明

以推動模式而言，我國由政府負責推動的公共建設可依循兩種法源辦理：「政府採購法」及「促進民間參與公共建設法（下稱促參法）」，第一種係依採購法第 2 條規定：「本法所謂採購，指工程之定作、財物之買售、定製、承租及勞務之委任或雇傭等」，此模式相關事宜由政府負責興建，再委託代操作維護廠商來協助營運，或以財物購水方式直接向廠商購買。第二種是「促參法」，係為政府引入民間的資源參與公共建設的投資、興建、營運，此模式是由政府提出相關計畫構想後，由公開招商程式選出有意願參與興建營運的民間機構成爲服務提供者，政府由興建與管理者轉變為監督者。

各興建方式說明如後，本計畫將依評估結論研擬最佳興建方式，若就未來執行之權利義務關係、作業時程、工期掌控、政府財務負擔、風險承擔、經營效率等指標加以分析，優缺點比較詳表 5-1 所示。

1、工程採購：政府擁有設施之經營管理權，由政府自負經營盈虧之責，以委任方式支付費用並委託民間機構代為興建管理。

2、財物購水：政府僅以保價保量方式與廠商簽訂購水契約，無須審閱興建營運過程。

3、促參投資：著重民間資金之投入及引進企業經營理念，民間機構擁有設施經營管理權，自負經營盈虧。

表 5-2 為各種興建辦理方法之作業比較分析。就採購法與促參法之適用上有其競合之處，惟按促參法第 2 條規定：「促進民間參

與公共建設，依本法之規定。本法未規定者，適用其他有關法律之規定。」其立法說明即明示：「本法屬特別法性質，優先於其他法律之適用，本法未規定者，仍適用其他有關法律之規定。」

表 5-1　各種興建模式比較表

方式	工程採購	財物購水	促參投資	備註
法源依據	政府採購法	政府採購法	促參法	
民意機關審議權	有	有	無	促參法由民間投入經費，不需經過民意機關審議
所需開發時間	短	短	長	促參法所需行政程序、作業時間等前置作業較長
短期政府財務負擔	大	中	小	工程採購法為資金一次投入，雖不用負擔利息，但短期財務壓力大
長期政府財務負擔	中	小	大	政府於營運期間分年攤還建造成本，除本金外尚需負擔額外利息
政府風險承擔	大	中	小	資金一次投入負擔風險較大，分期給付較能管控操作廠商履約績效
實廠案例	南竿、北竿、東引及西莒海淡廠	澎湖三千立方公尺套裝機組海淡廠	南竿三期海淡廠	

另公共建設依促參法辦理委外經營使用者，促參法定有相關獎勵措施，例如公共建設所需用地之處分、設定負擔或收益等，不受土地法第 25 條、國有財產法第 28 條及地方政府公產管理法令之限制，且得享有出租與地上權租金及融資之優惠；其屬重大公共建設者，並得享有租稅相關優惠。

促參法之委託經營概念，係民間機構擁有設施之經營管理權，自負經營盈虧，並與政府分享獲利。而採購法第 7 條第 3 項所稱之營運管理，屬採購法第 2 條所稱之勞務採購，其概念為政府擁有設施之經營管理權，由政府負經營盈虧之責，以委任或僱傭方式支付費用委託民間機構代為營運管理。前者為民間參與，著重民間資金之投入及引進企業經營理念，後者為勞務採購，二者性質不同。此

外，許多人把國內促參法推動實施的民間參與方式稱為政府民間合夥方式（Public Private Partnership, PPP），事實上 PPP 的內涵除了目前國內推動實施的特許權系統外，還包括熟知的合夥投資（Joint Venture，JV），以及 PFI（Private Finance Initiative）。

綜合上述的分析，從政策面、法規面、推動方式、優惠措施等來看，促參法予以放寬法令限制、提供各種優惠，以促進民間參與公共建設，但該法屬特別法性質，優先於其他相關法律之適用（表 5-3）。在自來水價偏低的情形下，自償率不足需在政府投資建設費下才具民間參與的誘因，依以往離島地區及桃園及新竹海水淡化廠規劃成果，若依促參法辦理時，可採促參法第 8 條第 1 項第 3 款有償 BTO 方式興辦，然因 BTO 在台灣因銀行團融資慣例，有資產才能取得優惠融資，若資產已移轉官方，將遇到融資困擾，故以南竿三期爲例，海淡廠於第 19 年才移轉，實則與 BOT 無異。

(二)國內海淡廠推動模式

1、以往國內海淡廠推動模式案例

以往國內海水淡化廠興辦方式主要依據有編列公務預算依採購法辦理及依促參法鼓勵民間參與投資 2 種方式，具體說明如下：

(1)海水淡化廠以編列公務預算依採購法辦理

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一、二期、北竿海水淡化廠、東引海水淡化廠、西莒海水淡化廠，以及澎湖半鹹水淡化設備等都是由政府編列預算以採購法公開招標興建後再委託原廠商操作維護 4 年，另馬公每日 3,000 立方公尺套裝海水淡化廠則以 15 年購水合約興建。

(2)促參法鼓勵民間參與投資

澎湖西嶼每日 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）、南竿每日 950 立方公尺海水淡化廠等皆由民間機構投資興建，負責操作營運

15 或 20 年，桃園每日 30,000 立方公尺海水淡化廠亦同，惟因用戶端未有迫切需求延後推動。

表 5-2 各種民間參與模式之分工及發包模式比較表

公共工程發包模式		模式說明
採購發包		由政府主導規劃、設計並編列預算後公開招標委託業者興建。
統包(Turn Key)		基於工程特性，將工程規劃、設計、施工及安裝等部份或全部作業，合併招標委由營造包商辦理。
特許興建營運移轉	BOT	由民間機構投資新建並營運，營運期間屆滿後，移轉該建設之所有權予政府。
	無償 BTO	由民間機構投資新建完成後，政府無償取得所有權，並委託該民間機構營運；營運期間屆滿後，營運權歸還政府。
	有償 BTO	由民間機構投資新建完成後，政府一次或分期給付建設經費以取得所有權，並委託該民間機構營運；營運期間屆滿後，營運權歸還政府。
	ROT	由政府委託民間機構，或由民間機構向政府租賃現有設施，予以擴建、整建後並為營運，營運期間屆滿後，營運權歸還政府。
	OT	由政府投資新建完成後，委託民間機構營運。營運期間屆滿後，營運權歸還政府。
	BOO	民間自備土地，由民間機構投資新建，擁有所有權，並自為營運或委託第三人選。
英國公私夥伴關係模式(PPP/PFI)		1. 政府購買服務契約(Contract for Services)：亦即民間融資提案制度（Private Finance Initiative，PFI)，為英國最廣泛採用的類型，政府依契約內容向特許公司購買服務，特許公司不再向民眾收取費用。 2. 特許開發權(Concession)：類似我國的促參特性，政府將某種公共建設的開發權給予特許公司，特許公司向使用者收取服務費用（例如收費橋樑、英法海底隧道等）。 3. 公私合營(Joint Venture)：政府與民間共同參與，但由民間主導，政府以貸款、入股、移轉資產、提供輔助設施等方式參與（PUK 即為一例；另如軍方戰時的倉儲設施，在和平時期提供民間經營，提高使用率，如遇戰爭則予收回）。 4. 投資計畫專案管理(Investment Program Management)PFI 係指案件啟動時所需的資金由民間來籌措的採購方式。

資料來源：「台中市福田水資源回收中心放流水再生利用研究」，水利署，民國 95 年。

表 5-3 傳統採購與民間參與公共建設比較表

項目		政府採購			民間參與公共建設	
		工程採購	勞務採購	財物採購	政府規劃	民間規劃
承辦單位		政府			政府	民間
收費單位		政府（臺水公司）			政府（臺水公司）	民間（特許公司）
財務面	融資方式	稅收或發行公債			民間以未來政府付款保證向銀行融資，在特許期間產權屬特許公司	民間以特許公司身分，以未來收益向銀行融資，產權屬特許公司
	收入來源	依用水合約向使用者收費			設施營運後，政府依用水合約向使用者收費，另依約分期支付設備與營運費用給特許公司	依用水合約向使用者收費，另支付權利金給政府
	收入風險	資金一次投入負擔風險大			績效式付款，服務績效由政府決定	市場依服務水準決定費率
	風險承擔	政府			民間承擔主要風險	民間
興建面	土地取得	政府依法取得或徵收			政府協助依法取得或徵收	價購
	發包模式	依發包模式可分為:工程採購（工程營管分開辦理;勞務採購(工程營管合併辦理,營管費大於工程費);財物採購(購水）			設計、施工與營運均由民間特許機構負責，政府負督導責任（BOT/BTO/ROT/OT）	設計、施工與營運均由民間特許機構負責，推動流程分爲政府土地(BOT)及民間自備土地（BOO）
營運面	操作年限	雖然可以承諾多年權益,但一般隨機關首長4年任期採 4 年權益發包,預算則逐年編列送審			考量設備投資與操作財務採 15 或更多年限,鼓勵民間投資並保障權益	
執行面	可行性評估	必要性與自償率分析			VfM 與可負擔性	自償率分析
	需求呈現	設計圖說			成果規範	
法律面	依據	採購法			促參法	
	配套措施	公共工程計畫程序與制度			核准程序(確保預算被保留)	核准程序(確保適用促參)

資料來源：本計畫自行整理。

註：BTO 在台灣因銀行團融資慣例，有資產才能取得優惠融資，若資產已移轉官方，將遇到融資困擾，若最後一年再移轉則與 BOT 無異，因此 BOT 為可行方式。

另規劃中之海水淡化廠如新竹每日 30,000 立方公尺海水淡化廠（已暫緩實施）、金門海水淡化廠二期及一期改建、小金門每日 950 立方公尺海水淡化廠（已暫緩實施）及澎湖每日 4,000 立方公尺海水淡化廠...等，均曾規劃由民間參與投資興建後操作營運 20 年。

綜合台灣地區過去海水淡化廠不管以何種方式興辦，遇到之問題總結如下：

- 目前自來水價偏低，無法支應水源開發成本。
- 興建規模較小，不易吸引國內外具規模開發商參與興建。
- 海水淡化廠營運成本比水價高，不論採用採購法或促參法興辦皆需仰賴政府補貼其營運與售水價格之差額。

2、PFI 制度推動現況

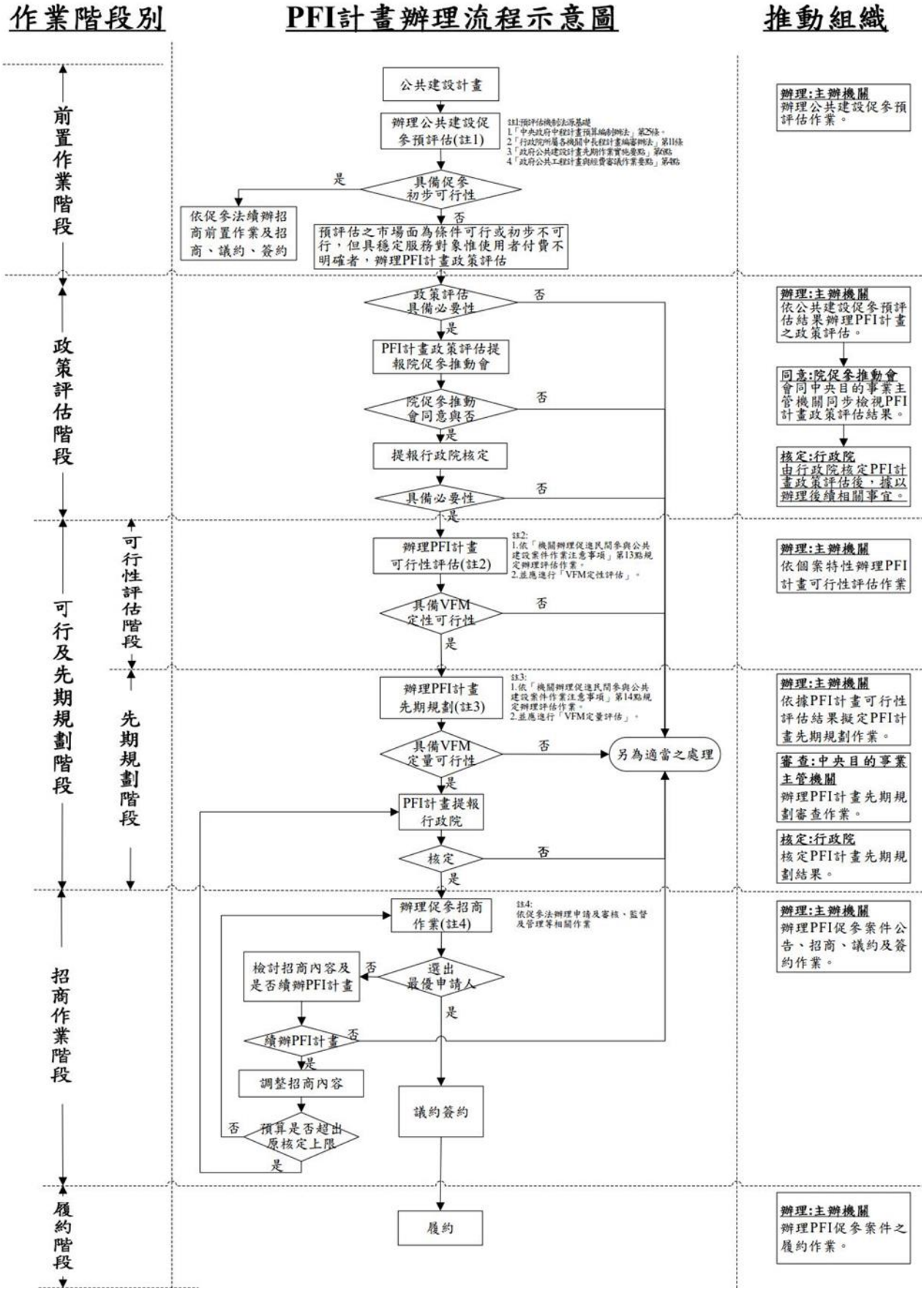
考量國外大都由民間投資興建營運海水淡化廠，而國內過去以促參法推動時，受限於以自來水價當比較基準之本益比偏低必須以有償 BTO 方式辦理，同時還需補貼其營運與售水價格之差額，違背促參法，遭致工程會要求檢討。爰此，行政院公共工程委員會民國 101 年 9 月 6 日召開「研商推動污水下水道系統及海水淡化設施 Private Finance Initiative（政府購買公共服務型促參，以下簡稱 PFI）示範案件-第 3 次專案小組工作會議」，將桃園科技工業園區海水淡化廠列為 PFI 示範案件，著手評估 PFI 方式辦理公共建設工程之政策可行性。

國內促參法現行之發包模式為特許權系統，乃政府將某種公共建設的開發權給予特許公司。特許權系統採購的主要標的「資產」，而 PFI 強調採購的是「公共建設之必要性」與「服務品質」。特許權系統依使用者付費觀念回收興建及營運成本，強調專案自償性。PFI 則是由政府於營運期依服務水準對價給付服務費用，也就是說由「成果」作為履約基準與付款依據。簡單說 PFI 強調購買的是服務而不是硬體，且提供服務的廠商係向公部門收錢，而目前國內實施的特許權系統則是重硬體且為廠商向使用者收

取付費，本質上差異很大。

依據財政部「政府購買公共服務型促參計畫作業原則（草案）」，PFI 模式係指「政府購買公共服務型促參計畫」，指由民間機構籌資並負責公共建設之興建、營運，政府於營運期間購買該建設之一部分或全部公共服務，並依契約約定，辦理付費及所有權、營運權與營運資產移轉之公共建設計畫。只要屬於公共建設政府必須辦理範疇內，考量由民間投資辦理之成本控制、技術能力、執行彈性與效率等等因素，經過定性分析並考量相關風險與效益之量化比較，其「民間參與效益」(VfM: Value for Money，即評估公共建設以民間參與模式與政府採購模式辦理之財務效益比較。)明確者，可考量一以促參法開放並鼓勵民間投資辦理，以舒解政府短期資金壓力並提昇服務品質。主辦機關以 PFI 方式推動公共建設時，各階段應辦理之評估作業流程詳圖 5-1 所示。

前置作業階段主辦機關依「公共建設促參預評估機制」辦理公共建設計畫之促參預評估，其財務面評估結果為條件可行或初步不可行，而該公共建設具穩定服務對象，惟使用者付費情形意願不明確，或該公共服務依法須由政府提供者，續辦 PFI 計畫政策評估。



資料來源：政府購買公共服務型促參計畫作業原則（草案）

圖 5-1　政府購買公共服務型促參作業流程及推動組織示意圖

政策評估階段應就國家政策、施政優先性、急迫性及公益性，評估辦理之必要性，並撰擬 PFI 計畫政策評估報告。評估結果為必要者，提報行政院促進民間參與公共建設推動會（以下稱院推會）同意後，報請行政院核定。經行政院核定者，主辦機關應辦理 PFI 計畫可行性評估及先期規劃。評估結果為不可行、或未獲院推會同意、或行政院未核定者，主辦機關應另為適當之處理。

可行性評估階段除評估市場、工程、財務、法律、環境影響外，需辦理 VfM 定性評估，內容包含可行性、有利性及可達成性。評估結果為可行者，續辦 PFI 計畫先期規劃階段。先期規劃階段除研擬興建、營運、環評辦理方式、財務、風險等規劃外，需辦理 VfM 定量評估，應分別就 PFI 模式與政府採購模式進行全生命週期總成本估計。其成本包含：

(1)基礎成本：包括各階段規劃及設計成本、興建成本、營運成本、重置成本、資金成本及交易成本等。

(2)風險成本：包括政策風險、金融風險、市場風險、完工風險、營運風險、法律風險、不可抗力風險等。

(3)稅負：以該模式執行過程產生之稅負。前項成本應採名目值，並以適當折現率折現至計畫基期年。

第二項第二款之風險項目及發生機率，由主管機關會同相關機關訂定，主辦機關得依個案特性自行訂定補充規定。

招商階段 PFI 計畫先期計畫書經行政院核定後，主辦機關應依促參法續辦公告招商、甄審、議約、簽約、履約等事宜。PFI 計畫經公告無法選出最優申請人者，主辦機關應檢討招商內容及是否續辦 PFI 計畫，如為不續辦者，應另為適當之處理。

然而，目前國內 PFI 評估中 VfM 定量計算是一項參數繁多、過程複雜之工作，以桃園海淡 PFI 與政府採購比較案為例，此案耗時 2 年，最終量化成果亦只能作爲參考，主要原因是國內尚無生命周期完整之 PFI 海淡廠工程案例，經驗缺乏，參數幾乎沒有

可靠依據，直接引用國外數據並不能反映國內真實狀況，且正式計算方法仍待財政部決定。考量窒礙難行之處衆多，經洽詢財政部促參司，目前公共工程案件暫不評估 PFI，仍依循現行既有之推動方式進行評估，待未來 PFI 制度相關各項配套措施確定後再納入評估中。

(三)本計畫建議初步推動方式

1、推動方式比較

本計畫就興辦主體為政府機關及民間機構之情況下進行台南海水淡化廠不同興辦方式之說明如下，並針對不同興辦模式之特性、優缺點、相關採用案例、推動困難點或問題點及適用範圍進行評析說明，詳表 5-4 所示。

(1)工程採購/操作營運合併採購（勞務採購）

政府機關如以工程施工與操作營運合併辦理之方式發包，可委託廠商代操作營運供水 20 年，其操作營運費用將高於工程興建費用，依據政府採購法第 7 條第 4 項定義為勞務採購。此興辦模式可有效減少工程與營管界面之整合問題，得標廠商較容易掌控執行效率及進度。惟此興辦模式之工程與營管契約為一契約，主辦機關內部執行分工（如興建階段與營運階段之契約移撥及權責釐清）易衍生困擾。

(2)工程採購/操作營運分標採購（工程+勞務）

政府機關如以工程施工與操作營運分標辦理之方式（工程採購+勞務採購）作為興辦模式，將個別設定發包對象之能力條件，較能確保各階段得標廠商之執行效率及品質，且工程與營管契約分別與機關內部不同部門訂定，內部執行分工容易。惟若工程設計不當，將響營管效率及品質，且責任不易釐清。另營管階段得標廠商若經常更換，設備較不會用心維護。

(3)財物採購（購水）

目前國統公司所投資之馬公每日 3,000 立方公尺套裝海

淡廠即以財物購水方式興辦，簽訂 15 年購水合約，由臺水公司直接採購海淡水再轉售用戶，購買單價自當年(民國 93 年) 32.8 元/立方公尺，已調高至 47 元/立方公尺左右（民國 103 年)，將於 108 年合約屆滿。

政府機關如以財物購水（財物採購）方式作為海水淡化廠之興辦模式，政府機關責任單純，且得標廠商只要在滿足契約所訂水質水量情形下，可配合產業創新，彈性設計施作各式(新穎)產水設備。惟此興辦模式之設備歸屬廠商，政府管理不易，購水契約訂定須更縝密周全，當訂定購水契約後，即必須依約購水及支付一定量之購水價款，且因得標廠商貸款沒有優惠，反應於產水成本，致購水價格將高於促參模式。

(4)促參 BOT 方式

為減輕政府財政負擔，並引進民間企業經營概念，以加速興建公共建設及改善服務品質，可採民間參與作為興辦方式，如 BOT 模式即是一種由民間投資財力、人力、技術，而政府出公權力（如協助土地徵收、取棄土及管線遷移、融資與稅捐優惠等方面）的合夥方式，藉由民間參與公共建設，並透過特許競標機制，將公共建設之財產權移轉至民間特許公司，以引進民間機構的資金與經營效率，並於興建完成後，由該特許公司繼續進行海淡廠之營運，並於營運期間屆滿後，將海淡廠之所有權移轉歸還政府。

政府機關如依促參法第 8 條第 1 項第 1 款之 BOT 模式作為海水淡化廠之興辦模式，政府無需負擔資金，可有效減輕財政負擔，且仍保有土地所有權；另委託特許民間機構團隊辦理興建及營運，除引進民間執行效率及資金外，可避免不同廠商負責興建及操作營運產生界面整合問題。惟自償性低之公共建設計畫推動不易，政府需保價保量確保購水率並提供足夠優惠條件，才可吸引民間參與投資，且因特許期滿後產權須移轉給政府，政府須負擔監督管理之責。

(5)促參有償 BTO 方式

藉由民間設計、施工及營運一貫作業，減少工作界面且加速完工營運，如採有償 BTO 模式，由民間興建完成海淡廠後，政府以一次或分期給付建設經費以取得所有權，並委託該民間機構營運，營運期間屆滿後，營運權歸還政府。

政府機關如以促參法第 8 條第 1 項第 3 款之有償 BTO 作為興辦模式，就政府而言，不僅可引進民間經營效率，建設費用攤提於操作營運期計償，可減少政府短期財政壓力。就民間而言，因政府投資興建成本，投資風險相較於 BOT 低，較容易吸引民間投資。

(6)促參 BOO 方式

民間機構為具有海淡廠之擁有權，以確保重大設備營運，不受缺水斷水而造成巨額產值損失，可配合國家政策，採 BOO 模式透過特許競標機制，並自行取得土地後，得以興建海淡廠，海淡廠之所有權自行擁有不必移轉，並可自為營運或委託第三人營運。

民間機構可依據促參法第 8 條第 1 項第 6 款及第 46 條規定，自行規劃申請興建海水淡化廠（即 BOO 模式），民間機構建設資金融資將較有償 BTO 容易，且整廠興建及操作營運由相同民間特許機構團隊經營，除可充分發揮民營化之效率外，亦能有效控制建廠經費及進度，降低操作維護成本及提昇營運品質。惟興建及操作營運期間若民間機構資金不足或經營不善須退場，將導致停工或解約之風險；且民間機構對於公私有地之用地取得皆需透過價購方式辦理，所需資金將高於 BOT 模式。

2、本計畫推動模式

依據本案特性需求，各興辦方式之可行性、困難點說明如表 5-5，並分別針對第一期與第二期之推動模式建議如下：

(1)第一期：納入公共用水

本計畫規劃臺南海淡廠第一期每日10萬立方公尺海淡水為公共用水，後續將納入公共管網系統，為政府必須負擔之公共建設。如考量以促參法推動時，受限於以自來水價當比較基準之益本比小於 1 導致自償性不足，招商時廠商恐無投資意願，雖然為吸引廠商投資政府可採有償 BTO 方式一次或分期給付建設經費以取得所有權，但對紓解政府財政困境之效果有限，另為使其完全自償，另需補貼營運費與售水價格之差額，實質與政府保價保量之採購方式無異，恐招致違背促參法之質疑，以桃園海淡廠規劃案為例，因工程會函示（詳附錄四），政府支付費用取得海淡水，不適用促參法，建議依「政府採購法」辦理。因此在 PFI 制度、評估方式及相關各項配套措施確立前，第一期不建議採促參模式。統包方式係由統包商負責設計、施工及工程界面整合等問題，其設計理念與施工考量在設計階段已將施工可能發生之困難詳加考慮，故可提升工程品質、爭取時效，減少災害發生，因此本計畫建議第一期可採統包方式作為興辦模式，並以工程及營運管理合併辦理之方式招標，以減少因分開招標所造成之責任釐清問題，進而降低營運品質。

表 5-4　本計畫興辦方式比較表(1/2)

興辦主體	政府機關					民間機構
興辦模式	工程+營管合併採購 (勞務採購)	工程+營管分開採購 (工程+勞務採購)	財物採購	BOT	有償 BTO	BOO
特性	勞務性質所占預算金額高於工程性質，依政府採購法第七條歸屬勞務採購。	興建費用由中央補助，營管費用由地方自籌，通常採用此模式推動，分開辦理採購行為。	政府不需一次性投入興建費用且不須督導得標廠商之營管狀況，僅須以保價保量方式固定支付購水費用。	由民間機構投資興建並為營運；營運期間屆滿後，移轉該建設之所有權予政府。	由民間機構投資新建完成後，政府一次或分期給付建設經費以取得所有權，並委託該民間機構營運；營運期間屆滿後，營運權歸還政府。	為配合國家政策，由民間機構投資新建，擁有所有權，並自為營運或委託第三人營運。
優點	1.整合工程建造與營管之責任與介面，得標廠商較容易掌控執行效率及進度。 2.一次採購，可維持 20 年契約關係。	1.個別設定發包對象能力條件，較能確保各階段得標廠商之執行效率及品質。 2.工程與營管契約分開，分別與不同主辦單位訂定，主辦機關執行分工容易。	1.政府責任單純。 2.得標廠商只要在滿足契約所訂水質水量情形下，可配合產業創新，彈性設計施作各式(新穎)產水設備。	1.政府無需負擔資金，且仍保有土地所有權。 2.同一民間機構負責興建及營運，界面單純。 3.建設及營運風險由民間機構承擔。 4.民間機構不需取得興建及營運土地，並可興辦附屬事業，增加營收。 5.有效引進民間效率、資金及經營績效。	1.建設費用攤提於營運期計償，可減少政府短期財政壓力。 2.獲得民間機構產權轉移，確保投資設備功能，降低營運風險。 3.政府投資興建成本，對民間機構而言較具誘因。 4.可引進民間經營效率，提高績效。 5.民間機構投資風險相較於 BOT 低，投資金額亦較早回收，較易吸引民間投資。	1.民間機構擁有所有權，興建資金融資容易。 2.整廠興建及營運由相同民間特許機構團隊經營，可充分發揮民營化效率及有效控制建廠經費及進度，且可降低操作維護成本及提昇營運品質。 3.政府無需負擔風險。
缺點	工程與營管契約為一契約，主辦機關內部執行分工(如興建階段與營運階段之契約移撥及權責釐清）易衍生困擾。	1.產生工程與營管介面，若工程設計不當，影響營管效率及品質，且責任不易釐清。 2.須常辦理營管階段之招標作業。 3.營管階段得標廠商經常更換，設備較不會用心維護。	1.設備財產歸屬得標廠商，管理不易，購水契約訂定須更縝密周全。 2.政府須精確評估用水需求量，當訂定購水契約後，即必須依約購水及支付一定量之購水價款。 3.得標廠商須自行辦理用地取得，因無公權力的適當配合與協助，對用地取得頗為困難。 4.環評工作亦須由得標廠商自行辦理。 5.因得標廠商貸款沒有優惠，反應於產水成本，致購水價格高於促參模式。	1.自償率不足下，政府需保價保量確保購水率，才可吸引民間參與投資。 2.政府需提供足夠優惠條件吸引民間投資。 3.因特許期滿後產權須移轉給政府，政府須負擔監督管理之責。	1.興建完成後產權如果立即移轉予政府，則民間機構欲向銀行取得融資較為困難。 2.興建完成後，政府仍需支付所有興建經費，而且還需加計利息，類似分期付款方式，對於紓解政府財政困境效果有限，只是延緩付款期程，無需一次性的編列預算。 3.營收項目導向不夠強時，營運風險較高。	1.興建及營運期間，若民間機構資金不足或經營不善須退場，導致停工或解約風險。 2.營運報酬率不夠高，自償率不足時，民間投資興建意願低。 3.政府未有保價保量情況下將喪失緊急水權調配權。 4.公共建設由民間擁有易造成壟斷。 5.若涉及國有財產之處分移轉，執行上非常困難。 6.廠商得自行辦理用地取得，因無公權力的適當配合與協助，用地取得困難。
相關採用案例	馬公第二海淡廠第一期	1.金門海淡廠 2.東引海淡廠 3.西莒海淡廠 4.北竿海淡廠	馬公第一海淡廠(3000CMD 海淡廠)	楠梓污水下水道系統	1.南竿三期海淡廠 2.馬公第一海淡廠 3.西嶼 750 立方公尺海水淡化廠	1.新加坡大泉海淡廠第二期 2.美屬維京群島哈雷(Harley)海淡廠

表 5-4　本計畫興辦方式比較表(2/2)

興辦主體		政府機關					民間機構
興辦模式		工程+營管合併採購 (勞務採購)	工程+營管分開採購 (工程+勞務採購)	財物採購	BOT	有償 BTO	BOO
推動困難或問題點	法令面 (有無法令限制或障礙)	依預算法第 9 修及第 33 條之規定，長期之預算須報立法院備查。	—	依預算法第 9 修及第 33 條之規定，長期之預算須報立法院備查。	1.依促參法第 29 條及促參法施行細則第 33 條規定，政府投資價款額度不得高於民間投資興建額度。 2.主辦機關就非自償部分投資，應依預算法辦理。	1.依促參法第 8 條第 1 項第 3 款規定，由政府給付全部建設經費。	—
	政策面	—	—	—	—	現階段政府較鼓勵推動之促參模式。	—
	行政面 (如用地取得、環評)	主辦機關須辦理用地取得及環評作業。	主辦機關須辦理用地取得及環評作業。	1.得標廠商須自行辦理用地取得，若無政府公權力配合協調，用地取得難度及成本相對較高。 2.得標廠商須自行辦理環評作業，降低廠商投資意願。 3.漁業權補償問題須克服。	用地取得及環評作業須由主辦機關負責。	用地取得及環評作業須由主辦機關負責。	1.民間機構須自行取得用地及辦理環評作業。 2.漁業權補償問題須克服。
	執行面 (採購、履約)	1.海淡工程並非一般公共工程，具特殊及專業性，必須擬定嚴格招商資格，否則得標廠商能力不易管控。 2.若得標廠商執行成效不佳，增加履約困擾。	工程與營運若有整合問題，瑕疵責任不易釐清，衍生糾紛，影響營運管理品質。	得標廠商資金周轉困難或倒閉時，設備易被轉讓，供水無法確保。	1.自償性低之公共建設推動不易。 2.政府需提供足夠優惠條件吸引民間投資。	1. 投資契約需經過雙方較複雜的協調過程，時程較不易掌控。 2. 民間機構向銀行取得融資較為不易，且履約管理繁複。 3. 雖主辦機關有投資，惟仍無法回收海淡廠興建營運成本，故為吸引民間投資，必須採行獨立於現行水價的保量保價政策，方具可行。	1. 營運報酬率不夠高，自償率不足時，民間投資興建意願低。 2. 興建及營運期間若民間機構資金不足或經營不善須退場，導致停工或解約風險。
	風險分擔問題	1.主辦機關亦必須連帶負擔規劃、興建、營運等風險。 2.主辦機關須負擔政策、財務風險。	1.主辦機關亦必須連帶負擔規劃、興建、營運等風險。 2.主辦機關須負擔政策、財務風險。	1. 如因購水契約制定不夠嚴謹，主辦機關不易管理得標廠商，可能導致廠商無法順利履約與善後之潛在風險。 2. 得標廠商須自行辦理用地取得，惟民間機構並無公權力可以強制徵收私有地，亦無法以撥用方式取得公有地，存在土地不易徵收風險。 3. 得標廠商若因故不履行合約，主辦機關須承擔供水承諾風險。	1.建設及營運風險由民間機構承擔。 2.政策風險由政府與民間機構共同分擔。	1.建設及營運風險由民間機構承擔，惟移轉後，若無操作費用保證下，營運風險高，民間接手營運意願低。 2.政策風險由政府與民間機構共同分擔。	1.民間機構承擔所有風險，包含興建、營運、財務及其它等。 2.政策風險由政府與民間機構共同分擔。
適用範圍		1.依政府採購法第 7 條及統包實施辦法第 3 條規定辦理。 2.供水對象為公共用水之海淡廠興建、營運。 3.公有財產委託得標廠商興建、營運，須由主辦機關支付對價或由接受服務之第三人支付對價予得標廠商者。	1.依政府採購法第 7 條及統包實施辦法第 3 條規定辦理。 2.供水對象為公共用水之海淡廠興建、營運。 3.公有財產委託得標廠商興建、營運，須由主辦機關支付對價或由接受服務之第三人支付對價予得標廠商者。	1.供水對象為公共用水之海淡廠興建、營運。	1. 促參法施行細則第 6 條之 1。 2. 政府資金短缺，開發案可藉由民間機構參與有利可圖之案件。 3. 建設完成後，在特許期限內民間機構可藉由計畫本身回收投資成本。 4. 營運期間之收入，可支付維修費用及獲得合理利潤之案件。	1. 促參法施行細則第 6 條之 1。 2. 建設完成後，無法藉由計畫本身在一定期限內回收投資成本之開發案。 3. 自償性低，需藉由政府保證最低收購價格下之案件。	1. 促參法施行細則第 6 條之 1。 2. 土地權屬單純及容易取得，適合民間擁有所有權。 3. 建設完成後，在特許期限內民間機構可藉由計畫本身回收投資成本。 4. 營運期間之收入，可支付維修費用及獲得合理利潤之案件。 5. 民間經營彈性大，效益高之開發案。

表 5-5　本計畫興辦方式可行性評估與建議

興辦模式	前提		阻力	第一期		第二期	
				建議	採用與否之原因	建議	採用與否之原因
勞務採購	供水對象主要為公共用水之海淡廠興建、營運； 如供水對象為工業用水，則有圖利之疑義		必須擬定嚴格招商資格，否則得標廠商能力不易管控，專管供應易有圖利廠商之嫌	✓	整合工程建造與營管之責任與介面，得標廠商較容易掌控執行效率及進度		同第一期，惟專管供應易有圖利廠商之疑義
工程+勞務			產生工程與營管介面，若工程設計不當，責任不易釐清		工程與營運若有整合問題，瑕疵責任不易釐清，惟專管供應易有圖利廠商之疑義		工程與營運若有整合問題，瑕疵責任不易釐清，惟專管供應易有圖利廠商之疑義
財物採購			如因購水契約制定不夠嚴謹，主辦機關不易管理得標廠商，可能導致廠商無法順利履約與善後之潛在風險		得標廠商若因故不履行合約，主辦機關須承擔供水承諾風險。		得標廠商若因故不履行合約，主辦機關須承擔供水承諾風險；惟專管供應易有圖利廠商之疑義
BOT	供水對象為工業用水	政府無需負擔資金，開發案有利可圖	自償性低之公共建設推動不易		自償性低之公共建設計畫推動不易，政府需保價保量確保購水率並提供足夠優惠條件，才可吸引民間參與投資		自償性低之公共建設計畫推動不易，政府需保價保量確保購水率並提供足夠優惠條件，才可吸引民間參與投資
有償BTO		由民間投資新建，政府一次或分期負擔建設經費，取得所有權	政府給付建設費後如自償性仍低，需補貼營運費與操作費差價，若無，營運風險高，民間接手營運意願低		售價以自來水價為基準，需藉由政府補貼營運費與操作費差價，與政府保價保量之採購方式無異，恐招致違背促參法之質疑	✓	水價如經與廠商協調後高於自來水價，則本案政府可能不需補貼差價就可自償；另政府投資興建成本，投資風險相較於 BOT 低，較容易吸引民間投資
BOO		土地易取得，適合民間擁有。特許期限內民間可藉由計畫本身回收投資成本，營運期間有合理利潤	營運報酬率不夠高，自償率不足時，民間投資興建意願低		公共用水售價以自來水價為基準，自償性低，無法推動		民間機構配合國家政策自行取得土地後興建，惟所需資金將高於 BOT 模式
廠商自辦		民間自行取得土地、自行興建與使用	海淡廠用地、取排水及輸水路線用地取得較公部門難度高		公共用水不適用		用水端需負擔土地、建廠、營運等費用，相較於現階段水價高，廠商意願不高。如未來自來水價提高或海淡水成本降低，則可行性較高

(2)第二期：專管供應

本計畫規劃臺南海淡廠第二期每日 10 萬立方公尺海淡水為專管供應南科廠商用水，如採政府為興辦主體（包含工程、勞務及財務採購)，如售水價格為一般自來水價，將遠低於海淡廠售水成本，易產生圖利廠商之疑義。

如考量促參方式，售水價格是以後續與用水廠商協調之價格為基準，此時可考量促參有償 BTO 等方式作為興辦模式，藉由民間設計、施工及營運一貫作業，減少工作界面且加速完工營運，如採有償 BTO 模式，由民間興建完成海淡廠後，政府以一次或分期給付建設經費以取得所有權，並委託該民間機構營運，營運期間屆滿後，營運權歸還政府。

政府機關如以促參法第 8 條第 1 項第 3 款之有償 BTO 作為興辦模式，就政府而言，不僅可引進民間經營效率，建設費用攤提於操作營運期計價，可減少政府短期財政壓力。惟興建完成後，政府仍需支付所有工程經費，對於紓解政府財政困境效果有限；就民間而言，因政府投資興建成本，投資風險相較於 BOT 低，較容易吸引民間投資。另亦可由用水廠商自行興辦海水淡化廠，以廠商自籌水源方式辦理。

上述針對興辦主體為政府機關或民間機構之情況說明興辦模式之可行性，惟後續興辦方式及興辦主體建議可依政府政策導向及實際狀況進行滾動式檢討調整。

(四)營運管理規劃

1、營運管理相關法令

如採政府興辦方式，後續營運管理採用委外方式，則依下列法令辦理：

(1)政府採購法

A、第 4 條（法人或團體辦理採購適用本法之規定）

法人或團體接受機關補助辦理採購，其補助金額占採購金額半數以上，且補助金額在公告金額以上者，適

用本法之規定，並應受該機關之監督。

B、第 5 條（委託法人或團體辦理採購）

機關採購得委託法人或團體代辦。

前項採購適用本法之規定，該法人或團體並受委託機關之監督。

(2)政府採購法施行細則：

A、第 2 條：機關補助法人或團體辦理採購，其補助金額達本法第四條規定者，受補助者於辦理開標、比價、議價、決標及驗收時，應受該機關監督。

前項採購關於本法及本細則規定上級機關行使之事項，由本法第四條所定監督機關為之。

B、第 4 條：機關依本法第五條第一項規定委託法人或團體代辦採購，其委託屬勞務採購。受委託代辦採購之法人或團體，並須具備熟諳政府採購法令之人員。

代辦採購之法人、團體與其受雇人及關係企業，不得為該採購之投標廠商或分包廠商。

2、營運方式

海淡廠興建廠商應負一定年限之操作維護及營運管理責任，工作內容包括海淡廠營運管理計畫內容包括供水量與水質要求、計價、供水管線維護、海淡廠之操作維護與正常供水及故障排除等，初步規劃應考量項目如後內容如表 5-6，另為提高營運管理操作，除了由臺水公司接管外，建議可設置技術顧問協助技術指導及營管檢核。

(五)開發及營運管理權屬

依國內過去海水淡化廠的推動經驗，本計畫針對台南海淡廠後續興建與營運管理等執行上有關聯之單位，進行不同興辦主體及興辦方式情況下，海淡水開發及營運管理之權責比較，如表 5-7 所示，考量本計畫尚屬可行性規劃階段，興辦主體可依未來政府政策導向及實際狀況進行協商合議後調整。

在經費分攤部分，如供水對象為公共用水，則建設及營管成本皆為政府負擔，使用者僅支付自來水價，其間差額由政府補貼。另針對工業用水專管專用，在政府推動海淡廠之前提下，配合建設費用及營管費用之成本負擔進行不同情境之說明，如表 5-8 所示。在專管供水之情況下，建設成本及營管成本如皆由用水廠商負擔，用水廠商所需支付之水價與自來水差價恐影響其用水意願；若興建費用比照傳統水資源開發計畫由政府負擔，而營運費用則由用水廠商負擔，並以契約關係與公權力介入，確保海淡水之去化，將有助於海淡廠之推動。

表 5-6 營運管理評估要項

項目	評估內容
營運年限	選用採購法或促參法
產水條件	除遇不可抗力或非歸責於廠商之因素，致海淡廠無法正常供水外，廠商每日至少需供應契約量並符合規定水質之海淡水
費用給付	營運管理費用之給付，以每立方公尺海淡水之產量計價，建議以月為單位，並透過嚴格且合理之契約規範廠商落實執行
違約懲處	如因非屬廠商之因素致無法正常供應海淡水時，仍應給付該期間所應給付金額之合理費用。產量不足時如無正當理由時，則將課以一定金額之違約金
水質要求	海淡水應符合契約最低要求，如水質不符最低要求，則需提出書面檢討報告交業主及總顧問審查，且該日營運管理費用不予計價，並對廠商處以罰鍰
履約督導	水質驗證、監測及履約成效，建議另案委託顧問機構辦理監督辦理

表 5-7 海淡廠開發與營管權責一覽表

興辦主體	興辦方式	開發單位	營管單位
政府機關	統包	水資源開發單位	供水公司
	BOT	水資源開發單位	特許公司
	有償 BTO	水資源開發單位	特許公司
	財物購水	供水公司	供水公司
民間機構	BOO	特許公司	特許公司

表 5-8 專管專用之海淡廠成本負擔說明

供水方式	建設成本	營管成本	說明	優點	缺點
專管專用	廠商負擔	廠商負擔	考量中央政府財政及民眾觀感，且基於使用者付費原則，海淡廠之興建及營運費用可由用水廠商以支付水價之方式分攤	1.政府財政負擔小 2.專管供水，基於使用者付費，民眾觀感佳 3.提升用水廠商節水意識	海淡水與自來水差價恐影響廠商用水意願
	政府負擔	廠商負擔	興建費用比照水資源開發計畫由政府負擔，營運費用則由用水廠商負擔，並配合長期契約關係與公權力介入，確保海淡水之有效去化	廠商僅負擔營運成本，可提升用水意願	為確保政府投資能回收，需由契約與公權力控管，程序較繁雜

二、推動期程評估

臺南海水淡化廠興辦作業始於民國 96 年辦理調查規劃，歷經民國 100、101 年辦理可行性規劃，民國 102 年辦理海域環境調查及計畫推動，民國 103 年辦理環境影響評估，惟因興辦計畫重新檢討，故目前環評將暫緩辦理。後續推動期程如表 5-9 所示，第一期之第一階段供水時程 108 年，包含前置作業、建廠階段（取排水、廠區土木機電工程一次建設完成，惟產水機組設備僅設置產水量每日 5 萬立方公尺）、試俥調整及驗收；第二階段供水時程則為 110 年，針對產水機組擴充（每日 5 萬立方公尺），故建設時程較第一階段短；而第二期每日產水 10 萬立方公尺之海淡廠則視用水需求滾動式檢討開發期程。相關第一期第一階段計畫推動時程說明如下：

(一)興辦計畫檢討：約 0.5 年。

(二)前置作業階段：包含環境影響評估、用地取得變更、報院計畫核定、經費取得及總顧問遴選，約 1.7 年。

(三)建廠階段：包含辦理發包作業、工程設計、補充調查、取排水管線及廠區土木機電工程，約 2 年。

(四)試俥調整及驗收：包含單體試俥、全廠試俥、整體試運轉及竣工驗收，約需 3 個月。

第一期第二階段則包含發包、設備機組擴充等建廠階段約 9 個月，試俥調整及驗收約 3 個月。

表 5-9　計畫推動期程檢討

	工作項目	工作內容	104 年	105 年	106 年	107 年	108 年	109 年	110 年	111 年
第一期	興辦計畫檢討	產水量規模及相關規劃檢討								
	前置作業階段	環境影響評估、審查及民意溝通								
		用地取得變更及報院 計畫核定、經費取得、總顧問遴選								
	建廠階段	辦理發包作業、工程設計、補充調查、取排水管線及廠區土木機電工程				第一階段		第二階段		
	試俥調整及驗收	單體試俥、全廠試俥、整體試運轉及竣工驗收								
第二期	前置作業階段		第二期視用水需求滾式檢討開發期程							
	建廠階段									
	試俥及驗收									

註：第一期土木設施於建廠階段將一次完成，分二階段各 5 萬立方公尺置入海水淡化設備及試俥

三、計畫總經費估算調整

海水淡化廠工程經費估算分為工程興建費用、營運費用及年計成本估算，估算方法及項目描述如下，與前期規畫項目不同詳表 5-9，主要為參考國發會相關經費參數調整。

(一)工程經費

本計畫從原規劃產水規模每日 10 萬立方公尺擴增為每日 20 萬立方公尺之海水淡化廠，在兩期供水時程及用水端不同之前提下，建議海淡廠分二期開發，第一期產水每日 10 萬立方公尺，第二期產水每日 10 萬立方公尺，產水規模全期共每日 20 萬立方公尺。淡化程序與前期規劃相同，惟因前後二期取排水工程、輸水路線不同配置，及估算參數等部分之調整（詳表 5-10），工程經費有所更動；其中土地取得方式採有償撥用方式，一次取得全期用地 12 公頃（費用約 0.58 億元）。相關工程經費估算依照含輸水路線與不含輸水路線分別列如表 5-11 至表 5-12 所示。預估海淡廠第一期及第二期工程建造成本（含輸水）共計 84.44 億元及 88.56 億元，海淡廠第一期及第二期工程建造成本（不含輸水）共計 61.96 億元及 61.29 億元。

表 5-10 計畫總經費估算參數調整比較表

編號	項目內容	前期計算參數	本年度計算參數
1	基本設計費	直接工作費之 1%	—
2	細部設計費	直接工作費之 3%	—
3	間接工作費	直接工程成本之 10%	—
4	工程預備費	直接工程成本之 10%	—
5	物價調整費	逐年 1.5%調整	逐年 1.4%調整
6	年息	以 3%複利計算	以 2%複利計算

表 5-11 含輸水路線海淡廠工程經費

項次	品名	前期規劃	本年度（億元）		備註
			第一期	第二期	
壹	設計階段作業費	0.65	2.53	2.70	基設及細設 （直接工程成本 4%）
貳	用地取得及補償費	—	1.36	0.00	
	漁業權補償費	0.51	0.51	0.00	
	用地取得費	—	0.85	—	包含海淡廠一、二期用地及麻豆區混合池用地
參	工程建造費	80.45	76.93	82.05	
	一、直接工程成本	65.13	63.22	67.43	
	(一)取排水工程	16.42	11.55	11.89	
	(二)輸水工程	13.56	16.57	20.36	
	(三)海淡廠工程	33.87	33.86	33.86	
	(四)施工安全衛生及環保措施	1.28	1.24	1.32	(一)~(三)項總和之 2%
	二、間接工程費	6.51	6.32	6.74	直接工程成本之 10%
	三、工程預備費	6.51	6.32	6.74	直接工程成本之 10%
	四、物價調整費	2.3	1.06	1.13	平均每年上漲 1.4%複利
肆	其他費用	1.95	1.90	2.02	直接工程成本之 3%
伍	總工程經費	83.56	82.71	86.77	壹~肆項之和
陸	施工期間利息	3.90	1.73	1.79	總工程費年息 2%複利估列
柒	建造成本	87.46	84.44	88.56	伍~陸項之和

表 5-12　不含輸水路線海淡廠工程經費

項次	品名	本年度（億元）		備註
		第一期	第二期	
壹	設計階段作業費	1.85	1.87	基設及細設 （直接工程成本 4%）
貳	用地取得及補償費	1.09	—	
	漁業權補償費	0.51	—	
	用地取得費	0.58	—	包含海淡廠一、二期用地
參	工程建造費	56.36	56.78	
	一、直接工程成本	46.32	46.67	
	(一)取排水工程	11.55	11.89	
	(二)輸水工程	0.00	0.00	
	(三)海淡廠工程	33.86	33.86	
	(四)施工安全衛生及環保措施	0.91	0.92	(一)~(三)項總和之 2%
	二、間接工程費	4.63	4.67	直接工程成本之 10%
	三、工程預備費	4.63	4.67	直接工程成本之 10%
	四、物價調整費	0.78	0.78	平均每年上漲 1.4%複利
肆	其他費用	1.39	1.40	直接工程成本之 3%
伍	總工程經費	60.69	60.05	壹~肆項之和
陸	施工期間利息	1.27	1.24	總工程費年息 2%複利估列
柒	建造成本	61.96	61.29	伍~陸項之和

(二)營運操作費

海水淡化廠之操作維護費主要包括能源費用、人事費、土木機械與電器設施更新及維護費、藥品費、薄膜更換費(UF 膜更換頻率為 4 年一次，RO 則以 3 年更換一次)及其他費用等，本年度經檢討結果，海淡廠之年維護運轉費用估列如表 5-13。以分期開發時，第一期每年維護運轉費用分別約 7.05 億元（含輸水）及 6.70 億元（不含輸水）。第二期每年維護運轉費用分別約 7.05 億元（含輸水）及 6.70 億元（不含輸水）。

表 5-13　分期開發海淡廠之年維護運轉費用估算

單位：萬元

名稱	前期規劃（含輸水）	本年度			
		第一期		第二期	
		含輸水	不含輸水	含輸水	不含輸水
能源費用	32,741	33,741	30,572	33,741	30,572
藥品費	3,833	3,833	3,833	3,833	3,833
人事費用	1,890	1,890	1,890	1,890	1,890
更新及維護費	3,089	3,089	2,846	3,089	2,846
膜更換費	27,226	27,226	27,226	27,226	27,226
其他費用	720	720	653	720	653
合計	69,498	70,498	67,019	70,498	67,019

(三)年計成本估算

年計成本係指在經濟分析年限內，每年平均分攤工程建造成本之固定年成本、營運期間年運轉維護等費用，其中固定年成本包括利息、償債基金、期中換新準備金、保險費及稅捐等。參考一般海水淡化廠經濟年限以 20 年計算，各項費用估算說明如下：

(1)年利息

投資之利息負擔，依據國家發展委員會最新公告係以建造成本 2.0%估算，公式如下：

利息=P×i

上式中，P 為建造成本，i 為年利率。

(2)年償債基金

為投資之清償年金，採用積金法，每年提存等值之金額，以年利率複利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建造成本，計算公式如下：

$$\text{年償債基金}=\left[\frac{(1+i)^n i}{(1+i)^n-1}-i\right]p$$

n 為幾年，當年利率 2%及經濟分析年限為 20 年時，年償債基金為建造成本之 4.116%。

(3)年保險費及稅捐

假設保險費及稅捐每年平均分攤，保險費及稅捐分別以總

工程費之 0.12%及 0.5%估算，合計 0.62%。

(4)年換新準備金

各項工程設施之耐用年限長短不一，運轉期中，部分工程設施需定期換新，以避免影響正常功能。年換新準備金主要為機電設施之換新，而機電設備中大部分為薄膜費用，RO 膜及 UF 膜保守估計分別以每 3 年及每 4 年換新一次估算，併入營運操作費用估列，其餘機電換新可於維護費用中取代。

(5)年操作費用

海水淡化廠營運期間每年需支付人事費、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。

(6)年運轉維護費

估算各機械電氣設備之零件與管件耗材更換維修費，以管線工程與機電工程之 0.5%估算。

本年度經檢討結果，分期開發模式海淡廠之第一期及第二期含輸水單位造水成本分別為 33.93 元/立方公尺及 34.63 元/立方公尺(表 5-14)；第一期及第二期不含輸水單位造水成本分別為 29.14 元/立方公尺及 29.03 元/立方公尺（表 5-15）。

表 5-14　海淡廠之單位造水成本（含輸水路線）

名稱	前期規劃	本年度		備註
		第一期	第二期	
一、年建造成本	5.73	5.16	5.42	
1.年利息(億元)	2.48	1.69	1.77	建造成本 2%
2.年償債基金(億元)	3.25	3.48	3.65	建造成本 4.116%
二、年運轉成本	7.05	7.05	7.05	
1.年保險費及稅捐(億元)	0.10	0.51	0.54	總工程費 0.62%
2.年換新準備金(億元)	-	2.72	2.72	膜更換費用
3.年操作費用(億元)	-	3.50	3.46	電費、人事、藥費、水質檢測、污泥處理
4.年運轉維護費(億元)	6.95	0.31	0.33	主體及管線工程 0.5%
A.單位建造成本(元/立方公尺)	15.70	14.35	15.05	
B.單位運轉成本(元/立方公尺)	19.32	19.58	19.58	
C.單位供水成本(元/立方公尺)	35.02	33.93	34.63	A+B

表 5-15　海淡廠之單位造水成本（不含輸水路線）

名稱	本年度		備註
	第一期	第二期	
一、年建造成本	3.79	3.75	
1.年利息(億元)	1.24	1.23	建造成本 2%
2.年償債基金(億元)	2.55	2.52	建造成本 4.116%
二、年運轉成本	6.70	6.70	
1.年保險費及稅捐(億元)	0.38	0.37	總工程費 0.62%
2.年換新準備金(億元)	2.72	2.72	膜更換費用
3.年操作費用(億元)	3.38	3.38	電費、人事、藥費、水質檢測、污泥處理
4.年運轉維護費(億元)	0.23	0.23	主體及管線工程 0.5%
A.單位建造成本(元/立方公尺)	10.53	10.41	
B.單位運轉成本(元/立方公尺)	18.62	18.62	
C.單位供水成本(元/立方公尺)	29.14	29.03	A+B

(四)其他特殊情境

(1)含除硼設備

本計畫考量其他情境，於整體調度用水，第一及第二期皆供應對於硼有特殊需求之工業用水狀況下；如除硼離子交換樹脂處理量為 1/3 全廠設計產水量，混合後出水硼離子濃度約在 0.05 mg/L 以下，第一期所需工程費約為 1.98 億元，第二期為 1.98 億元。納入除硼設備後工程經費、運轉費用及單位造水成本詳表 5-16 至表 5-20。第一期及第二期含輸水單位造水成本分別為 35.40 元/立方公尺及 36.10 元/立方公尺，較不含除硼設備提高了 1.47 元/立方公尺；第一期及第二期不含輸水單位造水成本分別為 30.61 元/立方公尺及 30.50 元/立方公尺，較不含除硼設備提高了 1.47 元/立方公尺。

表 5-16 含除硼設備海淡廠工程經費（含輸水路線）

項次	品名	本年度（億元）		備註
		第一期	第二期	
壹	設計階段作業費	2.59	2.76	基設及細設 （直接工程成本 4%）
貳	用地取得及補償費	1.36	0.00	
	漁業權補償費	0.51	0.00	
	用地取得及補償費	0.85		包含海淡廠一、二期用地及麻豆區混合池用地
參	工程建造費	78.76	83.89	
	一、直接工程成本	64.73	68.94	
	(一)取排水工程	11.55	11.89	
	(二)輸水工程	16.57	20.36	
	(三)海淡廠工程	35.34	35.34	
	(四)施工安全衛生及環保措施	1.27	1.35	(一)~(三)項總和之 2%
	二、間接工程費	6.47	6.89	直接工程成本之 10%
	三、工程預備費	6.47	6.89	直接工程成本之 10%
	四、物價調整費	1.09	1.16	平均每年上漲 1.4%複利
肆	其他費用	1.94	2.07	直接工程成本之 3%
伍	總工程經費	84.65	88.71	壹~肆項之和
陸	施工期間利息	1.77	1.83	總工程費年息 2%複利估列
	建造成本	86.43	90.54	伍~陸項之和

表 5-17　含除硼設備海淡廠工程經費（不含輸水路線）

項次	品名	本年度（億元）		備註
		第一期	第二期	
壹	設計階段作業費	1.91	1.93	基設及細設 （直接工程成本 4%）
貳	用地取得及補償費	1.09	0.00	
	漁業權補償費	0.51		
	用地取得及補償費	0.58		包含海淡廠一、二期用地
參	工程建造費	56.36	56.78	
	一、直接工程成本	46.32	46.67	
	(一)取排水工程	11.55	11.89	
	(二)輸水工程	0.00	0.00	
	(三)海淡廠工程	33.86	33.86	
	(四)施工安全衛生及環保措施	0.91	0.92	(一)~(三)項總和之 2%
	二、間接工程費	4.63	4.67	直接工程成本之 10%
	三、工程預備費	4.63	4.67	直接工程成本之 10%
	四、物價調整費	0.78	0.78	平均每年上漲 1.4%複利
肆	其他費用	1.39	1.40	直接工程成本之 3%
伍	總工程經費	60.69	60.05	壹~肆項之和
陸	施工期間利息	1.27	1.24	總工程費年息 2%複利估列
柒	建造成本	61.96	61.29	伍~陸項之和

表 5-18　分期開發海淡廠之年維護運轉費用估算（含除硼）

名稱	本年度(千元)			
	第一期		第二期	
	含輸水	不含輸水	含輸水	不含輸水
能源費用	337,405,000	305,715,000	337,405,000	305,715,000
藥品費	39,325,000	39,325,000	39,325,000	39,325,000
人事費用	18,900,000	18,900,000	18,900,000	18,900,000
土木、機械、電氣設備更新及維護費	30,890,000	28,460,000	30,890,000	28,460,000
膜更換費（UF：4 年，RO：3 年，除硼樹脂：5 年）	312,262,000	312,262,000	312,262,000	312,262,000
其他費用	7,200,000	6,526,173	7,200,000	6,526,173
合計	745,982,000	711,188,173	745,982,000	711,188,173

表 5-19 含除硼設備海淡廠之單位造水成本（含輸水路線）

名稱	本年度		備註
	第一期	第二期	
一、年建造成本	5.29	5.54	
1.年利息(億元)	1.73	1.81	建造成本 2%
2.年償債基金(億元)	3.56	3.73	建造成本 4.116%
二、年運轉成本	7.46	7.46	
1.年保險費及稅捐(億元)	0.52	0.55	總工程費 0.62%
2.年換新準備金(億元)	3.52	3.12	膜更換費用
3.年操作費用(億元)	3.10	3.45	電費、人事、藥費、水質檢測、污泥處理
4.年運轉維護費(億元)	0.32	0.34	主體及管線工程 0.5%
A.單位建造成本(元/立方公尺)	14.68	15.38	
B.單位運轉成本(元/立方公尺)	20.72	20.72	
C.單位供水成本(元/立方公尺)	35.40	36.10	A+B

表 5-20 含除硼設備海淡廠之單位造水成本（不含輸水路線）

名稱	本年度		備註
	第一期	第二期	
一、年建造成本	3.91	3.87	
1.年利息(億元)	1.28	1.26	建造成本 2%
2.年償債基金(億元)	2.63	2.60	建造成本 4.116%
二、年運轉成本	7.11	7.11	
1.年保險費及稅捐(億元)	0.39	0.38	總工程費 0.62%
2.年換新準備金(億元)	3.12	3.12	膜更換費用
3.年操作費用(億元)	3.37	3.37	電費、人事、藥費、水質檢測、污泥處理
4.年運轉維護費(億元)	0.23	0.24	主體及管線工程 0.5%
A.單位建造成本(元/立方公尺)	10.85	10.74	
B.單位運轉成本(元/立方公尺)	19.76	19.76	
C.單位供水成本(元/立方公尺)	30.61	30.50	A+B

(2)豐水期最低負荷運轉

本計畫初步規劃臺南海水淡化廠為分期開發，各產水規模為每日 10 萬立方公尺，第一期以供應公共用水；考量整體供需，豐水期湖庫水量足以因應用水需求，海淡廠無供水需求，惟海淡廠需維持最低負荷運轉以保證設備之正常功能。參考新加坡 Tuas 大泉海淡廠，可於發包階段之招標文件中敘明豐水期供水量為全量之 1 成，即機組以輪用方式產水規模每日 1 萬立方公尺，減量供水降低營運成本；而於枯水期可全量供應每日 10 萬立方公尺。第二期以專管供應工業用水為主，因工業之用水需求較為穩定，海淡水供水亦較為穩定，不受乾旱缺水影響。

因此，於第一期豐水期可假設能耗、藥品為枯水期全量之 1 成、人事費為枯水期全量之 1/3、其他費用維持不變的情況下重新估算年維護運轉費用（表 5-21）。以分期開發時，第一期每年維護運轉費用分別約 1.55 億元（含輸水）及 1.52 億元（不含輸水），較枯水期全量產水分別減少了 5.55 億元及 5.18 億元。然因水量以 1 成供應，但人事、土木、機械維護、膜更換及其他費用無法依比例減少，因此，單位運轉成本反而增加為 42.94 元/立方公尺（含輸水）及 42.07 元/立方公尺（不含輸水），較枯水期全量產水分別增加了 23.62 及 23.45 元/立方公尺。

表 5-21　分期開發海淡廠之年維護運轉費用估算（豐水期）

名稱	第一期	
	含輸水	不含輸水
能源費用	33,740,500	33,740,500
藥品費	3,832,500	3,832,500
人事費用	6,300,000	6,300,000
土木、機械、電氣設備更新及維護費	30,890,000	28,460,000
膜更換費（UF：10 年，RO：10 年）	72,603,200	72,603,200
其他費用	7,200,000	6,526,173
合計	154,566,200	151,462,373
單位運轉成本(元/立方公尺)	42.94	42.07

第六章　環境生態補充監測調查

一、生態調查方法、範圍與頻度之依據

(一)生態調查範圍與採樣點位置

本計畫海淡廠址位於臺南市將軍區境內，基地東側緊鄰西濱快速道路，南側緊鄰南 26 鄉道，西側為南 25-1 鄉道，基地面積約為 12 公頃。本計畫工程範圍包括計畫廠址及取排水管線，故新增調查範圍除了既有的計畫廠址及其周邊 1 公里外，尚包括取排水管線周界 1 公里(圖 6-1)；海域生態測站包含潮間帶 3 點及亞潮帶 6 點(圖 6-2)。

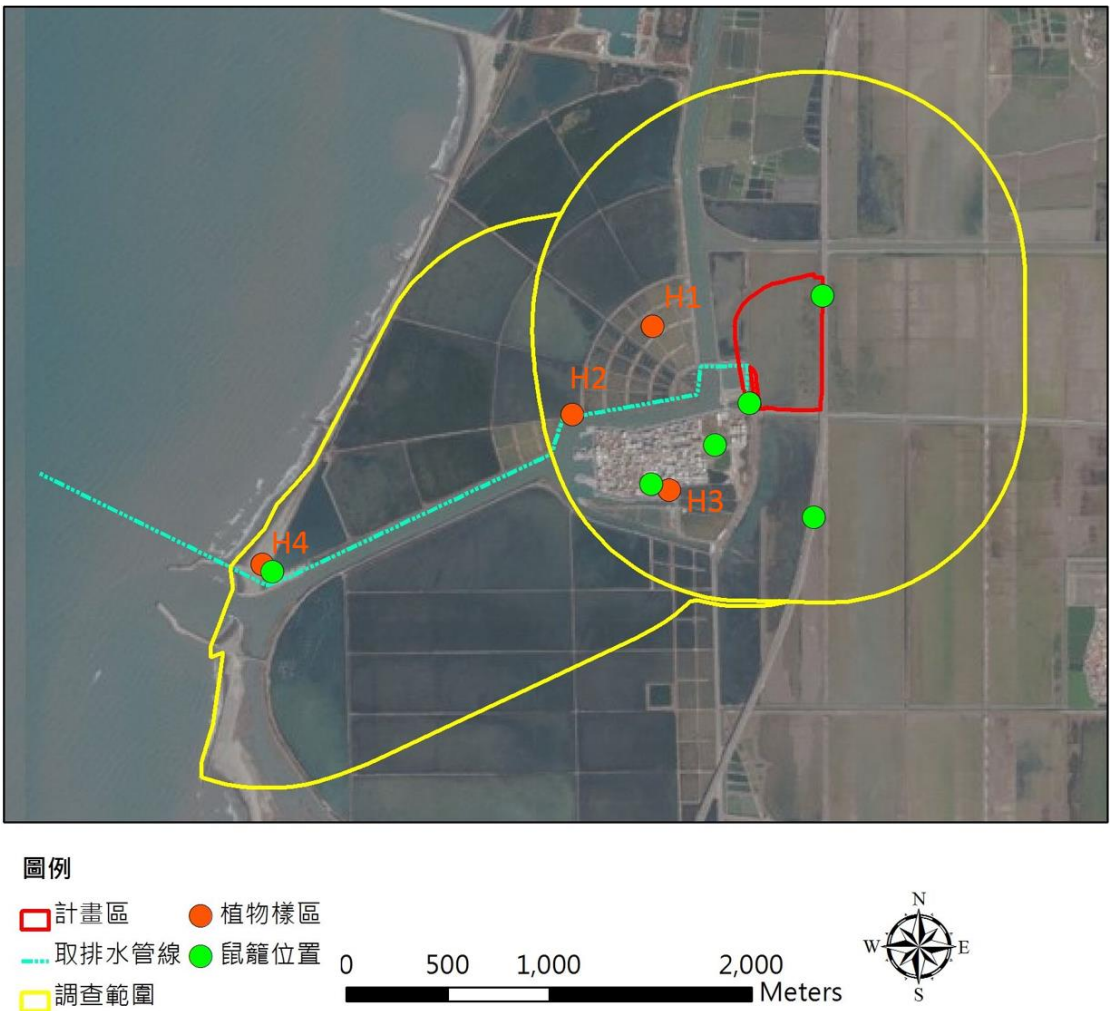


圖 6-1　陸域生態調查位置圖

(二)生態調查依據

生態調查範圍、方法內容及報告之撰寫係依據行政院環境保護署公告之「動物生態評估技術規範」（民國 100 年 7 月 12 日環署綜字第 1000058665C 號公告）與「植物生態評估技術規範」（民國 91 年 3 月 28 日環署綜字第 0910020491 號公告）。由於本計畫基地、取排水管線之調查範圍多屬第一級區域，僅取排水管線處部分屬第二級區域；依動物技術規範之規定，其最低調查頻度兩季，每季一次，每次至少相隔 75 天至 90 天。

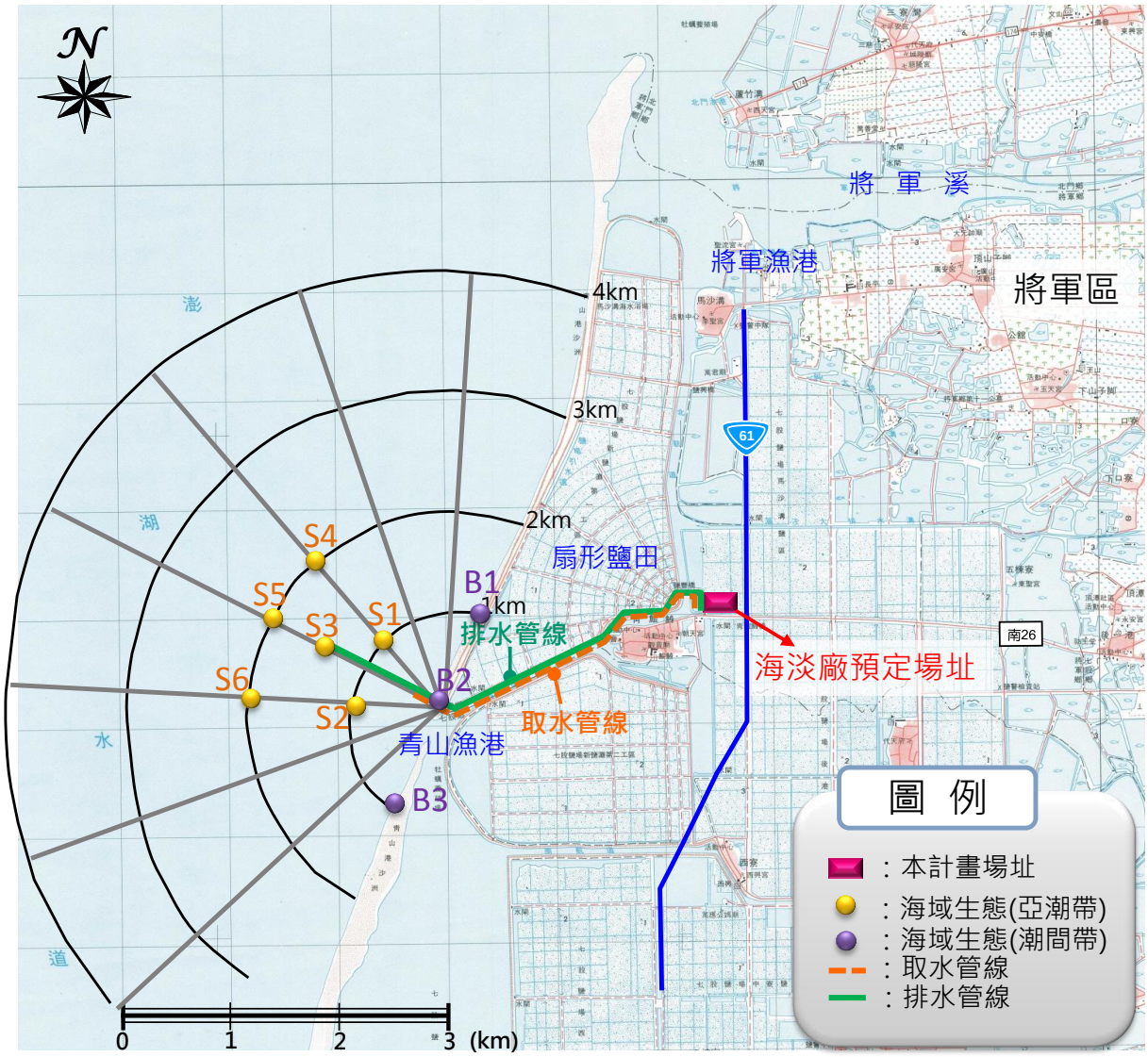


圖 6-2　海域生態調查位置圖

(三)調查日期

1、陸域生態

(1)第 1 次調查：民國 103 年 6 月 23 日～6 月 26 日。

(2)第 2 次調查：民國 103 年 10 月 28 日～10 月 31 日。

(3)第 3 次調查：民國 104 年 9 月 8 日～9 月 11 日。

(4)第 4 次調查：民國 104 年 12 月 1 日～12 月 4 日。

2、海域生態

(1)第 1 次調查：亞潮帶民國 103 年 7 月 14 日～7 月 15 日；潮間帶民國 103 年 7 月 15 日 16:30～18:00（最低潮時間為 18:19）。

(2)第 2 次調查：亞潮帶民國 103 年 11 月 24 日～11 月 25 日；潮間帶民國 103 年 11 月 25 日 14:45～16:15（最低潮時間為 16:08）。

(3)第 3 次調查：亞潮帶民國 104 年 9 月 8 日～9 月 9 日；民國 104 年 9 月 8 日 10:31～12:08（最低潮時間為 12:44）。

(4)第 4 次調查：亞潮帶民國 104 年 12 月 21 日~12 月 22 日；民國 104 年 12 月 10 日 12:50～14:00（最低潮時間為 15:09）。

(四)環境現況

調查範圍位於低海拔平原地區，計畫區內主要為水域環境、道路及草生荒地，鄰近地區則多為公園綠地、草生荒地、水域環境及人造設施。於 104 年 9 月執行第 1 次調查，平均溫度為 28.4℃，降雨量 192.0mm；12 月第 2 次調查時，平均溫度為 21.9℃，降雨量 3.5mm。

二、歷次調查成果及綜合比較

(一)陸域植物生態

統整 4 次調查結果如表 6-1，並說明如下：

表 6-1 陸域生態調查結果摘要

時間 / 類別	103 年結果			104 年結果		
	科	種	數量(隻次)	科	種	數量(隻次)
植物	45	122	-	47	150	-
哺乳類	3	4	46	3	4	40
鳥類	21	42	1,139	19	32	2,751
兩棲類	-	-	-	-	-	-
爬蟲類	2	4	60	3	3	47
蝶類	4	15	209	4	10	161

備註：103 年調查範圍包括廠址及其周邊 1 公里，104 年調查範圍包括廠址、其周邊 1 公里及取排水管線周界 1 公里。

1、植物種類調查

(1)植物歸隸屬性分析

本季調查全區共記錄維管束植物 47 科 122 屬 150 種，其中蕨類植物佔 1 科 1 屬 1 種，裸子植物佔 1 科 1 屬 2 種，雙子葉植物佔 40 科 88 屬 106 種，單子葉植物佔 5 科 32 屬 41 種。按植物生長型劃分，計有喬木 40 種、灌木 20 種、木質藤本 3 種、草質藤本 13 種及草本 74 種。依植物屬性區分，計有原生種 81 種，歸化種 45 種中包含入侵種 12 種，栽培種則有 24 種。

計畫區及調查範圍共記錄維管束植物 45 科 105 屬 124 種，其中蕨類植物佔 1 科 1 屬 1 種，裸子植物佔 1 科 1 屬 2 種，雙子葉植物佔 38 科 80 屬 91 種，單子葉植物佔 5 科 23 屬 30 種。按植物生長型劃分，計有喬木 37 種、灌木 17 種、木質藤本 3 種、草質藤本 10 種及草本 57 種。依植物屬性區分，計有原生種 69 種。歸化種 36 種中包含入侵種 11 種，栽培種則有 19 種。

排水管線周邊調查範圍共記錄維管束植物 29 科 70 屬 82

種，其中裸子植物佔 1 科 1 屬 1 種，雙子葉植物佔 24 科 46 屬 54 種，單子葉植物佔 4 科 23 屬 27 種。按植物生長型劃分，計有喬木 19 種、灌木 10 種、木質藤本 1 種、草質藤本 10 種及草本 42 種。依植物屬性區分，計有原生種 50 種。歸化種 21 種中包含入侵種 9 種，栽培種則有 11 種（表 6-2 及表 6-3）。

由歸隸屬性分析發現，本地植物生長型以草本植物佔 49.3%最多，喬木佔 26.7%次之；物種組成中，有 54.0%為原生種，30.0%為歸化種（含入侵種 8.0%），16.0%為栽培種，即有 46.0%植物為外來種。

(2)珍稀特有植物分佈現況

於樣區及調查路線並未記錄有文資法公告及屬環保署植物生態評估技術規範之珍貴稀有植物，且未有老樹記錄。濱海灘地有記錄紅樹林植物紅海欖及欖李，為南部沿海常見之野生植物。另記錄有紅樹林伴生植物苦藍盤，為南部沿海稀有之植物。

(3)入侵植物分佈現況

入侵植物計有 12 種（表 6-4），比例以其中以菊科（3 種）最高，豆科、旋花科及禾本科（以上為 2 種）次之。數量較豐富者有銀合歡、田菁（以上為豆科）、大花咸豐草（菊科）、大黍及舖地黍（禾本科），主要分佈於開墾後的裸露地、道路及人造設施周邊之草生地。

表 6-2　本計畫調查植物名錄(1/12)

分類	中文科名	生長型	區系	特稀有	學名	中文名	103年度調查	本次調查	
								計畫區及調查範圍	排水管線
蕨類植物	木賊科	草本	原生		*Equisetum ramosissimum* Desf.	木賊	*	*	
裸子植物	南洋杉科	喬木	栽培		*Araucaria cunninghamii* Aiton *ex* D.Don	肯氏南洋杉	*	*	
		喬木	栽培		*Araucaria heterophylla* (Salisb.) Franco	小葉南洋杉	*	*	*
雙子葉植物	木麻黃科	喬木	栽培		*Casuarina equisetifolia* L.	木麻黃	*	*	*
	桑科	喬木	原生		*Broussonetia papyrifera* (L.) L'Herit. *ex* Vent.	構樹	*	*	
		喬木	栽培		*Ficus carica* L.	無花果	*	*	
		喬木	原生		*Ficus microcarpa* L. f.	榕樹	*	*	*
		木質藤本	原生		*Ficus pumila* L.	薜荔	*	*	
		喬木	歸化		*Ficus religiosa* L.	菩提樹	*	*	
		喬木	歸化		*Morus alba* L.	桑樹			*
		喬木	原生		*Morus australis* Poir.	小桑樹	*	*	*
	番杏科	草本	原生		*Sesuvium portulacastrum* (L.) L.	海馬齒	*	*	*
		草本	歸化		*Trianthemum portulacastrum* L.	假海馬齒	*	*	
	馬齒莧科	草本	原生		*Portulaca oleracea* L.	馬齒莧	*	*	*

備註：1、「分類」欄顯示植物之高階分類群，可分為蕨類植物、裸子植物、單子葉植物及雙子葉植物。

2、「科名」、「學名」及「中文名」欄分別顯示植物分類之中文科名、拉丁文學名及中文俗名。

3、「生長型」欄顯示植物之生長（生活）類型，可分為喬木、灌木、木質藤本、草質藤本及草本。

4、「區系」欄顯示植物區位屬性，可分為原生（種）、歸化（種）及栽培（種）；原生之臺灣地區特有物種為特有（種），歸化之外來入侵物種為入侵（種）。詳細區分依據請參閱調查方法中相關參考文獻。

5、「特稀有」欄顯示環保署植物生態評估技術規範（2001）中之特稀有植物分級，按稀有程度區分為第一至第四級，並以第一級最具保育迫切性；另註明文資法公告之珍貴稀有植物。

表 6-2 本計畫調查植物名錄(2/12)

分類	中文科名	生長型	區系	特稀有	學名	中文名	103年度調查	本次調查	
								計畫區及調查範圍	排水管線
		草本	原生		*Portulaca pilosa* L.	毛馬齒莧	*	*	*
		草本	歸化		*Portulaca pilosa* L. subsp. *grandiflora* (Hook.) Greesink	大花馬齒莧			*
	莧科	草本	原生		*Achyranthes aspera* L. var. *indica* L.	印度牛膝	*	*	*
		草本	歸化		*Amaranthus patulus* Bertoloni	青莧	*	*	
		草本	原生		*Atriplex maximowicziana* Makino	馬氏濱藜	*	*	*
		草本	歸化		*Gomphrena celosioides* Mart.	假千日紅			*
		草本	原生		*Suaeda maritima* (L.) Dum.	裸花鹼蓬	*	*	
	仙人掌科	灌木	歸化		*Opuntia dillenii* (Ker) Haw.	仙人掌			*
	木蘭科	喬木	栽培		*Michelia alba* DC.	白玉蘭	*	*	
	番荔枝科	喬木	栽培		*Annona squamosa* L.	番荔枝	*	*	*
	防己科	木質藤本	原生		*Cocculus orbiculatus* (L.) DC.	木防己	*	*	*
	藤黃科	喬木	原生		*Calophyllum inophyllum* L.	瓊崖海棠	*	*	
		喬木	原生		*Garcinia multiflora* Champ.	福木	*	*	
	海桐科	喬木	原生		*Pittosporum pentandrum* (Blanco) Merr.	台灣海桐	*	*	

備註：1、「分類」欄顯示植物之高階分類群，可分為蕨類植物、裸子植物、單子葉植物及雙子葉植物。

2、「科名」、「學名」及「中文名」欄分別顯示植物分類之中文科名、拉丁文學名及中文俗名。

3、「生長型」欄顯示植物之生長（生活）類型，可分為喬木、灌木、木質藤本、草質藤本及草本。

4、「區系」欄顯示植物區位屬性，可分為原生（種）、歸化（種）及栽培（種）；原生之臺灣地區特有物種為特有（種），歸化之外來入侵物種為入侵（種）。詳細區分依據請參閱調查方法中相關參考文獻。

5、「特稀有」欄顯示環保署植物生態評估技術規範（2001）中之特稀有植物分級，按稀有程度區分為第一至第四級，並以第一級最具保育迫切性；另註明文資法公告之珍貴稀有植物。

表 6-2 本計畫調查植物名錄(3/12)

分類	中文科名	生長型	區系	特稀有	學名	中文名	103年度調查	本次調查	
								計畫區及調查範圍	排水管線
		灌木	原生		*Pittosporum tobira* Ait.	海桐	*	*	
	薔薇科	喬木	原生		*Rhaphiolepis indica* (L.) Lindl. *ex* Ker var. *umbellata* (Thunb. *ex* Murray) Ohashi	厚葉石斑木	*	*	
	豆科	草本	歸化		*Alysicarpus ovalifolius* (Schum.) J. Leonard	圓葉煉莢豆	*	*	
		草本	原生		*Alysicarpus vaginalis* (L.) DC.	煉莢豆			*
		草本	栽培		*Arachis duranensis* Krapov. & W.C. Gregory	蔓花生			*
		喬木	歸化		*Bauhinia purpurea* L.	洋紫荊	*	*	
		喬木	入侵		*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit	銀合歡	*	*	*
		喬木	原生		*Millettia pinnata* (L.) G. Panigrahi	水黃皮	*	*	*
		灌木	入侵		*Sesbania cannabiana* (Retz.) Poir	田菁	*	*	*
		草質藤本	原生		*Vigna marina* (Burm.) Merr.	濱豇豆	*	*	*
	酢漿草科	草本	原生		*Oxalis corniculata* L.	酢漿草	*	*	
	大戟科	灌木	栽培		*Codiaeum variegatum* (L.) A.Juss.	變葉木	*	*	
		草本	歸化		*Euphorbia hirta* (L.) Millsp.	大飛揚草	*	*	*

備註：1、「分類」欄顯示植物之高階分類群，可分為蕨類植物、裸子植物、單子葉植物及雙子葉植物。

2、「科名」、「學名」及「中文名」欄分別顯示植物分類之中文科名、拉丁文學名及中文俗名。

3、「生長型」欄顯示植物之生長（生活）類型，可分為喬木、灌木、木質藤本、草質藤本及草本。

4、「區系」欄顯示植物區位屬性，可分為原生（種）、歸化（種）及栽培（種）；原生之臺灣地區特有物種為特有（種），歸化之外來入侵物種為入侵（種）。詳細區分依據請參閱調查方法中相關參考文獻。

5、「特稀有」欄顯示環保署植物生態評估技術規範（2001）中之特稀有植物分級，按稀有程度區分為第一至第四級，並以第一級最具保育迫切性；另註明文資法公告之珍貴稀有植物。

表 6-2 本計畫調查植物名錄(4/12)

分類	中文科名	生長型	區系	特稀有	學名	中文名	103年度調查	本次調查	
								計畫區及調查範圍	排水管線
		草本	歸化		*Euphorbia serpens* (H. B. & K.) Small	匍根大戟			*
		喬木	原生		*Excoecaria agallocha* L.	土沉香	*	*	
		灌木	原生		*Excoecaria cochinchinensis* var. *formosana* (Hayata) Hurus.	台灣土沉香	*	*	
		喬木	原生		*Macaranga tanarius* (L.) Muell.-Arg.	血桐	*	*	*
	葉下珠科	喬木	原生		*Bischofia javanica* Bl.	茄苳	*	*	
		灌木	原生		*Breynia officinalis* Hemsley	紅仔珠	*	*	*
		灌木	原生		*Flueggea virosa* (Roxb. *ex* Willd.) Voigt	密花白飯樹			*
		喬木	原生		*Phyllanthus multiflorus* Willd.	多花油柑	*	*	*
		草本	原生		Sauropus bacciforme (L.) Webster	假葉下珠	*	*	
	漆樹科	喬木	栽培		*Mangifera indica* L.	芒果	*	*	
	無患子科	草質藤本	歸化		*Cardiospermum halicacabum* L.	倒地鈴	*	*	
		喬木	入侵		*Dimocarpus longan* (Lour.)	龍眼	*	*	
	葡萄科	木質藤本	原生		*Ampelopsis brevipedunculata* (Maxim.) Traut. var. *hancei* (Planch.) Re	漢氏山葡萄	*	*	

備註：1、「分類」欄顯示植物之高階分類群，可分為蕨類植物、裸子植物、單子葉植物及雙子葉植物。

2、「科名」、「學名」及「中文名」欄分別顯示植物分類之中文科名、拉丁文學名及中文俗名。

3、「生長型」欄顯示植物之生長（生活）類型，可分為喬木、灌木、木質藤本、草質藤本及草本。

4、「區系」欄顯示植物區位屬性，可分為原生（種）、歸化（種）及栽培（種）；原生之臺灣地區特有物種為特有（種），歸化之外來入侵物種為入侵（種）。詳細區分依據請參閱調查方法中相關參考文獻。

5、「特稀有」欄顯示環保署植物生態評估技術規範（2001）中之特稀有植物分級，按稀有程度區分為第一至第四級，並以第一級最具保育迫切性；另註明文資法公告之珍貴稀有植物。

表 6-2　本計畫調查植物名錄(5/12)

分類	中文科名	生長型	區系	特稀有	學名	中文名	103年度調查	本次調查	
								計畫區及調查範圍	排水管線
	錦葵科	草本	原生		*Abutilon indicum* (L.) Sweet	冬葵子	*	*	*
		喬木	原生		*Heritiera littoralis* Dryand.	銀葉樹	*	*	
		灌木	歸化		*Hibiscus rosa-sinensis* L.	朱槿	*	*	
		喬木	原生		*Hibiscus tiliaceus* L.	黃槿	*	*	*
		草本	歸化		*Malvastrum coromandelianum* (L.) Garcke	賽葵			*
		灌木	歸化		*Malvaviscus arboreus* Cav.	南美朱槿	*	*	
		草本	原生		*Sida cordifolia* L.	圓葉金午時花			*
		草本	原生		*Sida rhombifolia* L.	金午時花	*	*	*
	西番蓮科	草質藤本	入侵		*Passiflora foetida* L. var. *hispida* (DC. *ex* Triana & Planch.) Killip	毛西番蓮	*	*	*
	檉柳科	灌木	栽培		*Tamarix aphylla* (L.) Karst.	無葉檉柳	*	*	
	番木瓜科	喬木	歸化		*Carica papaya* L.	木瓜			*
	葫蘆科	草質藤本	栽培		*Luffa cylindrica* (L.) M. Roem.	絲瓜			*
		草質藤本	歸化		*Momordica charantia* L. var. *abbreviata* Ser.	短角苦瓜	*	*	

備註：1、「分類」欄顯示植物之高階分類群，可分為蕨類植物、裸子植物、單子葉植物及雙子葉植物。

2、「科名」、「學名」及「中文名」欄分別顯示植物分類之中文科名、拉丁文學名及中文俗名。

3、「生長型」欄顯示植物之生長（生活）類型，可分為喬木、灌木、木質藤本、草質藤本及草本。

4、「區系」欄顯示植物區位屬性，可分為原生（種）、歸化（種）及栽培（種）；原生之臺灣地區特有物種為特有（種），歸化之外來入侵物種為入侵（種）。詳細區分依據請參閱調查方法中相關參考文獻。

5、「特稀有」欄顯示環保署植物生態評估技術規範（2001）中之特稀有植物分級，按稀有程度區分為第一至第四級，並以第一級最具保育迫切性；另註明文資法公告之珍貴稀有植物。

表 6-2 本計畫調查植物名錄(6/12)

分類	中文科名	生長型	區系	特稀有	學名	中文名	103年度調查	本次調查	
								計畫區及調查範圍	排水管線
		草質藤本	歸化		*Sechium edule* (Jacq.) Sw.	佛手瓜	*	*	*
	紅樹科	喬木	原生		*Rhizophora stylosa* Griff.	紅海欖	*	*	
	使君子科	喬木	原生		*Lumnitzera racemosa* Willd.	欖李	*	*	*
		喬木	原生		*Terminalia catappa* L.	欖仁	*	*	*
		喬木	栽培		*Terminalia boivinii* Tul.	小葉欖仁	*	*	
	五加科	草本	原生		*Centella asiatica* (L.) Urban	雷公根	*	*	
	報春花科	草本	原生		*Lysimachia mauritiana* Lam.	茅毛珍珠菜	*	*	
	山欖科	喬木	栽培		*Lucuma nervosa* A. DC.	仙桃	*	*	*
		喬木	原生		*Palaquium formosanum* Hayata	大葉山欖	*	*	*
	柿樹科	喬木	栽培		*Diospyros kaki* Thunb.	柿子	*	*	
	夾竹桃科	喬木	歸化		*Alstonia scholaris* (L.) R. Br.	黑板樹	*	*	
		喬木	栽培		*Plumeria rubra* L. f. *acutifolia* (Poir.) wood. cv. 'Gold'	雞蛋花	*	*	
	茜草科	草本	原生		*Hedyotis corymbosa* (L.) Lam.	繖花龍吐珠			*
		灌木	栽培		*Ixora williamsii* Sandwith cv. 'Sunkist'	矮仙丹花	*	*	

備註：1、「分類」欄顯示植物之高階分類群，可分為蕨類植物、裸子植物、單子葉植物及雙子葉植物。

2、「科名」、「學名」及「中文名」欄分別顯示植物分類之中文科名、拉丁文學名及中文俗名。

3、「生長型」欄顯示植物之生長（生活）類型，可分為喬木、灌木、木質藤本、草質藤本及草本。

4、「區系」欄顯示植物區位屬性，可分為原生（種）、歸化（種）及栽培（種）；原生之臺灣地區特有物種為特有（種），歸化之外來入侵物種為入侵（種）。詳細區分依據請參閱調查方法中相關參考文獻。

5、「特稀有」欄顯示環保署植物生態評估技術規範（2001）中之特稀有植物分級，按稀有程度區分為第一至第四級，並以第一級最具保育迫切性；另註明文資法公告之珍貴稀有植物。

表 6-2 本計畫調查植物名錄(7/12)

分類	中文科名	生長型	區系	特稀有	學名	中文名	103年度調查	本次調查	
								計畫區及調查範圍	排水管線
		草質藤本	原生		*Paederia foetida* L.	雞屎藤	*	*	*
	旋花科	草質藤本	原生		*Cuscuta australis* R. Brown	菟絲子	*	*	
		草質藤本	歸化		*Cuscuta campestris* Yuncker	平原菟絲子			*
		草質藤本	入侵		*Ipomoea aquatica* Forsk.	甕菜			*
		草質藤本	入侵		*Ipomoea cairica* (L.) Sweet	番仔藤	*	*	*
		草質藤本	歸化		*Ipomoea obscura* (L.) Ker-Gawl.	野牽牛	*	*	*
		草質藤本	原生		*Ipomoea pescaprae* (L.) R. Brown subsp. *brasiliensis* (L.) Ooststt.	馬鞍藤	*	*	*
	紫草科	灌木	原生		*Carmona retusa* (Vahl) Masam.	滿福木	*	*	
		喬木	原生		*Tournefortia argentea* L. f.	白水木	*	*	*
	馬鞭草科	灌木	原生		*Avicennia marina* (Forsk.) Vierh.	海茄苳	*	*	*
		灌木	歸化		*Duranta repens* L.	金露花	*	*	
		灌木	入侵		*Lantana camara* L.	馬纓丹	*	*	
	唇形科	灌木	原生		*Clerodendrum inerme* (L.) Gaertn.	苦林盤	*	*	*
		草本	歸化		*Ocimum basilicum* L.	羅勒	*	*	

備註：1、「分類」欄顯示植物之高階分類群，可分為蕨類植物、裸子植物、單子葉植物及雙子葉植物。

2、「科名」、「學名」及「中文名」欄分別顯示植物分類之中文科名、拉丁文學名及中文俗名。

3、「生長型」欄顯示植物之生長（生活）類型，可分為喬木、灌木、木質藤本、草質藤本及草本。

4、「區系」欄顯示植物區位屬性，可分為原生（種）、歸化（種）及栽培（種）；原生之臺灣地區特有物種為特有（種），歸化之外來入侵物種為入侵（種）。詳細區分依據請參閱調查方法中相關參考文獻。

5、「特稀有」欄顯示環保署植物生態評估技術規範（2001）中之特稀有植物分級，按稀有程度區分為第一至第四級，並以第一級最具保育迫切性；另註明文資法公告之珍貴稀有植物。

表 6-2 本計畫調查植物名錄(8/12)

分類	中文科名	生長型	區系	特稀有	學名	中文名	103年度調查	本次調查	
								計畫區及調查範圍	排水管線
		灌木	原生		*Vitex rotundifolia* L. f.	海埔姜	*	*	*
	茄科	草本	歸化		*Solanum americanum* Miller	光果龍葵	*	*	
	玄參科	灌木	原生		*Myoporum bontioides* (Sieb. & Zucc.) A. Gray	苦藍盤	*	*	*
	爵床科	草本	歸化		*Ruellia bittoniana* Leonard	翠蘆莉	*	*	
	菊科	草本	歸化		*Aster subulatus* Michaux var. *subulatus* (A. Gray) A. G. Jones	掃帚菊	*	*	
		草本	入侵		*Bidens alba* (L.) DC. var. *radiata* (Sch. Bip.) Ballard *ex* T. E. Melchert	大花咸豐草	*	*	*
		草本	歸化		*Conyza bonariensis* (L.) Cronq.	美洲假蓬	*	*	
		草本	入侵		*Conyza sumatrensis* (Retz.) Walker	野茼蒿	*	*	
		草本	原生		*Crossostephium chinense* (L.) Makino	薪艾	*	*	
		草本	原生		*Eclipta prostrata* (L.) L.	鱧腸	*	*	
		草本	原生		*Emilia sonchifolia* (L.) DC. var. *javanica* (Burm. f.) Mattfeld	紫背草	*	*	
		灌木	原生		*Pluchea indica* (L.) Less.	鯽魚膽	*	*	*

備註：1、「分類」欄顯示植物之高階分類群，可分為蕨類植物、裸子植物、單子葉植物及雙子葉植物。

2、「科名」、「學名」及「中文名」欄分別顯示植物分類之中文科名、拉丁文學名及中文俗名。

3、「生長型」欄顯示植物之生長（生活）類型，可分為喬木、灌木、木質藤本、草質藤本及草本。

4、「區系」欄顯示植物區位屬性，可分為原生（種）、歸化（種）及栽培（種）；原生之臺灣地區特有物種為特有（種），歸化之外來入侵物種為入侵（種）。詳細區分依據請參閱調查方法中相關參考文獻。

5、「特稀有」欄顯示環保署植物生態評估技術規範（2001）中之特稀有植物分級，按稀有程度區分為第一至第四級，並以第一級最具保育迫切性；另註明文資法公告之珍貴稀有植物。

表 6-2 本計畫調查植物名錄(9/12)

分類	中文科名	生長型	區系	特稀有	學名	中文名	103年度調查	本次調查	
								計畫區及調查範圍	排水管線
		草本	入侵		*Tridax procumbens* L.	長柄菊	*	*	*
		草本	原生		*Vernonia cinerea* (L.) Less.	一枝香	*	*	
單子葉植物	石蒜科	草本	原生		*Crinum asiaticum* L.	文珠蘭	*	*	
		草本	栽培		*Hymenocallis speciosa* (L. F. *ex* Salisb.)	蜘蟹百合	*	*	
	莎草科	草本	歸化		*Cyperus eragrostis* Lam.	頭穗莎草	*	*	
		草本	原生		*Cyperus rotundus* L.	香附子	*	*	
		草本	原生		*Cyperus stoloniferus* Retz.	粗根莖莎草			*
		草本	原生		*Fimbristylis cymosa* R. Br.	乾溝飄拂草	*	*	
		草本	原生		*Fimbristylis dichotoma* (L.) Vahl	竹子飄拂草	*	*	*
		草本	原生		*Fimbristylis schoenoides* (Retz.) Vahl	嘉義飄拂草			*
		草本	原生		*Fimbristylis tristachya* R.Br. var. *subbispicata* (Nees & Meyen) T. Koyama	山藺	*	*	
		草本	原生		*Torulinium odoratum* (L.) S. Hooper	斷節莎			*

備註：1、「分類」欄顯示植物之高階分類群，可分為蕨類植物、裸子植物、單子葉植物及雙子葉植物。

2、「科名」、「學名」及「中文名」欄分別顯示植物分類之中文科名、拉丁文學名及中文俗名。

3、「生長型」欄顯示植物之生長（生活）類型，可分為喬木、灌木、木質藤本、草質藤本及草本。

4、「區系」欄顯示植物區位屬性，可分為原生（種）、歸化（種）及栽培（種）；原生之臺灣地區特有物種為特有（種），歸化之外來入侵物種為入侵（種）。詳細區分依據請參閱調查方法中相關參考文獻。

5、「特稀有」欄顯示環保署植物生態評估技術規範（2001）中之特稀有植物分級，按稀有程度區分為第一至第四級，並以第一級最具保育迫切性；另註明文資法公告之珍貴稀有植物。

表 6-2 本計畫調查植物名錄(10/12)

分類	中文科名	生長型	區系	特稀有	學名	中文名	103年度調查	本次調查	
								計畫區及調查範圍	排水管線
	禾本科	草本	原生		*Bothriochloa glabra* (Roxb.) A. Camus	歧穗臭根子草	*	*	
		草本	原生		*Brachiaria subquadripara* (Trin.) Hitchc.	四生臂形草			*
		草本	歸化		*Cenchrus echinatus* L.	蒺藜草	*	*	
		草本	歸化		*Chloris barbata* Sw.	孟仁草	*	*	*
		草本	原生		*Chloris formosana* (Honda) Keng	台灣虎尾草	*	*	*
		草本	原生		*Cynodon dactylon* (L.) Pers.	狗牙根	*	*	*
		草本	原生		*Dactyloctenium aegyptium* (L.) P. Beauv.	龍爪茅	*	*	*
		草本	歸化		*Dichanthium annulatum* (Forsk.) Stapf	雙花草	*	*	
		草本	原生		*Digitaria setigera* Roth	短穎馬唐			*
		草本	原生		*Echinochloa crus-galli* (L.) P. Beauv.	稗			*
		草本	原生		*Eleusine indica* (L.) Gaertn.	牛筋草	*	*	*
		草本	原生		*Eragrostis amabilis* (L.) Wight & Arn. *ex* Nees	鯽魚草	*	*	*

備註：1、「分類」欄顯示植物之高階分類群，可分為蕨類植物、裸子植物、單子葉植物及雙子葉植物。

2、「科名」、「學名」及「中文名」欄分別顯示植物分類之中文科名、拉丁文學名及中文俗名。

3、「生長型」欄顯示植物之生長（生活）類型，可分為喬木、灌木、木質藤本、草質藤本及草本。

4、「區系」欄顯示植物區位屬性，可分為原生（種）、歸化（種）及栽培（種）；原生之臺灣地區特有物種為特有（種），歸化之外來入侵物種為入侵（種）。詳細區分依據請參閱調查方法中相關參考文獻。

5、「特稀有」欄顯示環保署植物生態評估技術規範（2001）中之特稀有植物分級，按稀有程度區分為第一至第四級，並以第一級最具保育迫切性；另註明文資法公告之珍貴稀有植物。

表 6-2 本計畫調查植物名錄(11/12)

分類	中文科名	生長型	區系	特稀有	學名	中文名	103年度調查	本次調查	
								計畫區及調查範圍	排水管線
		草本	原生		*Imperata cylindrica* (L.) P. Beauv. var. *major* (Nees) C. E. Hubb. *ex* Hubb. & Vaughan	白茅	*	*	*
		草本	歸化		*Leersia hexandra* Sw.	李氏禾	*	*	
		草本	原生		*Leptochloa chinensis* (L.) Nees	千金子	*	*	
		草本	入侵		*Panicum maximum* Jacq.	大黍	*	*	*
		草本	入侵		*Panicum repens* L.	舖地黍		*	*
		草本	原生		*Phragmites australis* (Cav.) Trin *ex* Steud.	蘆葦	*	*	*
		草本	栽培		*Saccharum officinarum* L.	高貴蔗	*	*	
		草本	歸化		*Setaria geniculata* P. Brauv.	莠狗尾草	*	*	
		草本	原生		*Setaria verticillata* (L.) P. Beauv.	倒刺狗尾草	*	*	*
		草本	原生		*Spinifex littoreus* (Burm. f.) Merr.	濱刺草			*
		草本	原生		*Sporobolus indicus* (L.) R. Br. var. *major* (Buse) G. J. Baaijens	鼠尾粟	*	*	*

備註：1、「分類」欄顯示植物之高階分類群，可分為蕨類植物、裸子植物、單子葉植物及雙子葉植物。

2、「科名」、「學名」及「中文名」欄分別顯示植物分類之中文科名、拉丁文學名及中文俗名。

3、「生長型」欄顯示植物之生長（生活）類型，可分為喬木、灌木、木質藤本、草質藤本及草本。

4、「區系」欄顯示植物區位屬性，可分為原生（種）、歸化（種）及栽培（種）；原生之臺灣地區特有物種為特有（種），歸化之外來入侵物種為入侵（種）。詳細區分依據請參閱調查方法中相關參考文獻。

5、「特稀有」欄顯示環保署植物生態評估技術規範（2001）中之特稀有植物分級，按稀有程度區分為第一至第四級，並以第一級最具保育迫切性；另註明文資法公告之珍貴稀有植物。

表 6-2　本計畫調查植物名錄(12/12)

分類	中文科名	生長型	區系	特稀有	學名	中文名	103年度調查	本次調查	
								計畫區及調查範圍	排水管線
		草本	原生		*Sporobolus virginicus* (L.) Kunth	鹽地鼠尾粟	*	*	*
		草本	栽培		*Zea mays* L.	玉米			*
		草本	原生		*Zoysia sinica* Hance	中華結縷草			*
	棕櫚科	灌木	栽培		*Chrysalidocarpus lutescens* (Bory.) H. A. Wendl.	黃椰子			*
		喬木	栽培		*Cocos nucifera* L.	可可椰子	*	*	*
		喬木	栽培		*Mascarena lagenicaulis* (Mart.) Bailey	酒瓶椰子	*	*	
		喬木	栽培		*Phoenix dactylifera* L.	中東海棗			*
	芭蕉科	草本	栽培		*Musa sapientum* L.	香蕉	*	*	*

備註：1、「分類」欄顯示植物之高階分類群，可分為蕨類植物、裸子植物、單子葉植物及雙子葉植物。

2、「科名」、「學名」及「中文名」欄分別顯示植物分類之中文科名、拉丁文學名及中文俗名。

3、「生長型」欄顯示植物之生長（生活）類型，可分為喬木、灌木、木質藤本、草質藤本及草本。

4、「區系」欄顯示植物區位屬性，可分為原生（種）、歸化（種）及栽培（種）；原生之臺灣地區特有物種為特有（種），歸化之外來入侵物種為入侵（種）。詳細區分依據請參閱調查方法中相關參考文獻。

5、「特稀有」欄顯示環保署植物生態評估技術規範（2001）中之特稀有植物分級，按稀有程度區分為第一至第四級，並以第一級最具保育迫切性；另註明文資法公告之珍貴稀有植物。

表 6-3 本計畫調查植物種類歸隸特性統計表

區域		計畫區及調查範圍					排水管線區					全區				
歸隸特性		蕨類植物	裸子植物	雙子葉植物	單子葉植物	小計	蕨類植物	裸子植物	雙子葉植物	單子葉植物	小計	蕨類植物	裸子植物	雙子葉植物	單子葉植物	小計
分類	科	1	1	38	5	45	-	1	24	4	29	1	1	40	5	47
	屬	1	1	80	23	105	-	1	46	23	70	1	1	88	32	122
	種	1	2	91	30	124	-	1	54	27	82	1	2	106	41	150
生長型	喬木	-	2	33	2	37	-	1	16	2	19	-	2	35	3	40
	灌木	-	-	17	-	17	-	-	9	1	10	-	-	19	1	20
	木質藤本	-	-	3	-	3	-	-	1	-	1	-	-	3	-	3
	草質藤本	-	-	10	-	10	-	-	10	-	10	-	-	13	-	13
	草本	1	-	28	28	57	-	-	18	24	42	1	-	36	37	74
屬性	原生	1	-	51	17	69	-	-	31	19	50	1	-	55	25	81
	特有	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	歸化	-	-	28	8	36	-	-	18	3	21	-	-	37	8	45
	入侵	-	-	*9*	*2*	*11*	-	-	*7*	*2*	*9*	-	-	*10*	*2*	*12*
	栽培	-	2	12	5	19	-	1	5	5	11	1	2	14	8	24

備註：原生種數量包含特有種，歸化種數量包含入侵種，故以斜體並靠右對齊呈現。

表 6-4 入侵植物現況

中文科名	生長型	學名	中文名
豆科	喬木	*Leucaena leucocephala* （Lam.） de Wit	銀合歡
	灌木	*Sesbania cannabiana* （Retz.） Poir	田菁
無患子科	喬木	*Dimocarpus longan* （Lour.）	龍眼
西番蓮科	草質藤本	*Passiflora foetida* L. var. *hispida* （DC. *ex* Triana & Planch.） Killip	毛西番蓮
旋花科	草質藤本	*Ipomoea aquatica* Forsk.	甕菜
	草質藤本	*Ipomoea cairica* （L.） Sweet	番仔藤
馬鞭草科	灌木	*Lantana camara* L.	馬纓丹
菊科	草本	*Bidens alba* （L.） DC. var. *radiata* （Sch. Bip.） Ballard *ex* T. E. Melchert	大花咸豐草
	草本	*Conyza sumatrensis* （Retz.） Walker	野茼蒿
	草本	*Tridax procumbens* L.	長柄菊
禾本科	草本	*Panicum maximum* Jacq.	大黍
	草本	*Panicum repens* L.	舖地黍

2、自然度調查

調查範圍位於濱海平原地區，計畫區內主要為水域環境（自然度 1），零星穿插道路（自然度 0）；鄰近地區亦為大片水域環境，西側為海洋（自然度 1），僅西南側有人造設施（自然度 0）、草生荒地（自然度 2）及銀合歡次生林（自然度 4）等，整體自然度介於 4 至 0 間（詳圖 6-3 及圖 6-4）。

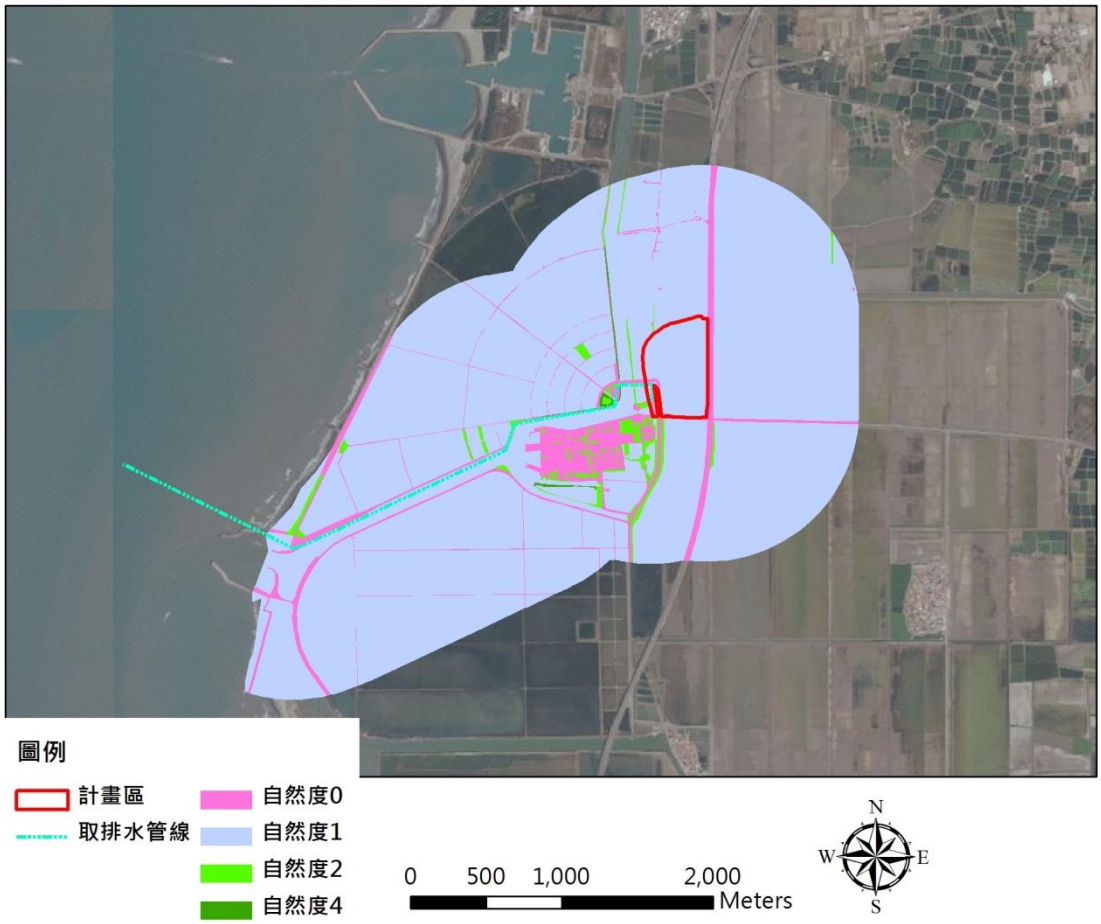


圖 6-3　自然度分布圖

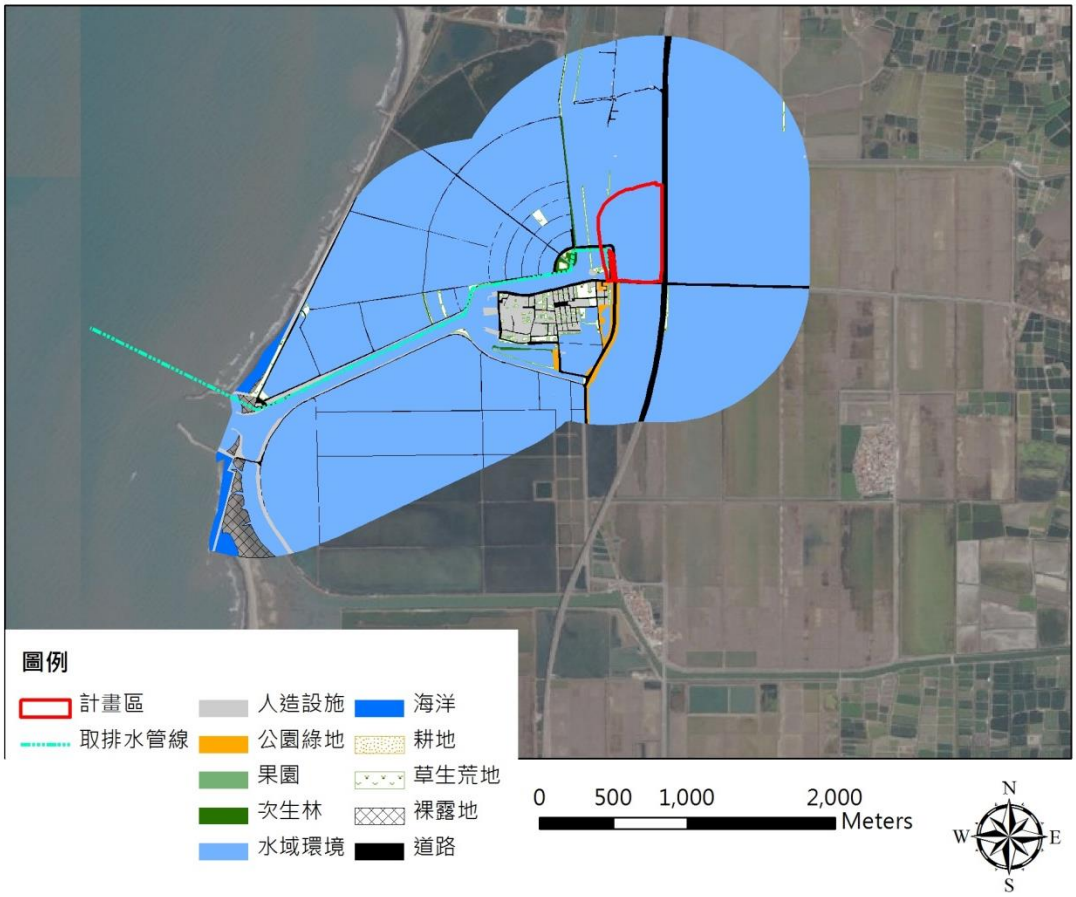

圖例
計畫區
取排水管線
人造設施
公園綠地
果園
次生林
水域環境
海洋
耕地
草生荒地
裸露地
道路
0
500
1,000
2,000
Meters
N
W
E
S

圖 6-4　土地利用型圖

3、植被調查

(1)植被類型及特性描述

調查區域植被類型包含次生林及草生地，茲分述如下：

A、次生林

小面積分布於調查範圍西側道路兩旁及荒地,主要優勢物種為銀合歡，常伴生血桐及構樹。地被層主要優勢物種為大黍，土壤含石率約 10%至 30%。

B、草生地

本區域草生地植群依優勢種類可大致區分為 4 型,分別說明如下：

(A)白茅型

分佈於調查範圍內道路及廢棄魚塭底部，主要優勢物種為白茅,伴生鯽魚膽、裸花鹼蓬及鹽地鼠尾粟，土壤含石率 5%至 25%。

(B)大黍型

分佈於調查範圍內開闊地及道路周邊，主要優勢物種為大黍，常伴生大花咸豐草、銀合歡及鯽魚膽等植物，土壤含石率約 10%至 30%。

(C)大花咸豐草型

分佈於調查範圍內開闊地及道路周邊，主要優勢物種為大花咸豐草，常伴生倒刺狗尾草、田菁及蒺藜草等植物,環境略為乾燥,土壤含石率約 20%至 40%。

(D)馬鞍藤型

分佈於調查範圍內灘地,主要優勢物種為馬鞍藤,常伴生粗根莖莎草、濱豇豆及四生臂形草等植物，環境略為潮濕，土壤含石率約 5%至 10%。

4、植群組成優勢度分析

調查範圍內次生林面積較小，呈帶狀且林相破碎，無法設置均勻樣區，因此於草生地植被設置 3 草本樣區；各樣區環境因子(表 6-5)、植群組成及優勢度(表 6-6)分析結果分述如下：

樣區 H1 主要優勢種類為白茅（OTV=9），伴生鯽魚膽及馬鞍藤。土壤含石率約 5%，地表裸露度約 1%。樣區皆為原生種。

樣區 H2 主要優勢種類為大黍（OTV=9），伴生銀合歡。土壤含石率約 15%，地表裸露度約 1%。優勢種大黍為入侵植物，另銀合歡具有入侵危害潛勢。

樣區 H3 主要優勢種類為大花咸豐草（OTV=9），伴生田菁及狗牙根。土壤含石率約 25%，地表裸露度約 1%。優勢種大花咸豐草為入侵植物，另田菁具有入侵危害潛勢。

樣區 H4 主要優勢種類為馬鞍藤（OTV=8），伴生粗根莖莎草。土壤含石率約 5%，地表裸露度約 20%。物種皆為原生種。

表 6-5 樣區環境資料

樣區編號	植被類型	經緯度		面積（m^2）	海拔(m)	地形	土壤含石率（%）	地表裸露度（%）
H1	草生地	X	156718.8	4	2	平地	5	1
		Y	2566184.0					
H2	草生地	X	156320.9	4	5	平地	15	1
		Y	2565750.2					
H3	草生地	X	156800.8	4	8	平地	25	1
		Y	2565375.0					
H4	草生地	X	154791.7	4	2	平地	5	1
		Y	2565010.0					

備註：座標系統為 TWD97（二度分帶）。

表 6-6 樣區植物組成分析列表

樣區編號	分層	中文名	屬性	覆蓋度（%）	覆蓋度-豐富級（OTV）
H1	E1	白茅	原生	98	9
		鯽魚膽	原生	1.5	3
		馬鞍藤	原生	0.5	1
H2	E1	大黍	入侵	93	9
		銀合歡	入侵	5	5
H3	E1	大花咸豐草	入侵	80	9
		田菁	入侵	10	5
		狗牙根	原生	10	5
H4	E1	馬鞍藤	原生	65	8
		粗根莖莎草	原生	7	5

備註:1、分層中 E1 為草本（地被）層。

2、OTV=1 表示覆蓋度小於 0.5%或覆蓋度小於 1.5%且 1-3 個體；OTV=2 表示覆蓋度 0.5-1%且個體數少；OTV=3 表示覆蓋度 1.5-3%或覆蓋度小於 5%且個體數多；OTV=4 表示覆蓋度 3-5%且個體數極多；OTV=5 表示覆蓋度 5-12.5%；OTV=6 表示覆蓋度 12.5-25%:OTV=7 表示覆蓋度 25-50%；OTV=8 表示覆蓋度 50-75%；OTV=9 表示覆蓋度 75-100%。

5、多樣性指標分析

計畫區及調查範圍內樣區（H1~H3）進行多樣性指標分析（表 6-7）發現，均勻度指標（*E5*）落於 0.35 至 0.58 間，其中以 H3 物種覆蓋度較為均勻，其次為 H4；歧異度指標（*H´*）落於 0.11 至 0.64 間，其中以 H3 歧異度指數最高，顯示物種較豐富， 且數量分配較均勻。

綜合調查結果，計畫區及調查範圍植被受人為干擾及環境因子（如風及鹽分）之影響，故導致記錄到物種種數略有消長之情形，另本次調查新增排水管線範圍，故導致植物種數之增加；整體而言，調查記錄到物種多以耐鹽耐乾旱之濱海植物為主，且因調查範圍內多為水域環境，因此植被分佈相當貧乏，生物多樣性低。

表 6-7　植物樣區多樣性指數表

樣區編號	分層	N_0	歧異度（H'）	優勢度（λ）	N_1	N_2	$E5$
H1	E1	3	0.11	0.96	1.12	1.04	0.35
H2	E1	2	0.20	0.90	1.22	1.11	0.48
H3	E1	3	0.64	0.66	1.89	1.52	0.58
H4	E1	2	0.32	0.82	1.38	1.21	0.57

備註：1、N_0：樣區出現總物種數。即為物種豐富度（Species richness），數值越高表示物種豐富度越高。

2、N_1：群落中優勢種數。數值越高表示優勢種越多。

3、N_2：群落中強勢種數。數值越高表示強勢種數越多；強勢種為優勢種中相對強勢物種，即群落中最優勢種。

4、H'：Shannon-Weaver 歧異度指標；代表群落中物種亂度。數值越高表示物種及個體數量分佈越平均。

5、λ：Simpson 優勢度指標，代表群落中優勢集中程度。數值越高表示優勢度集中於少數物種之現象越明顯。

6、$E5$（Evenness index 5）：為廣泛使用之均勻度指標。數值愈高則代表該群落組成均勻度高。

(二)陸域動物生態

1、哺乳類

(1)物種組成

本計畫 103 年及 104 年調查共記錄哺乳類 3 目 3 科 4 種 86 隻次（表 6-1 及表 6-8），記錄到物種分別為臭鼩、東亞家蝠、田鼷鼠及小黃腹鼠等 4 種。由於計畫區內環境為廢棄鹽田，均為水所覆蓋，導致計畫區內不適合哺乳類動物活動，因此所有物種均於鄰近地區記錄及取排水管線周界 1 公里內記錄。

在物種組成部份，臭鼩於人為干擾嚴重之住家環境中發現，小黃腹鼠及田鼷鼠則分佈於草生地，東亞家蝠於黃昏覓食飛行及超音波偵測器所記錄到。

(2)特有（亞）種與保育類分析

本次調查未記錄到特有（亞）種及保育類物種。

(3)優勢種分析

本計畫調查僅於鄰近地區及取排水管線周邊記錄哺乳類共 86 隻次，其中以東亞家蝠記錄 62 隻次最多，佔總數量

72.1%，其餘物種均為零星分佈。

(4)多樣性指數分析

以多樣性指數分析所記錄之數據，因計畫區未記錄到哺乳類物種，故多樣性指數無法計算。鄰近地區（含取排水管線）Shannon-Wiener's diversity index（*H'*）介於 0.47～0.91，Pielou's evenness index（*J'*）介於 0.34～1.00；記錄物種除優勢物種東亞家蝠外，其餘均為鼠籠捕捉之個體零星記錄，故多樣性指數受優勢物種影響而較低。

表 6-8　本計畫調查哺乳類資源表

目名	科名	中文名	學名	特有性	保育等級	103.06		103.10		104.09			104.12		
						計畫區	鄰近地區	計畫區	鄰近地區	計畫區	鄰近地區	取排水管線	計畫區	鄰近地區	取排水管線
食蟲目	尖鼠科	臭鼩	*Suncus murinus*				1		1		2			7	
翼手目	蝙蝠科	東亞家蝠	*Pipistrellus abramus*				24		14		17	7			
嚙齒目	鼠科	田鼷鼠	*Mus caroli*				1							2	1
		小黃腹鼠	*Rattus losea*				1		4		1			2	1
總計						0	27	0	19	0	20	7	0	11	2
Shannon-Wiener's diversity index（*H'*）						-	0.47	-	0.71	-	0.52	-	-	0.91	0.69
Pielou's evenness index（*J'*）						-	0.34	-	0.64	-	0.47	-	-	0.83	1.00

備註：東亞家蝠數量係穿越線及超音波偵測器調查之總和。

整體而言，兩個年度調查記錄到物種均於鄰近地區所記錄，主要計畫區內環境多為廢棄鹽田，且均為半淡鹹水所覆蓋，缺乏哺乳類喜好之草生地或次生林，故計畫區內不適合哺乳類活動。而鄰近地區及取排水管線周邊雖棲地較為多樣，但多為建築及其人工環境，記錄到的物種也均為人工環境常見物種。

2、鳥類

(1)物種組成

本計畫調查於 103 年調查記錄鳥類 8 目 21 科 42 種，於 104 年調查記錄鳥類 7 目 19 科 32 種，2 年合計共記錄鳥類 9 目 23 科 47 種 3,890 隻次（表 6-1 及表 6-9），所記錄物種分別為白尾八哥、家八哥、灰背椋鳥、大卷尾、灰頭鷦鶯、褐頭鷦鶯、棕扇尾鶯、黃頭扇尾鶯、斑文鳥、麻雀、洋燕、家燕、赤腰燕、綠繡眼、白頭翁、紅尾伯勞、棕背伯勞、黃尾鴝、白鶺鴒、紅鳩、珠頸斑鳩、野鴿、小白鷺、夜鷺、蒼鷺、中白鷺、大白鷺、栗小鷺、埃及聖鷺、高蹺鴴、東方環頸鴴、太平洋金斑鴴、小環頸鴴、蒙古鴴、磯鷸、青足鷸、小青足鷸、鷹斑鷸、長趾濱鷸、赤足鷸、裏海燕鷗、小鸊鷉、紅冠水雞、翠鳥、黑翅鳶、赤頸鴨及花嘴鴨等。

調查範圍內以水域環境及人造設施為主，其中麻雀、白頭翁及燕科鳥種多停棲於人工建物。水域環境則分佈水鳥性質鳥類，如高蹺鴴、東方環頸鴴、太平洋金斑鴴、鷹斑鷸、青足鷸及小鸊鷉等鷸鴴科鳥種，與鷸鴴科同屬於冬候鳥的雁鴨科鳥種也在水域環境所記錄，包括赤頸鴨及花嘴鴨。於草生地環境記錄到扇尾鶯科鳥種及斑文鳥等物種活動，白尾八哥及鳩鴿科等鳥類出現的環境則相當廣泛，包括人工建物附近、草叢或電線上均可記錄到其身影。

(2)特有（亞）種與保育類分析

本計畫調查共 4 種特有亞種，分別為大卷尾、褐頭鷦鶯、黃頭扇尾鶯及白頭翁等，其中褐頭鷦鶯及黃頭扇尾鶯多於草生地環境所記錄，白頭翁及大卷尾多於人造設施環境記錄。

保育類物種記錄到黑翅鳶 1 種屬珍貴稀有保育類野生動物，記錄於鄰近地區的水域環境上空飛行，紅尾伯勞 1 種屬其他應予保育之野生動物，記錄於鄰近地區及取排水管線周邊之電線上或草生地環境（圖 6-5）。

表 6-9 本計畫調查鳥類資源表(1/4)

目名	科名	中文名	學名	特有性	保育等級	台灣遷徙習性	103.06		103.10		104.09			104.12		
							計畫區	鄰近地區	計畫區	鄰近地區	計畫區	鄰近地區	取排水管線	計畫區	鄰近地區	取排水管線
雀形目	八哥科	白尾八哥	*Acridotheres javanicus*			引進種	8	22		11	3	15	6		16	5
		家八哥	*Acridotheres tristis*			引進種		8		4		5			9	3
		灰背椋鳥	*Sturnia sinensis*			冬						1				
	卷尾科	大卷尾	*Dicrurus macrocercus*	特亞		留,過		7		5		3			4	2
	扇尾鶯科	灰頭鷦鶯	*Prinia flaviventris*			留		7		5		3			6	4
		褐頭鷦鶯	*Prinia inornata*	特亞		留		15		18		11	6		5	5
		棕扇尾鶯	*Cisticola juncidis*			留,過		7								
		黃頭扇尾鶯	*Cisticola exilis*	特亞		留		5								
	梅花雀科	斑文鳥	*Lonchura punctulata*			留		12		8		4			8	
	麻雀科	麻雀	*Passer montanus*			留		109	12	136	9	90	17	8	37	16
	燕科	洋燕	*Hirundo tahitica*			留	6	16		17	12	30	21		13	13
		家燕	*Hirundo rustica*			夏,冬,過		24				11	7		7	5

備註：1、「特亞」表臺灣地區特有亞種。

2、「留」表留鳥、「夏」表夏候鳥、「冬」表冬候鳥、「過」表過境鳥、「引進種」表引進之外來種。

3、保育等級: 「II」表表珍貴稀有之保育類野生動物；「III」表其他應予保育之野生動物。

表 6-9 本計畫調查鳥類資源表(2/4)

目名	科名	中文名	學名	特有性	保育等級	台灣遷徙習性	103.06		103.10		104.09			104.12		
							計畫區	鄰近地區	計畫區	鄰近地區	計畫區	鄰近地區	取排水管線	計畫區	鄰近地區	取排水管線
		赤腰燕	*Cecropis striolata*			留	4	9				5				
	繡眼科	綠繡眼	*Zosterops japonicus*			留		7		12		10			21	
	鶺科	白頭翁	*Pycnonotus sinensis*	特亞		留		21		17		24			18	4
	伯勞科	紅尾伯勞	*Lanius cristatus*		III	冬,過				3		7	5		1	
		棕背伯勞	*Lanius schach*			留				1						
	鶲科	黃尾鴝	*Phoenicurus auroreus*			冬				1						1
	鶺鴒科	白鶺鴒	*Motacilla alba*			留,冬				1						
鴿形目	鳩鴿科	紅鳩	*Streptopelia tranquebarica*			留		29		16		25	12		21	11
		珠頸斑鳩	*Streptopelia chinensis*			留		13		13		4			4	
		野鴿	*Columba livia*			引進種				3					6	
鵜形目	鷺科	小白鷺	*Egretta garzetta*			留,冬,過	7	49	6	51	4	27	15	3	17	2
		夜鷺	*Nycticorax nycticorax*			留,冬,過	4	13		4	2	4	6		1	1

備註：1、「特亞」表臺灣地區特有亞種。

2、「留」表留鳥、「夏」表夏候鳥、「冬」表冬候鳥、「過」表過境鳥、「引進種」表引進之外來種。

3、保育等級: 「II」表表珍貴稀有之保育類野生動物；「III」表其他應予保育之野生動物。

表 6-9 本計畫調查鳥類資源表(3/4)

目名	科名	中文名	學名	特有性	保育等級	台灣遷徙習性	103.06		103.10		104.09			104.12		
							計畫區	鄰近地區	計畫區	鄰近地區	計畫區	鄰近地區	取排水管線	計畫區	鄰近地區	取排水管線
		蒼鷺	*Ardea cinerea*			冬				3					26	
		中白鷺	*Mesophoyx intermedia*			冬,夏	3	7	4	96				2	53	
		大白鷺	*Ardea alba*			冬,夏			4	28		2		6	97	
		栗小鷺	*Ixobrychus cinnamomeus*							3						
	鸚科	埃及聖鸚	*Threskiornis aethiopicus*			引進種				47						
鴴鴴目	長腳鴴科	高蹺鴴	*Himantopus himantopus*			留,冬	5	24		55		18	8			
	鴴科	東方環頸鴴	*Charadrius alexandrinus*			留,冬	2	18	2	8						
		太平洋金斑鴴	*Pluvialis fulva*			冬			5	45		19				
		小環頸鴴	*Charadrius dubius*			留,冬				3						
		蒙古鴴	*Charadrius mongolus*			冬,過				1						
	鷸科	磯鷸	*Actitis hypoleucos*			冬									1	
		青足鷸	*Tringa nebularia*			冬				3		1				
		小青足鷸	*Tringa stagnatilis*			冬,過				2						
		鷹斑鷸	*Tringa glareola*			冬,過				7						

備註：1、「特亞」表臺灣地區特有亞種。

2、「留」表留鳥、「夏」表夏候鳥、「冬」表冬候鳥、「過」表過境鳥、「引進種」表引進之外來種。

3、保育等級: 「II」表表珍貴稀有之保育類野生動物；「III」表其他應予保育之野生動物。

表 6-9 本計畫調查鳥類資源表(4/4)

目名	科名	中文名	學名	特有性	保育等級	台灣遷徙習性	103.06		103.10		104.09			104.12		
							計畫區	鄰近地區	計畫區	鄰近地區	計畫區	鄰近地區	取排水管線	計畫區	鄰近地區	取排水管線
		長趾濱鷸	*Calidris subminuta*			冬				4						
		赤足鷸	*Tringa totanus*							1						
	鷗科	裏海燕鷗	*Hydroprogne caspia*			冬									60	
鷸鴴目	鸊鷉科	小鸊鷉	*Tachybaptus ruficollis*			留,冬		4		1						
鶴形目	秧雞科	紅冠水雞	*Gallinula chloropus*			留				2		2				
佛法僧目	翠鳥科	翠鳥	*Alcedo atthis*			留,過				5		1	1			
鷹形目	鷹科	黑翅鳶	*Elanus caeruleus*		II	留				1						
雁形目	雁鴨科	赤頸鴨	*Anas penelope*			冬									1748	
		花嘴鴨	*Anas zonorhyncha*			留,冬									25	
總計							39	426	33	641	30	322	104	19	2204	72
Shannon-Wiener's diversity index（*H'*）							2.00	2.68	1.65	2.77	1.41	2.57	2.21	1.26	1.05	2.26
Pielou's evenness index（*J'*）							0.96	0.87	0.92	0.76	0.87	0.81	0.92	0.91	0.33	0.88

備註：1、「特亞」表臺灣地區特有亞種。

2、「留」表留鳥、「夏」表夏候鳥、「冬」表冬候鳥、「過」表過境鳥、「引進種」表引進之外來種。

3、保育等級: 「II」表表珍貴稀有之保育類野生動物；「III」表其他應予保育之野生動物。

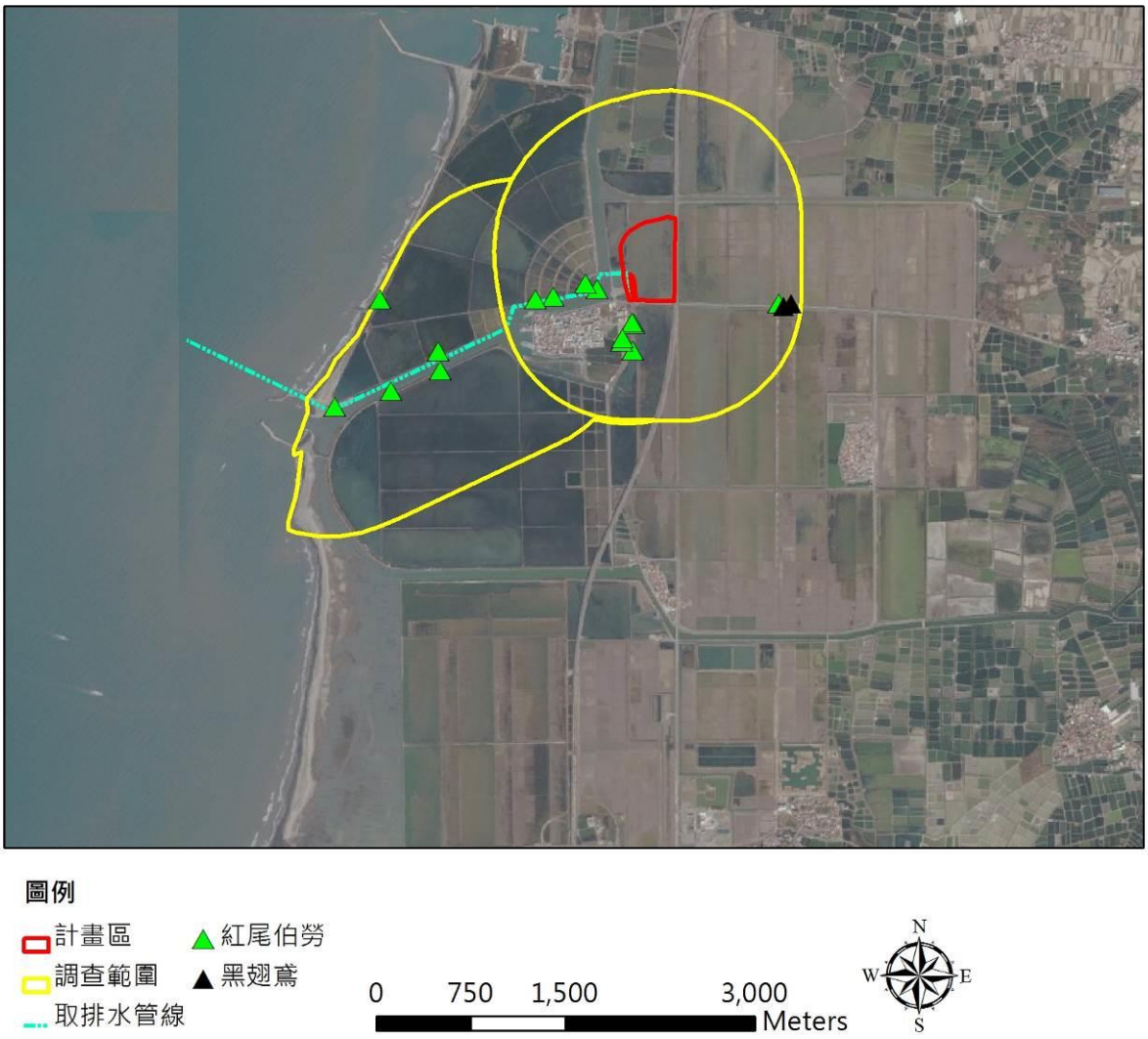


圖 6-5　保育類發現位置圖

(3)遷移屬性分析

本計畫調查記錄物種中，屬留鳥性質的有 15 種，佔總記錄物種數的 31.9%；屬引進之外來種有 4 種（白尾八哥、家八哥、野鴿及埃及聖鷺），佔總記錄物種數的 9.3%；屬候鳥性質有 12 種（灰背椋鳥、黃尾鴝、蒼鷺、中白鷺、大白鷺、太平洋金斑鴴、磯鷸、青足鷸、長趾濱鷸、赤足鷸、裏海燕鷗及赤頸鴨），佔總記錄物種數的 25.5%；兼具夏候鳥、冬候鳥與過境鳥性質的有 1 種（家燕），佔總記錄物種數的 2.1%；兼具冬候鳥及過境鳥性質的有 4 種（紅尾伯勞、蒙古鴴、小青足鷸及鷹斑鷸），佔總記錄物種數的 8.5%；兼具留鳥與候鳥性質的有 6 種（白鷺鴞、高蹺鴴、東方環頸鴴、小環頸鴴、小鷸鴴及花嘴鴨），佔總記錄物種數的 12.8%；兼具留鳥、冬候鳥及過境鳥性質的有 2 種（小白鷺和夜鷺），佔總記錄物種數的 4.3%；兼具留鳥和過境鳥性質的有 3 種（大卷尾、棕扇尾鶯及翠鳥），佔總記錄物種數的 6.4%。

(4)優勢種分析

本計畫調查共記錄鳥類 3,890 隻次，其中以赤頸鴨記錄 1748 隻次最多，佔總數量 44.9%，麻雀次之記錄 434 隻次，佔總數量 11.2%，其次依序為小白鷺（181 隻次；4.7%）、中白鷺（165 隻次；4.2%）與大白鷺（137 隻次；3.5%）。計畫區主要優勢種為麻雀，記錄 29 隻次，佔此區總數量 24.0%，其次為小白鷺及洋燕，分別記錄 20 及 18 隻次，佔此區總數量 16.5%及 14.9%。鄰近地區主要優勢種為赤頸鴨，記錄 1748 隻次，佔此區總數量 48.9%，其次為麻雀（記錄 372 隻次，佔此區總數量 10.4%）、中白鷺（156 隻次；4.3%）及小白鷺（144 隻次；4.0%）。取排水管線周邊記錄鳥種以洋燕 34 隻次（佔此區總數量 19.3%）最多，其次為麻雀（33 隻次；18.8%）與紅鳩（23 隻次；13.1%）。

於 103 年執行之 2 次調查共記錄鳥類 1,139 隻次，其中

以麻雀記錄 257 隻次最多，佔總數量 22.6%，其次依序則為小白鷺（113 隻次；9.9%）及中白鷺（110 隻次；9.7%）。

於 104 年執行之 2 次調查共記錄 2,751 隻次，其中以赤頸鴨記錄 1748 隻次最多，佔總數量 63.5%，其次依序為麻雀（177 隻次；6.4%）及大白鷺（105 隻次；3.8%）。

(5)多樣性指數分析

以多樣性指數分析所記錄之數據，計畫區 Shannon-Wiener's diversity index（*H'*）介於 1.26～2.00，鄰近地區介於 1.05～~2.77，顯示除了 104 年 12 月之外，鄰近地區物種多樣性較計畫區高；計畫區 Pielou's evenness index(*J'*) 介於 0.87~0.96，鄰近地區介於 0.33~0.87，顯示兩區塊物種多屬均勻分佈，僅 104 年 12 月調查時受大群赤頸鴨停棲於鄰近地區，因此該季鄰近地區之 Pielou's evenness index(*J'*)較低，顯示記錄到的物種數集中於少數種類。104 年增加調查取排水管線周邊之 Shannon-Wiener's diversity index（*H'*）為 2.21～2.26，Pielou's evenness index（*J'*）為 0.88～0.92。

(6)文獻資料蒐集

民國 96 年至 102 年相關研究成果，如「七股黑面琵鷺保護區魚類資源調查」、「台江國家公園及其週緣地區黑面琵鷺長期數量監測成果」、「台江國家公園自然地景資源調查」及「對黑面琵鷺有善之濕地營造計畫」等相關研究成果，於台江國家公園及七股辦事處共記錄到鳥類 15 目 39 科 126 種，其中特化性鳥種共記錄到 12 種特有亞種，分別為鳳頭蒼鷹、松雀鷹、灰胸秧雞、棕三趾鶉、大卷尾、褐頭鷦鶯、白頭翁、八哥、樹鵲、草鴞、小雨燕及環頸雉等物種，而保育類物種記錄到黑面琵鷺、遊隼、諾氏鷸、東方白鸛及草鴞等 5 種屬瀕臨絕種之保育類野生動物，唐白鷺、白琵鷺、紅隼、黑翅鳶、灰面鵟鷹、東方澤鵟、鳳頭蒼鷹、赤腹鷹、松雀鷹、魚鷹、黑嘴鷗、小燕鷗、鳳頭燕鷗、八哥、巴鴨、黑鸛、短耳

鴞及環頸雉等 18 種屬珍貴稀有之保育類野生動物，半蹼鷸、大杓鷸、燕鴴及紅尾伯勞等 4 種屬其他應予保育類之野生動物（表 6-10）。

表 6-10 本計畫調查鳥類資源表(1/6)

目名	科名	中文名	學名	特有性	保育等級	台灣遷徙習性	文獻資料				本計畫調查
							A	B	C	D	
鷸鴴目	鴴鴴科	小鴴鴴	*Tachybaptus ruficollis*			留,冬		*		*	*
鵜形目	鷺科	小白鷺	*Egretta garzetta*			留,冬,過		*	*	*	*
		夜鷺	*Nycticorax nycticorax*			留,冬,過		*		*	*
		黃頭鷺	*Bubulcus ibis*			留,夏,冬		*		*	
		蒼鷺	*Ardea cinerea*			冬		*		*	*
		大白鷺	*Ardea alba*			冬,夏		*	*	*	*
		中白鷺	*Mesophoyx intermedia*			冬,夏		*	*	*	*
		唐白鷺	*Egretta eulophotes*		II	過			*		
		黃小鷺	*Ixobrychus sinensis*			留,夏		*		*	
		栗小鷺	*Ixobrychus cinnamomeus*			留		*		*	*
		綠簑鷺	*Butorides striata*			留,過		*			
	鸛科	白琵鷺	*Platalea leucorodia*		II	冬		*	*		
		黑面琵鷺	*Platalea minor*		I	冬,過		*	*	*	
		埃及聖鸛	*Threskiornis aethiopicus*			引進種		*		*	*
	鸕鷀科	鸕鷀	*Phalacrocorax carbo*			冬		*			
隼形目	隼科	紅隼	*Falco tinnunculus*		II	冬			*		
		遊隼	*Falco peregrinus*		I	留,冬,過		*	*		
鷹形目	鷹科	黑翅鳶	*Elanus caeruleus*		II	留		*		*	*
		灰面鵟鷹	*Butastur indicus*		II	過,冬			*		
		東方澤鵟	*Circus spilonotus*		II	冬,過			*		

備註：1、「特亞」表臺灣地區特有亞種。

2、「留」表留鳥、「夏」表夏候鳥、「冬」表冬候鳥、「過」表過境鳥、「引進種」表引進之外來種。

3、保育等級:「I」表瀕臨絕種之保育類野生動物、「II」表珍貴稀有之保育類野生動物、「III」表其他應予保育之野生動物。

4、文獻資料:A 為七股黑面琵鷺保護區魚類資源調查、B 為台江國家公園及其週原地區黑面琵鷺長期數量監測成果、C 為台江國家公園自然地景資源調查、D 為對黑面琵鷺有善之濕地營造計畫。

表 6-10 本計畫調查鳥類資源表(2/6)

目名	科名	中文名	學名	特有性	保育等級	台灣遷徙習性	文獻資料				本計畫調查
							A	B	C	D	
		鳳頭蒼鷹	*Accipiter trivirgatus*	特亞	II	留			*		
		赤腹鷹	*Accipiter soloensis*		II	過			*		
		松雀鷹	*Accipiter virgatus*	特亞	II	留			*		
	鶚科	魚鷹	*Pandion haliaetus*		II	冬		*	*		
鶴形目	秧雞科	紅冠水雞	*Gallinula chloropus*			留		*		*	*
		灰胸秧雞	*Gallirallus striatus*	特亞		留		*			
		白腹秧雞	*Amaurornis phoenicurus*			留		*		*	
		緋秧雞	*Porzana fusca*			留		*			
		白冠雞	*Fulica atra*			冬		*		*	
鴴鴴目	鷸科	磯鷸	*Actitis hypoleucos*			冬		*		*	*
		諾氏鷸	*Tringa guttifer*		I	過			*		
		長趾濱鷸	*Calidris subminuta*			冬	*	*	*		*
		紅胸濱鷸	*Calidris ruficollis*			冬	*	*	*	*	
		黑腹濱鷸	*Calidris alpina*			冬	*	*	*	*	
		半蹼鷸	*Limnodromus semipalmatus*		III	過		*	*		
		小青足鷸	*Tringa stagnatilis*			冬,過	*	*		*	*
		鷹斑鷸	*Tringa glareola*			冬,過	*	*			*
		赤足鷸	*Tringa totanus*			冬	*	*		*	*
		小杓鷸	*Numenius minutus*			過	*				
		中杓鷸	*Numenius phaeopus*			冬,過	*	*			
		大杓鷸	*Numenius arquata*		III	冬	*	*			
		黑尾鷸	*Limosa limosa*			冬,過	*	*			
		斑尾鷸	*Limosa lapponica*			冬,過	*	*			
		翻石鷸	*Arenaria interpres*			冬	*	*			
		紅腹濱鷸	*Calidris canutus*			過	*				
		尖尾濱鷸	*Calidris acuminata*			過	*	*			
		彎嘴濱鷸	*Calidris ferruginea*			冬,過	*	*			

備註：1、「特亞」表臺灣地區特有亞種。

2、「留」表留鳥、「夏」表夏候鳥、「冬」表冬候鳥、「過」表過境鳥、「引進種」表引進之外來種。

3、保育等級:「I」表瀕臨絕種之保育類野生動物、「II」表珍貴稀有之保育類野生動物、「III」表其他應予保育之野生動物。

4、文獻資料:A 為七股黑面琵鷺保護區魚類資源調查、B 為台江國家公園及其週原地區黑面琵鷺長期數量監測成果、C 為台江國家公園自然地景資源調查、D 為對黑面琵鷺有善之濕地營造計畫。

表 6-10 本計畫調查鳥類資源表(3/6)

目名	科名	中文名	學名	特有性	保育等級	台灣遷徙習性	文獻資料				本計畫調查
							A	B	C	D	
		紅領瓣足鷸	*Phalaropus lobatus*			過	*	*			
		白腰草鷸	*Tringa ochropus*			冬		*			
		黃足鷸	*Tringa brevipes*			過		*		*	
		鶴鷸	*Tringa erythropus*			冬		*			
		青足鷸	*Tringa nebularia*			冬		*		*	*
		黦鷸	*Numenius madagascariensis*			過		*			
		大濱鷸	*Calidris tenuirostris*			過		*			
		寬嘴鷸	*Calidris falcinellus*			過		*			
	長腳鷸科	高蹺鴴	*Himantopus himantopus*			留,冬		*	*	*	*
		反嘴鴴	*Recurvirostra avosetta*			冬		*	*	*	
	鴴科	東方環頸鴴	*Charadrius alexandrinus*			留,冬		*	*		*
		灰斑鴴	*Pluvialis squatarola*			冬		*		*	
		太平洋金斑鴴	*Pluvialis fulva*			冬		*			*
		蒙古鴴	*Charadrius mongolus*			冬,過		*			*
		小環頸鴴	*Charadrius dubius*			留,冬		*		*	*
	燕鴴科	燕鴴	*Glareola maldivarum*		III	夏		*	*	*	
	鷗科	黑嘴鷗	*Saundersilarus saundersi*		II	冬	*	*	*		
		小燕鷗	*Sternula albifrons*		II	留,夏	*	*	*		
		鳳頭燕鷗	*Thalasseus bergii*		II	夏	*		*		
		銀鷗	*Larus argentatus*			冬	*	*			
		裏海燕鷗	*Hydroprogne caspia*			冬	*	*		*	*
		白翅黑燕鷗	*Chlidonias leucopterus*			冬,過	*	*		*	

備註：1、「特亞」表臺灣地區特有亞種。

2、「留」表留鳥、「夏」表夏候鳥、「冬」表冬候鳥、「過」表過境鳥、「引進種」表引進之外來種。

3、保育等級:「I」表瀕臨絕種之保育類野生動物、「II」表珍貴稀有之保育類野生動物、「III」表其他應予保育之野生動物。

4、文獻資料:A 為七股黑面琵鷺保護區魚類資源調查、B 為台江國家公園及其週原地區黑面琵鷺長期數量監測成果、C 為台江國家公園自然地景資源調查、D 為對黑面琵鷺有善之濕地營造計畫。

表 6-10 本計畫調查鳥類資源表(4/6)

目名	科名	中文名	學名	特有性	保育等級	台灣遷徙習性	文獻資料				本計畫調查
							A	B	C	D	
		黑腹燕鷗	*Chlidonias hybrida*			冬,過	*	*		*	
		燕鷗	*Sterna hirundo*			過	*	*			
		紅嘴鷗	*Chroicocephalus ridibundus*			冬		*			
		鷗嘴燕鷗	*Gelochelidon nilotica*			冬,過		*			
	三趾鷸科	棕三趾鷸	*Turnix suscitator*	特亞		留		*			
鴿形目	鳩鴿科	紅鳩	*Streptopelia tranquebarica*			留	*	*		*	*
		珠頸斑鳩	*Streptopelia chinensis*			留	*	*		*	*
		野鴿	*Columba livia*			引進種	*	*			*
雀形目	伯勞科	紅尾伯勞	*Lanius cristatus*		III	冬,過	*	*	*	*	*
		棕背伯勞	*Lanius schach*			留		*		*	*
	卷尾科	大卷尾	*Dicrurus macrocercus*	特亞		留,過		*		*	*
	燕科	洋燕	*Hirundo tahitica*			留	*	*		*	*
		家燕	*Hirundo rustica*			夏,冬,過	*	*		*	*
		棕沙燕	*Riparia chinensis*			留	*	*		*	
		赤腰燕	*Cecropis striolata*			留	*	*		*	*
	扇尾鶯科	灰頭鷦鶯	*Prinia flaviventris*			留	*	*		*	*
		褐頭鷦鶯	*Prinia inornata*	特亞		留	*	*		*	*
		棕扇尾鶯	*Cisticola juncidis*			留,過				*	*
		黃頭扇尾鶯	*Cisticola exilis*	特亞		留					*
	鶲科	白頭翁	*Pycnonotus sinensis*	特亞		留	*	*		*	*
	繡眼科	綠繡眼	*Zosterops japonicus*			留	*	*		*	*
	八哥科	白尾八哥	*Acridotheres javanicus*			引進種		*		*	*
		家八哥	*Acridotheres tristis*			引進種		*		*	*

備註：1、「特亞」表臺灣地區特有亞種。

2、「留」表留鳥、「夏」表夏候鳥、「冬」表冬候鳥、「過」表過境鳥、「引進種」表引進之外來種。

3、保育等級:「I」表瀕臨絕種之保育類野生動物、「II」表珍貴稀有之保育類野生動物、「III」表其他應予保育之野生動物。

4、文獻資料:A 為七股黑面琵鷺保護區魚類資源調查、B 為台江國家公園及其週原地區黑面琵鷺長期數量監測成果、C 為台江國家公園自然地景資源調查、D 為對黑面琵鷺有善之濕地營造計畫。

表 6-10 本計畫調查鳥類資源表(5/6)

目名	科名	中文名	學名	特有性	保育等級	台灣遷徙習性	文獻資料				本計畫調查
							A	B	C	D	
		灰背椋鳥	*Sturnia sinensis*			冬		*			*
		八哥	*Acridotheres cristatellus*	特亞	II	留				*	
	鶇科	藍磯鶇	*Monticola solitarius*			留,冬		*			
		白腹鶇	*Turdus pallidus*			冬		*			
	鶲科	黃尾鴝	*Phoenicurus auroreus*			冬		*			*
		鵲鴝	*Copsychus saularis*			引進種		*			
	麻雀科	麻雀	*Passer montanus*			留	*	*		*	*
	鶺鴒科	白鶺鴒	*Motacilla alba*			留,冬		*		*	*
		西方黃鶺鴒	*Motacilla flava*			過		*		*	
	梅花雀科	斑文鳥	*Lonchura punctulata*			留	*	*		*	*
	鴉科	灰喜鵲	*Cyanopica cyanus*			引進種		*			
		樹鵲	*Dendrocitta formosae*	特亞		留		*			
		喜鵲	*Pica pica*			留		*		*	
	葦鶯科	東方大葦鶯	*Acrocephalus orientalis*			冬		*			
	鵐科	黑臉鵐	*Emberiza spodocephala*			冬		*			
	百靈科	小雲雀	*Alauda gulgula*			留				*	
雁形目	雁鴨科	小天鵝	*Cygnus columbianus*			迷		*	*	*	
		巴鴨	*Anas formosa*		II	冬			*		
		赤頸鴨	*Anas penelope*			冬		*		*	*
		花嘴鴨	*Anas zonorhyncha*			留,冬		*			*
		琵嘴鴨	*Anas clypeata*			冬		*		*	
		尖尾鴨	*Anas acuta*			冬		*		*	
		白眉鴨	*Anas querquedula*			冬,過		*		*	
		小水鴨	*Anas crecca*			冬		*		*	

備註：1、「特亞」表臺灣地區特有亞種。

2、「留」表留鳥、「夏」表夏候鳥、「冬」表冬候鳥、「過」表過境鳥、「引進種」表引進之外來種。

3、保育等級:「I」表瀕臨絕種之保育類野生動物、「II」表珍貴稀有之保育類野生動物、「III」表其他應予保育之野生動物。

4、文獻資料:A 為七股黑面琵鷺保護區魚類資源調查、B 為台江國家公園及其週原地區黑面琵鷺長期數量監測成果、C 為台江國家公園自然地景資源調查、D 為對黑面琵鷺有善之濕地營造計畫。

表 6-10 本計畫調查鳥類資源表(6/6)

目名	科名	中文名	學名	特有性	保育等級	台灣遷徙習性	文獻資料				本計畫調查
							A	B	C	D	
		鳳頭潛鴨	*Aythya fuligula*			冬		*		*	
		斑背潛鴨	*Aythya marila*			冬		*			
		綠頭鴨	*Anas platyrhynchos*			冬,引進種				*	
鸛形目	鸛科	黑鸛	*Ciconia nigra*		II	冬,過			*		
		東方白鸛	*Ciconia boyciana*		I	冬			*		
鴞形目	草鴞科	草鴞	*Tyto longimembris*	特亞	I	留			*		
	鴟鴞科	短耳鴞	*Asio flammeus*		II	冬			*		
雨燕目	雨燕科	小雨燕	*Apus nipalensis*	特亞		留		*		*	
佛法僧目	翠鳥科	翠鳥	*Alcedo atthis*			留,過		*		*	*
雞形目	雉科	環頸雉	*Phasianus colchicus*	特亞	II	留,雜				*	
鵑形目	杜鵑科	番鵑	*Centropus bengalensis*			留				*	
15 目	39 科	127 種		-	-	-	38	104	33	65	47

備註：1、「特亞」表臺灣地區特有亞種。

2、「留」表留鳥、「夏」表夏候鳥、「冬」表冬候鳥、「過」表過境鳥、「引進種」表引進之外來種。

3、保育等級:「I」表瀕臨絕種之保育類野生動物、「II」表珍貴稀有之保育類野生動物、「III」表其他應予保育之野生動物。

4、文獻資料:A 為七股黑面琵鷺保護區魚類資源調查、B 為台江國家公園及其週原地區黑面琵鷺長期數量監測成果、C 為台江國家公園自然地景資源調查、D 為對黑面琵鷺有善之濕地營造計畫。

本計畫調查鳥類 9 目 23 科 47 種，與周邊地區文獻記錄相比，新增記錄 1 種黃頭扇尾鶯。而周邊地區文獻所記錄物種中有 80 種於本計畫中未記錄。依遷移屬性分析，未記錄的鳥種中有 15 種為留鳥（八哥、棕沙燕、樹鵲、喜鵲、小雲雀、棕三趾鶉、灰胸秧雞、白腹秧雞、緋秧雞、鳳頭蒼鷹、松雀鷹、草鴞、小雨燕、番鵑及環頸雉），屬引進之外來種有 2 種（灰喜鵲及鵲鴝），屬候鳥性質的有 30 種（紅隼、東方大葦鶯、黑臉鵐、白腹鶇、小水鴨、巴鴨、尖尾鴨、斑背潛鴨、琵嘴鴨、綠頭鴨、鳳頭潛鴨、短耳鴞、白琵鷺、鷸鷸、白冠雞、反嘴鴴、燕鴴、灰斑鴴、紅嘴鷗、黑嘴鷗、銀鷗、鳳頭燕鷗、大杓鷸、白腰草鷸、紅胸濱鷸、黑腹濱鷸、翻石鷸、鶴鷸、魚鷹及東方白鸛），兼有候鳥與過境鳥性質的有 12 種（白眉鴨、黑面琵鷺、白翅黑燕鷗、黑腹燕鷗、鷗嘴燕鷗、中杓鷸、斑尾鷸、黑尾鷸、彎嘴濱鷸、灰面鵟鷹、東方澤鵟

及黑鸛)，兼有候鳥與留鳥性質的有 4 種（藍磯鶇、黃小鷺、黃頭鷺及小燕鷗)，兼有留鳥與過境鳥性質的有 1 種(綠簑鷺)，屬迷鳥性質有的 1 種（小天鵝)，屬過境鳥性質的有 14 種（西方黃鶺鴒、唐白鷺、燕鷗、大濱鷸、小杓鷸、半蹼鷸、尖尾濱鷸、紅腹濱鷸、紅領瓣足鷸、黃足鷸、寬嘴鷸、諾氏鷸、黦鷸及赤腹鷹)，兼有留鳥、候鳥與過境鳥性質的有 1 種（遊隼)。

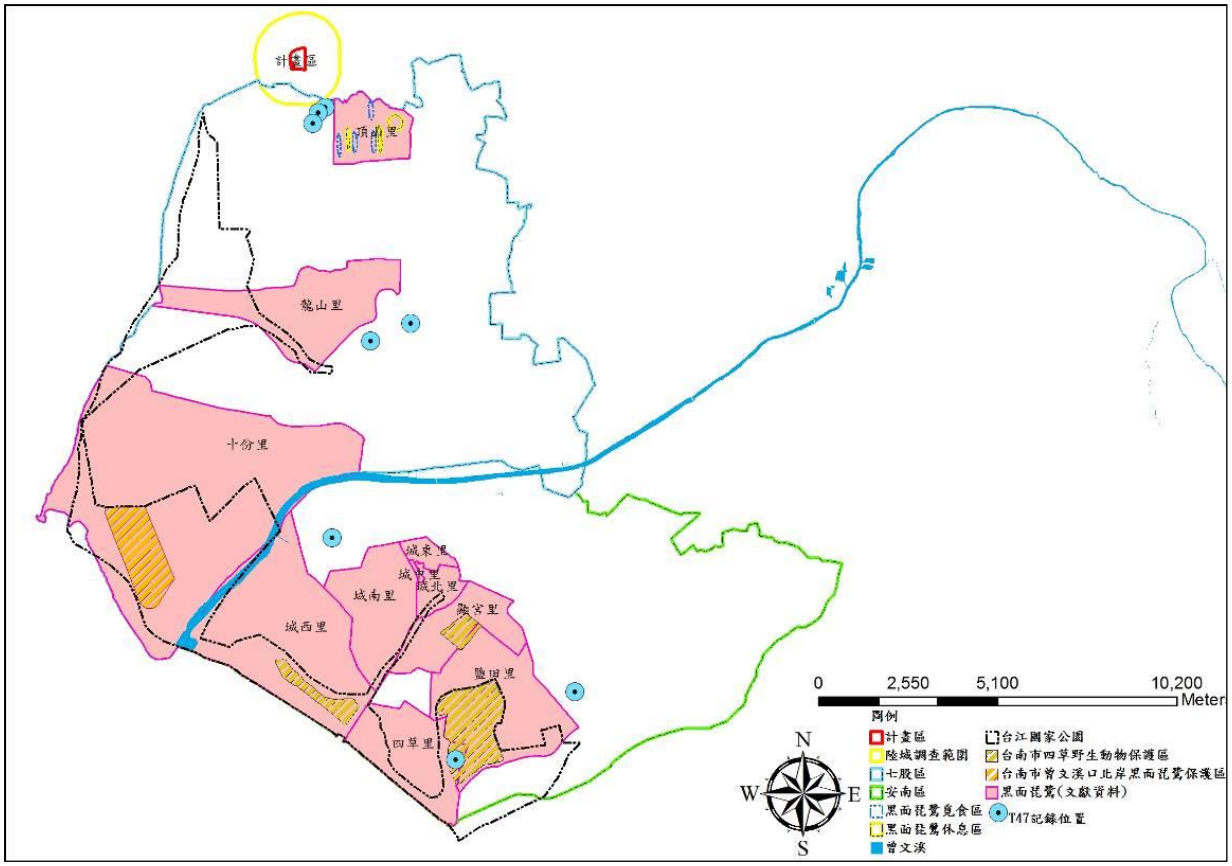
因周邊文獻調查涵蓋時間、空間皆比本計畫廣，包括更為多樣化的棲地可供鳥類利用，且文獻調查區域包括曾文溪河口，於秋冬季節吸引大量候鳥在此度冬，候鳥比例約佔周邊文獻總物種數 57.9%，顯示該區域主要物種組成以季節性候鳥為主，因此相較於本計畫調查之鳥種，主要差異在於過境鳥與候鳥，也反應出此一現象。

彙整黑面琵鷺保育學會於民國 93 年至 104 年 10 月之調查資料（僅蒐集網路公開之調查資訊)，針對保育類黑面琵鷺族群調查之成果（表 6-11)，可明顯看出該物種主要棲息於十份里，記錄 48,648 隻次，佔總記錄數量 63.4%，其次依序為四草里、城西里、鹽田里、顯公里及頂山里、龍山里，分別記錄 18,704 及 7,330 隻次，各佔總記錄數量 24.4%及 9.6%。

表 6-11 黑面琵鷺保育學會於民國 93 年至 104 年 10 月黑面琵鷺調查成果表

年	行政區(里)	頂山里、龍山里		十份里				四草里、城西里、鹽田里、顯公里						城中、城南、城北、城東
	樣區名稱	頂山	龍山頂山	主棲地	北魚塭	東魚塭	保護區	北四草	四草	四草保護區	四草魚塭	南四草	春生海釣場	土城
2004			16	2610	96	152			583					
2005			307	1673	300	142	2824		2524					
2006			173		191	42	5738		1653	176	467			118
2007		156	346		182	179	5923			694	1667		15	216
2008		613	305		478	90	6325			1571				423
2009		193	484		238	153	5004			1948			130	185
2010		1775			422	126	6012			1856			99	591
2011		1421			773	288	3582	357				1121	693	527
2012		674			521	197	1667	1197				1239		
2013		537		1185	133	21	344	24				603		
2014		240		599	215									
2015		90		223				87						
總計		**5699**	**1631**	**6290**	**3549**	**1390**	**37419**	**1665**	**4760**	**6245**	**2134**	**2963**	**937**	**2060**

依文獻資料繪製歷年黑面琵鷺分佈概況圖，如圖 6-6 所示。黑面琵鷺主要分佈於台南市七股區及安南區，其中又以曾文溪出海口北側之十份里為主要棲息區，其次則為安南區土城及四草一帶，該物種主要棲息環境均設置保護區進行保育，於七股區設置台南市曾文溪口北岸黑面琵鷺保護區，安南區則有四草野生動物保護區設置，上述兩處保護區範圍均涵蓋在台江國家公園範圍裡。而距離本計畫區較近為頂山里及龍山里，該區域依歷年調查成果統計僅佔總記錄數量 9.6%，顯示該區域非黑面琵鷺主要棲息活動區域，此外本計畫開發位置及周界影響 1 公里範圍內，均未含括頂山里及龍山里，且目前計畫區內缺乏淺水灘地環境，多為深水域環境，較不利黑面琵鷺棲息利用。



資料來源：黑面琵鷺保育學會網站。

圖 6-6 黑面琵鷺歷年（民國 93 年~104 年）主要分佈位置、T47 活動位置與本計畫相對位置圖

另也蒐集環境棲地對黑面琵鷺影響之相關研究，其研究指出魚塭內水位常維持在 0.8～2 公尺左右，且曝池時間相對較為短暫，不利候鳥棲息，而較利候鳥棲息之環境其魚塭內水位常於目標魚種收成後及廢棄或修養魚塭任其自然蒸發，如傳統潛坪式虱目魚養殖（水深約 0.3～0.5 公尺）及廢休養魚塭環境（蔡，2009），故目前於計畫區內並未記錄黑面琵鷺活動，但仍可能有族群飛行經過本計畫區或於鄰近地區之淺水域環境活動覓食，故未來本計畫施工期間所產生之噪音及震動，對於黑面琵鷺可能造成影響，因此將分別於施工期間及營運期間研擬相關保護對策。

整體而言，四次調查記錄到物種以鄰近地區較多，計畫區內記錄到物種組成相對較少，主要原因為鄰近地區調查範圍較大且有較為多樣化的棲地結構，因此能記錄到較多物種的活動。4 次調查結果以第 2 次（103 年 10 月）所記錄到的物種數最多，主要因第 2 次調查時間屬秋季，已有以鷸鴴科為主的部分冬候鳥來台，故整體記錄到的物種組成也最為豐富。

3、兩棲類

本計畫調查範圍內缺乏適合兩棲類活動之水域環境，因此未記錄到兩棲類物種。

4、爬蟲類

(1)物種組成

本計畫調查共記錄爬蟲類 1 目 3 科 5 種 107 隻次，103 年度調查共記錄爬蟲類 1 目 2 科 4 種 60 隻次，104 年度共記錄 1 目 3 科 3 種 47 隻次（表 6-1 及表 6-12），所記錄物種分別為多線真稜蜥、麗紋石龍子、鉛山壁虎、疣尾蝎虎及臭青公，均於鄰近地區及取排水管線周邊所發現。記錄到物種中，數量最多的壁虎科物種多於人工建物環境活動，如電線杆、牆壁等。

(2)特有（亞）種與保育類分析

本計畫調查未記錄到特有（亞）種與保育類物種；記錄到多線真棱蜥 1 種為外來種。

(3)優勢種分析

本計畫調查於鄰近地區及取排水管線周邊記錄爬蟲類共 107 隻次，主要優勢物種為疣尾蝎虎 92 隻次，佔調查總數量的 86.0%，其餘物種均為零星記錄。

(4)多樣性指數分析

在多樣性指數部份，計畫區未記錄到爬蟲類物種故多樣性指數無法計算；鄰近地區 Shannon-Wiener's diversity index（*H'*）介於 0~0.78，其中以 6 月份調查所得之多樣性最高，而取排水管線 104 年 12 月調查為 0.69，同樣屬偏低程度；Pielou's evenness index（*J'*）介於 0.40~0.56，鄰近地區受優勢物種疣尾蝎虎影響，均勻度指數偏低，而取排水管線 104 年 12 月調查為 1.00。

整體而言，調查期間記錄到爬蟲類物種均於鄰近地區及取排水管線周邊活動，主要因計畫區內環境多為廢棄鹽田，且為半淡鹹水所覆蓋，缺乏爬蟲類喜好之草生地或次生林，故計畫區內不適合爬蟲類動物活動。而鄰近地區因棲地環境較為多樣，因此所有物種均於鄰近地區記錄。而優勢物種疣尾蝎虎常於人工建物上活動，也較容易被觀察記錄。4 次調查結果以第 1 次記錄到物種數較多，主要因第 1 次調查時間屬夏季，物種活動頻度相對較高，因此有較多的活動記錄。

表 6-12　本計畫調查爬蟲類資源表

目名	科名	中文名	學名	特有性	保育等級	103.06		103.10		104.09			104.12		
						計畫區	鄰近地區	計畫區	鄰近地區	計畫區	鄰近地區	取排水管線	計畫區	鄰近地區	取排水管線
有鱗目	石龍子科	多線真稜蜥	*Eutropis multifasciata*	外來			2		1		2				1
		麗紋石龍子	*Plestiodon elegans*				2		2						
	壁虎科	鉛山壁虎	*Gekko hokouensis*				4								
		疣尾蝎虎	*Hemidactylus frenatus*				27		22		18	9		16	
	黃頷蛇科	臭青公	*Elaphe carinata*												1
總計						0	35	0	25	0	20	9	0	16	2
Shannon-Wiener's diversity index（*H'*）						-	0.78	-	0.44	-	0.33	-	-	0.00	0.69
Pielou's evenness index（*J'*）						-	0.56	-	0.40	-	0.47	-	-	-	1.00

備註：「外來」表引進之外來種。

5、蝴蝶

(1)物種組成

本計畫調查共記錄蝶類 1 目 5 科 18 種 372 隻次，103 年度調查共記錄蝶類 1 目 4 科 15 種 209 隻次，104 年度共記錄 1 目 4 科 10 種 163 隻次（表 6-1 及表 6-13），兩年度所記錄物種分別為豆波灰蝶、藍灰蝶、禾弄蝶、尖翅褐弄蝶、亮色黃蝶、白粉蝶、島嶼黃蝶、淡色黃蝶、緣點白粉蝶、遷粉蝶、黃蝶、眼蛺蝶、豆環蛺蝶、異紋紫斑蝶、絹斑蝶、旖斑蝶、淡紋青斑蝶及花鳳蝶等物種。

計畫區內多為水域環境，缺乏蜜源植物，因此只記錄到黃蝶 2 隻次於記畫區邊緣飛行，其餘記錄到物種主要分佈於鄰近地區並零星活動於取排水管線周邊，其中粉蝶科多活動於菊科及十字花科植物上。

(2)特有（亞）種與保育類分析

本計畫調查未記錄到特有（亞）種及保育類物種。

(3)優勢種分析

本計畫調查蝶類主要於鄰近地區所記錄，共有蝶類 322 隻次，主要優勢物種為白粉蝶 68 隻次，佔調查總數量的 21.1%，其次為亮色黃蝶及藍灰蝶，分別記錄 57 及 50 隻次，佔調查總數量的 17.7%及 15.5%。而 104 年增加調查之取排水管線周邊則僅記錄到 6 種蝶類。

(4)多樣性指數分析

多樣性指數部份，計畫區僅記錄到黃蝶 2 隻次，多樣性指數無法計算；鄰近地區 Shannon-Wiener's diversity index（*H'*）介於 1.74～2.36，其中以 103 年 6 月調查的蝶類多樣性最高，Pielou's evenness index（*J'*）介於 0.84~0.92，數值均偏高。取排水管線周邊 Shannon-Wiener's diversity index（*H'*）為 1.28～1.30，Pielou's evenness index（*J'*）為 0.92～0.94。整體而言，調查範圍內物種均勻分佈，未有明顯之優勢物種。

表 6-13 本計畫調查蝶類資源表

目名	科名	中文名	學名	特有性	保育等級	103.06		103.10		104.09			104.12		
						計畫區	鄰近地區	計畫區	鄰近地區	計畫區	鄰近地區	取排水管線	計畫區	鄰近地區	取排水管線
鱗翅目	灰蝶科	豆波灰蝶	*Lampides boeticus*				4		6		5			5	
		藍灰蝶	*Zizeeria maha okinawana*				19		13		9	4		9	9
	弄蝶科	禾弄蝶	*Borbo cinnara*				9		5						
		尖翅褐弄蝶	*Pelopidas agna*						3						
	粉蝶科	亮色黃蝶	*Eurema blanda arsakia*				18		14		12	7		13	
		白粉蝶	*Pieris rapae crucivora*				13		21		6	2		28	13
		島嶼黃蝶	*Eurema alitha esakii*				7							4	4
		淡色黃蝶	*Eurema andersoni godana*				8		6					4	6
		緣點白粉蝶	*Pieris canidia*				12		16						
		遷粉蝶	*Catopsilia pomona*				7		3		5	3		3	
		黃蝶	*Eurema hecabe*							2	4			3	
	蛺蝶科	眼蛺蝶	*Junonia almana*								2				
		豆環蛺蝶	*Neptis hylas luculenta*				6		3						
		異紋紫斑蝶	*Euploea mulciber barsine*				3								
		絹斑蝶	*Parantica aglea maghaba*				2		4						
		旖斑蝶	*Ideopsis similis*				2		1						
		淡紋青斑蝶	*Tirumala limniace limniace*						4						
	鳳蝶科	花鳳蝶	*Papilio demoleus*								1				
總計						0	110	0	99	2	44	16	0	69	32
Shannon-Wiener's diversity index（*H'*）						-	2.36	-	2.28	0.00	1.89	1.28	-	1.74	1.30
Pielou's evenness index（*J'*）						-	0.92	-	0.89	-	0.91	0.92	-	0.84	0.94

整體而言，除 104 年 9 月於計畫區記錄到的黃蝶外，四次調查記錄到物種多於鄰近地區所記錄，主要計畫區內環境多為廢棄鹽田，且為半淡鹹水所覆蓋，缺乏蜜源植物分佈，並不易觀察蝶類活動。而鄰近地區因棲地環境較為多樣，且有較豐富的蜜源植物，因此大多數物種皆於鄰近地區記錄。

(三)海域生態

統整 4 次調查結果如表 6-14，並說明如下：

1、固著性海洋植物

4 季次調查均未記錄到任何固著性海洋植物。研判係因棲地環境多屬沙岸，缺乏附著物及受砂質底質造成的濁度相對較高等環境條件因素，不利固著性海洋植物附著生長及行光合作用生長影響所致。

2、植物性浮游生物

(1)物種組成

本計畫調查，亞潮帶 6 個樣站各水層於 103 年 2 次調查共記錄植物性浮游生物 5 門 41 屬 57 種，各樣站各水層數量介於 28,415～189,771 cells/L。於 104 年 2 次調查共記錄植物性浮游生物 4 門 50 屬 103 種，各樣站各水層數量介於 30,600 cells/L～917,928 cells/L。

二年合計於亞潮帶共記錄浮游性植物 5 門 64 屬 136 種。記錄物種包括藍藻門束毛藻屬 2 種、平裂藻屬 1 種，甲藻門夜光藻屬 1 種、原甲藻屬 1 種、多甲藻屬 1 種、鰭藻屬 2 種、角藻屬 3 種，矽藻門曲殼藻屬 3 種、羽紋藻屬 1 種、舟形藻屬 13 種、卵形藻屬 3 種、扭鞘藻屬 1 種、星杆藻屬 1 種、海毛藻屬 2 種、海線藻屬 1 種、脆杆藻屬 1 種、斜紋藻屬 5 種、條紋藻屬 1 種、梯楔藻屬 1 種、異極藻屬 2 種、粗紋藻屬 1 種、窗紋藻屬 1 種、等片藻屬 1 種、菱形藻屬 11 種、菱板藻屬 1 種、楔形藻屬 1 種、擬菱形藻屬 1 種、雙眉藻屬 1 種、雙菱藻屬 1 種、雙壁藻屬 1 種、繭形藻屬 1 種、縫舟藻屬 1

種、針杆藻屬 1 種、矽藻屬 1 種、胸隔藻屬 1 種，褐藻門 Azpeitia 屬 1 種、*Dictyocha* 屬 2 種、*Distephanus* 屬 1 種、*Hemiaulus* 屬 2 種、*Paralia* 屬 1 種、*Stellarima* 屬 1 種、*Vacuolaria* 屬 1 種、小環藻屬 1 種、毛藻屬 2 種、石絲藻屬 1 種、形圓篩藻屬 6 種、角毛藻屬 11 種、角管藻屬 1 種、直鏈藻屬 2 種、冠蓋藻屬 1 種、星臍藻屬 2 種、根管藻屬 7 種、海鏈藻屬 1 種、骨條藻屬 2 種、盒形藻屬 3 種、細柱藻屬 1 種、圓篩藻屬 5 種、輻杆藻屬 3 種、雙尾藻屬 2 種、彎角藻屬 1 種、*Aulacoseira* 屬 1 種、*Lauderia* 屬 1 種、鞍鏈藻屬 1 種，纖毛蟲動物門 Tintinnopsis 屬 1 種（表 6-15）。

本計畫調查，潮間帶 3 個樣站於 103 年 2 次調查共記錄植物性浮游生物 5 門 22 屬 31 種，各樣站數量介於 43,167～106,600 cells/L。於 104 年 2 次調查共記錄植物性浮游生物 5 門 44 屬 80 種，各樣站數量介於 57,948 cells/L～99,500 cells/L。

2 年合計於潮間帶共記錄浮游性植物 6 門 52 屬 97 種。記錄物種包括藍藻門束毛藻屬 2 種，裸藻門裸藻屬 1 種，甲藻門原甲藻屬 1 種、多甲藻屬 1 種、鰭藻屬 1 種，矽藻門曲殼藻屬 3 種、羽紋藻屬 1 種、舟形藻屬 9 種、卵形藻屬 2 種、扭鞘藻屬 1 種、橋彎藻屬 1 種、星杆藻屬 1 種、海毛藻屬 1 種、海線藻屬 1 種、脆杆藻屬 1 種、斜紋藻屬 6 種、條紋藻屬 1 種、異極藻屬 2 種、粗紋藻屬 1 種、菱形藻屬 8 種、菱板藻屬 1 種、楔形藻屬 1 種、擬菱形藻屬 1 種、雙眉藻屬 1 種、雙壁藻屬 2 種、繭形藻屬 1 種、縫舟藻屬 1 種、針杆藻屬 1 種、矽藻屬 1 種，褐藻門 *Dictyocha* 屬 1 種、*Distephanus* 屬 2 種、*Hemiaulus* 屬 1 種、*Paralia* 屬 1 種、*Stellarima* 屬 1 種、小環藻屬 1 種、石絲藻屬 1 種、形圓篩藻屬 6 種、角毛藻屬 5 種、直鏈藻屬 1 種、冠蓋藻屬 1 種、根管藻屬 4 種、骨條藻屬 2 種、盒形藻屬 1 種、細柱藻屬 1 種、圓篩藻屬 5

種、輻杆藻屬 2 種、雙尾藻屬 1 種、彎角藻屬 1 種、漂流藻屬 1 種、*Lauderia* 屬 1 種、鞍鏈藻屬 1 種，纖毛蟲動物門 *Tintinnopsis* 屬 1 種（表 6-16）。

表 6-14　海域生態調查結果摘要(1/4)

大類 \ 時間		103 年結果			104 年結果		
		門	屬	種	門	屬	種
固著性海洋植物	-	-	-	-	-	-	-
植物性浮游生物	亞潮帶	5	41	57	4	50	103
	潮間帶	5	22	31	5	44	80

表 6-14　海域生態調查結果摘要(2/4)

大類 \ 時間		103 年結果		103 年結果	
		門	大類	門	大類
動物性浮游生物	亞潮帶	8	24	8	20
	潮間帶	7	15	7	16

表 6-14　海域生態調查結果摘要(3/4)

大類 \ 時間		103 年結果			104 年結果		
		科	種	隻次	科	種	隻次
底棲生物	亞潮帶	4	7	56	8	9	125
	潮間帶-沙灘	1	3	43	1	3	26
	潮間帶-消波塊	11	23	645	13	24	1,119

表 6-14　海域生態調查結果摘要(4/4)

大類 \ 時間	103 年結果			104 年結果		
	目	科	種	目	科	種
仔稚魚	2	7	10	3	9	12

表 6-15　本計畫調查海域亞潮帶植物性浮游生物資源表(1/21)

門名	屬名	學名	103.07																	
			S1			S2			S3			S4			S5			S6		
			0 m	3 m	10 m	0 m	3 m	10 m	0 m	3 m	10 m	0 m	3 m	10 m	0 m	3 m	10 m	0 m	3 m	10 m
藍藻門	束毛藻	*Trichodesmium erythraeum*				6,150	4,100	3,588	9,225	10,763	16,913	4,613	1,538	3,075	5,638	3,075	1,538	6,150	9,225	5,638
		Trichodesmium sp.																		
甲藻門	夜光藻	*Noctiluca scintillans*																		
	原甲藻	*Prorocentrum micans*				1,025	513													
	Dictyocha	*Dictyocha fibula*																		
纖毛蟲動物門	Distephanus	*Distephanus* sp.																		
	Tintinnopsis	*Tintinnopsis* sp.																		
矽藻門	曲殼藻	*Achnanthes* sp.				2,050	1,025	513		513	513					513				513
		Achnanthes brevipes																		
		Achnanthes linearis																		
	繭形藻	*Amphiprora alata*																		
	雙眉藻	*Amphora angusta*																		
	星杆藻	*Asterionella japonica*																		
	奇異棍形藻	*Bacillaria paradoxa*																		
	梯楔藻	*Climacosphenia moniligera*										1,025	513						513	
	卵形藻	*Cocconeis* sp.							2,563	2,050	513				1,025		513	513		
		Cocconeis placentula																		
		Cocconeis sublittoralis																		
	等片藻	*Diatoma vulgare*							1,025	513	1,538				1,538	1,025		1,025	513	
	雙壁藻	*Diploneis bombus*																		
	窗紋藻	*Epithemia* sp.										513	1,025					513		
	脆杆藻	*Fragilaria oceanica*																		
	異極藻	*Gomphonema gracile*										1,025	513					513		
		Gomphonema intricatum																		
	菱板藻	*Hantzschia* sp.																		
	楔形藻	*Licmophora* sp.																		
	舟形藻	*Navicula alpha*																		
		Navicula bacillum																		

備註：1、單位：生物量：cells/L。

2、單位：葉綠素 a：μg/L。

3、單位：初級生產力：mg C .m-3 .hr^{-1}。

表 6-15　本計畫調查海域亞潮帶植物性浮游生物資源表(2/21)

門名	屬名	學名	103.07																	
			S1			S2			S3			S4			S5			S6		
		Navicula cancellata	4,100	1,757	1,367	1,025	513	2,050	6,150	5,638	3,075	1,538	1,025	513	2,050	1,538	1,025	2,563	1,025	
		Navicula crucicula																		
		Navicula cryptocephala				4,100	2,563	1,025	1,025			2,563	3,588	1,025	1,538	513	1,025		1,025	1,538
		Navicula cuspidata																		
		Navicula cuspidata var. ambigua																		
		Navicula digito-radiata																		
		Navicula directa	2,050	4,100	2,050				1,538						1,025	1,538		513	1,025	
		Navicula marina																		
		Navicula membranacea																		
		Navicula mutica																		
		Navicula pupula																		
	菱形藻	*Nitzschia acicularis*				2,563	3,588	1,025				1,025	2,563	3,075				4,613	6,150	4,100
		Nitzschia acuminata																		
		Nitzschia delicatissima																		
		Nitzschia dissipata																		
		Nitzschia distans																513	513	
		Nitzschia longissima																		
		Nitzschia marina	35,533	33,971	32,800	29,213	32,288	21,525	12,813	15,888	13,838	8,713	7,175	9,738	8,200	8,713	7,175	3,588	4,100	2,563
		Nitzschia panduriformis																		
		Nitzschia sigma																		
		Nitzschia tryblionella																		
		Nitzschia vitrea																		
	羽紋藻	*Pinnularia* sp.																		
	斜紋藻	*Pleurosigma aestuarii*																		
		Pleurosigma affine																		
		Pleurosigma angulatum	1,367	586		2,563	2,050	1,538	3,588	4,613	3,075	1,538	1,025		2,050	1,538	3,075	513	1,538	5,125
		Pleurosigma elongatum																		
		Pleurosigma normani																		
	擬菱形藻	*Pseudo-nitzschia delicatissima*				2,563	2,050		1,025	4,613		9,225	10,763	11,788	3,588	1,025	4,613	13,838	11,275	15,888
	根管藻	*Rhizosolenia calcar-avis*																		

備註：1、單位：生物量：cells/L。

2、單位：葉綠素 a：μg/L。

3、單位：初級生產力：mg C .m-3 .hr^{-1}。

表 6-15　本計畫調查海域亞潮帶植物性浮游生物資源表(3/21)

門名	屬名	學名	103.07																	
			S1			S2			S3			S4			S5			S6		
		Rhizosolenia hebetata f. semispina																		
		Rhizosolenia setigera																		
		Rhizosolenia stolterfothii																		
		Rhizosolenia styliformis																		
	扭鞘藻	*Streptotheca thamensis*																		
	條紋藻	*Striatella* sp.																		
	雙菱藻	*Surirella elegans*				1,025	513	513		513	1,538					1,025	513			513
	針桿藻	*Synedra ulna*																		
	海線藻	*Thalassionema nitzschioides*					513		513	513					513	513				
	海毛藻	*Thalassiothrix frauenfeldii*																		
		Thalassiothrix longissima	4,783	1,757	683			513	1,538	1,025		513		513	1,538	1,538	513	3,075	1,025	2,050
	粗紋藻	*Trachyneis aspera*																		
褐藻門	直鏈藻	*Aulacoseira granulata*																		
	星臍藻	*Asteromphalus flabellatus*							1,025	513					513	1,025				
		Asteromphalus sp.																		
	Azpeitia	*Azpeitia nodulifera*																		
	輻杆藻	*Bacteriastrum delicatulum*	9,567	16,400	11,617	8,713	10,763	4,100	7,688	3,075	4,100	1,025	2,563	2,050	9,225	7,175	8,200	4,613	2,563	3,588
		Bacteriastrum hyalinum				4,100	1,538		15,888	13,325	10,250	6,663	7,175	10,763	7,175	5,638	6,150	9,225	6,150	7,688
		Bacteriastrum varians																		
	盒形藻	*Biddulphia aurita*																		
		Biddulphia mobiliensis																		
		Biddulphia sinensis																		
	角管藻	*Cerataulina bergonii*																		
	角毛藻	*Chaetoceros affine*																		
		Chaetoceros anastomosans							3,075	2,563	1,538					3,075	2,563	1,538	1,025	513
		Chaetoceros cinctus	3,417	13,471	10,933	12,813	15,888	9,225	6,663	10,763	11,788	2,050	1,538	2,563	9,738	7,175	6,663	5,125	2,563	3,075
		Chaetoceros coarctatus	5,467	6,443	2,733		1,538	513	2,563	1,538	4,100	7,175	5,638	3,588	5,638	2,563	1,538	10,763	12,813	16,913
		Chaetoceros costatus	1,367	8,200	6,150					5,638	8,713	10,763	9,225	3,075	2,563	1,025	1,025	7,688	5,638	4,100
		Chaetoceros curvisetus																		
		Chaetoceros densus	15,717	29,871	21,183	10,763	8,200	4,100	1,538	3,588	4,100	2,050	1,025		9,225	6,663	8,713	4,100	4,613	2,050

備註：1、單位：生物量：cells/L。

2、單位：葉綠素 a：μg/L。

3、單位：初級生產力：mg C .m-3 .hr^{-1}。

表 6-15　本計畫調查海域亞潮帶植物性浮游生物資源表(4/21)

門名	屬名	學名	103.07																	
			S1			S2			S3			S4			S5			S6		
		Chaetoceros lorenzianum																		
		Chaetoceros muelleri	8,200	28,114	21,867	2,563	1,538	6,150	7,688	6,663	11,275	10,250	12,300	7,688	6,663	8,200	7,175	11,275	9,225	5,638
		Chaetoceros pseudodichaeta																		
		Chaetoceros seiracanthum																		
	毛藻	*Corethron* sp.							1,025	2,563	513					1,025	2,563	1,538	1,025	
		Corethron hystrix																		
	圓篩藻	*Coscinodiscus gigas*																		
		Coscinodiscus granii				5,638	5,125	1,538		4,100	3,588	7,688	6,150	10,250		3,588		2,050	3,588	1,538
		Coscinodiscus lineatus																		
		Coscinodiscus radiatus																		
	小環藻	*Cyclotella* sp.																		
	海鏈藻	*Detonula pumila*				1,025	513													
	Dictyocha	*Dictyocha* sp.																		
	雙尾藻	*Ditylum sol*																		
	彎角藻	*Eucampia cornuta*	16,400	30,457	21,183	8,200	6,150	10,763	17,425	13,838	15,375	10,763	12,813	11,275	6,663	8,713	9,738			
	Hemiaulus	*Hemiaulus hauckii*																		
		Hemiaulus sinensis	683	2,343	4,783				3,075	2,563	1,025		2,563	1,538	2,050	3,075	1,025	1,025	513	
	Lauderia	*Lauderia borealis*																		
	細柱藻	*Leptocylindrus danicus*				7,688	6,150	3,588	13,838	12,300	9,738	4,613	3,075	5,125	3,588	1,025	3,075			
	石絲藻	*Lithodesmium variable*																		
	直鏈藻	*Melosira italica*	1,367	1,757	683								1,025	513				1,538		513
		Melosira varians																		
	Paralia	*Paralia sulcata*				1,025	513	1,538				1,538	513		1,025	513				
	根管藻	*Rhizosolenia bergonii*	2,050	8,200	1,367															
		Rhizosolenia hebetata																		
		Rhizosolenia setigera																		
	骨條藻	*Skeletonema costatum*																		
		Skeletonema tropicum	683	2,343	2,050				2,563	1,538	3,588	21,525	15,375	8,200	2,563	2,563	4,613	7,175	5,125	2,050
	Stellarima	*Stellarima stellaris*				1,025	3,588	1,538	1,025	513					7,688	6,663	12,300	3,075	2,050	1,025
	冠蓋藻	*Stephanopyxis palmeriana*																		

備註：1、單位：生物量：cells/L。

2、單位：葉綠素 a：μg/L。

3、單位：初級生產力：mg C .m-3 .hr^{-1}。

表 6-15　本計畫調查海域亞潮帶植物性浮游生物資源表(5/21)

門名	屬名	學名	103.07																	
			S1			S2			S3			S4			S5			S6		
	形圓篩藻	*Thalassiosira anguste-lineata*																		
		Thalassiosira eccentricus																		
		Thalassiosira hyalina																		
		Thalassiosira leptopus																		
		Thalassiosira subtilis																		
	Vacuolaria	*Vacuolaria* sp.										513							513	513
總計			112,750	189,771	141,450	115,825	111,213	75,338	126,075	131,713	130,688	118,900	110,700	96,350	103,013	92,250	95,325	108,650	95,325	87,125
各站總計			443,971			302,375			388,475			325,950			290,588			291,100		
葉綠素 a			3.84	4.31	4.27	3.84	3.72	3.99	3.52	2.97	2.70	3.59	3.63	3.75	2.35	2.81	3.09	2.97	2.93	3.24
初級生產力			0.18	0.21	0.20	0.18	0.18	0.19	0.17	0.14	0.13	0.17	0.17	0.18	0.11	0.13	0.15	0.14	0.14	0.15
Shannon-Wiener's diversity index（*H'*）			2.19	2.30	2.19	2.57	2.46	2.37	2.78	2.87	2.72	2.73	2.75	2.62	2.94	3.01	2.80	2.90	2.83	2.61
Pielou's evenness index（*J'*）			0.79	0.83	0.81	0.85	0.79	0.81	0.86	0.87	0.88	0.86	0.87	0.89	0.91	0.89	0.89	0.88	0.87	0.85

備註：1、單位：生物量：cells/L。

2、單位：葉綠素 a：μg/L。

3、單位：初級生產力：mg C .m-3 .hr^{-1}。

表 6-15　本計畫調查海域亞潮帶植物性浮游生物資源表(6/21)

門名	屬名	學名	103.11																	
			S1			S2			S3			S4			S5			S6		
			0 m	3 m	10 m	0 m	3 m	10 m	0 m	3 m	10 m	0 m	3 m	10 m	0 m	3 m	10 m	0 m	3 m	10 m
藍藻門	束毛藻	*Trichodesmium erythraeum*	2,304	768	1,920	768	2,304	3,455	3,455	1,536	1,462				1,629	543	2,172	1,444	4,330	1,086
		Trichodesmium sp.																		
甲藻門	夜光藻	*Noctiluca scintillans*			384	384	384													
	原甲藻	*Prorocentrum micans*	384	1,920		768	384													
	Dictyocha	*Dictyocha fibula*																		
纖毛蟲動物門	Distephanus	*Distephanus* sp.		384	384	1,152	384	768												
	Tintinnopsis	*Tintinnopsis* sp.	384		768	384	1,152	1,536		1,152	488	384	1,152	963		1,086	543		482	
矽藻門	曲殼藻	*Achnanthes* sp.																		
		Achnanthes brevipes																		
		Achnanthes linearis																		
	繭形藻	*Amphiprora alata*	768	384		384		768			975				543		1,086			
	雙眉藻	*Amphora angusta*																		
	星杆藻	*Asterionella japonica*				2,304	4,223	6,526							1,629		543			
	奇異棍形藻	*Bacillaria paradoxa*																		
	梯楔藻	*Climacosphenia moniligera*																		
	卵形藻	*Cocconeis* sp.	1,920	1,152	384		384													
		Cocconeis placentula																		
		Cocconeis sublittoralis																		
	等片藻	*Diatoma vulgare*						384							1,086	1,086	2,715	963	482	
	雙壁藻	*Diploneis bombus*																		
	窗紋藻	*Epithemia* sp.																		
	脆杆藻	*Fragilaria oceanica*																		
	異極藻	*Gomphonema gracile*	768	1,152																
		Gomphonema intricatum																		
	菱板藻	*Hantzschia* sp.																		
	楔形藻	*Licmophora* sp.				768	384	1,152							543	543	1,629			
	舟形藻	*Navicula alpha*																		
		Navicula bacillum																		

備註：1、單位：生物量：cells/L。

2、單位：葉綠素 a：μg/L。

3、單位：初級生產力：mg C .m-3 .hr^{-1}。

表 6-15　本計畫調查海域亞潮帶植物性浮游生物資源表(7/21)

門名	屬名	學名	103.11																	
			S1			S2			S3			S4			S5			S6		
			0 m	3 m	10 m	0 m	3 m	10 m	0 m	3 m	10 m	0 m	3 m	10 m	0 m	3 m	10 m	0 m	3 m	10 m
		Navicula cancellata	384	1,920	2,304	768	1,152	1,536	1,152	8,445	8,770	384	1,920	1,444	543	1,086	1,629	482	963	1,629
		Navicula crucicula																		
		Navicula cryptocephala	768	1,920	1,152	1,152	768		2,687	384		1,920		963	1,629	543	1,086			
		Navicula cuspidata																		
		Navicula cuspidata var. ambigua								768	488							482	1,444	
		Navicula digito-radiata																		
		Navicula directa	384	2,687	1,536	1,536	2,304	768	2,304	768					1,086	1,629				
		Navicula marina																		
		Navicula membranacea																		
		Navicula mutica																		
		Navicula pupula																		
	菱形藻	*Nitzschia acicularis*				1,920	2,687	768				768	1,920	2,887				2,887	5,773	4,343
		Nitzschia acuminata																		
		Nitzschia delicatissima																		
		Nitzschia dissipata																		
		Nitzschia distans																		
		Nitzschia longissima																		
		Nitzschia marina	1,536	4,990	4,223	4,607	7,293	8,061	9,596	7,293	7,795	3,071	1,920	3,368	3,800	4,343	2,715	2,887	963	2,715
		Nitzschia panduriformis																		
		Nitzschia sigma																		
		Nitzschia tryblionella																		
		Nitzschia vitrea																		
	羽紋藻	*Pinnularia* sp.	1,920	384	2,304					384		768	384	963						
	斜紋藻	*Pleurosigma aestuarii*																		
		Pleurosigma affine																		
		Pleurosigma angulatum	384	768	2,687		1,536	1,152	1,536		1,949	1,152	768		543	1,086	3,258	482	482	1,086
		Pleurosigma elongatum																		
		Pleurosigma normani																		
	擬菱形藻	*Pseudo-nitzschia delicatissima*				1,920	1,536		384	1,152		1,920	768	1,925	1,086	1,086	543	4,330	1,925	2,172

備註：1、單位：生物量：cells/L。

2、單位：葉綠素 a：μg/L。

3、單位：初級生產力：mg C .m-3 .hr^{-1}。

表 6-15　本計畫調查海域亞潮帶植物性浮游生物資源表(8/21)

門名	屬名	學名	103.11																	
			S1			S2			S3			S4			S5			S6		
			0 m	3 m	10 m	0 m	3 m	10 m	0 m	3 m	10 m	0 m	3 m	10 m	0 m	3 m	10 m	0 m	3 m	10 m
	根管藻	*Rhizosolenia calcar-avis*																		
		Rhizosolenia hebetata f. semispina																		
		Rhizosolenia setigera																		
		Rhizosolenia stolterfothii																		
		Rhizosolenia styliformis																		
	扭鞘藻	*Streptotheca thamensis*																		
	條紋藻	*Striatella* sp.																		
	雙菱藻	*Surirella elegans*	384	1,152		1,152	384	384	1,152	1,152	975				543	1,086	1,629	482		
	針桿藻	*Synedra ulna*																		
	海線藻	*Thalassionema nitzschioides*													1,086	2,172				
	海毛藻	*Thalassiothrix frauenfeldii*																		
		Thalassiothrix longissima										768	1,152	2,406	1,629	1,629	543	963	963	543
	粗紋藻	*Trachyneis aspera*																		
褐藻門	直鏈藻	*Aulacoseira granulata*																		
	星臍藻	*Asteromphalus flabellatus*				384		384												
		Asteromphalus sp.				384		384												
	Azpeitia	*Azpeitia nodulifera*				3,071	2,687	6,142												
	輻杆藻	*Bacteriastrum delicatulum*				1,152	384	768	2,304	768	1,949	3,071	1,920		4,886	2,715	3,800	2,887	1,444	1,086
		Bacteriastrum hyalinum				3,071	1,152			3,071	975				2,715	1,086	1,629		1,444	3,258
		Bacteriastrum varians																		
	盒形藻	*Biddulphia aurita*																		
		Biddulphia mobiliensis																		
		Biddulphia sinensis																		
	角管藻	*Cerataulina bergonii*																		
	角毛藻	*Chaetoceros affine*																		
		Chaetoceros anastomosans							384	768	1,462					3,258	2,715	963	1,444	
		Chaetoceros cinctus	1,920	1,920	1,536	2,304	768	1,152	1,536	2,304	2,436	2,304	1,152	2,406	5,972	2,715	2,172	4,811	2,406	3,258
		Chaetoceros coarctatus	4,607	5,374	1,536	1,152	768	5,374	1,920	1,152	975	1,152	1,536	2,406	1,086	1,629	3,258	1,444	3,368	3,258
		Chaetoceros costatus				2,687	768		1,152	768	488	2,304	1,152	482	2,715	1,086	1,086	2,887	5,292	4,343

備註：1、單位：生物量：cells/L。

2、單位：葉綠素 a：μg/L。

3、單位：初級生產力：mg C .m-3 .hr^{-1}。

表 6-15　本計畫調查海域亞潮帶植物性浮游生物資源表(9/21)

門名	屬名	學名	103.11																	
			S1			S2			S3			S4			S5			S6		
			0 m	3 m	10 m	0 m	3 m	10 m	0 m	3 m	10 m	0 m	3 m	10 m	0 m	3 m	10 m	0 m	3 m	10 m
		Chaetoceros curvisetus																		
		Chaetoceros densus	1,152	768	4,223	4,223	2,304	6,526	1,152	2,687		1,536	768		4,886	2,172	4,343	482	1,925	4,886
		Chaetoceros lorenzianum																		
		Chaetoceros muelleri	1,152	4,607	1,920	1,920	1,152	4,223	384	1,920	1,462	11,132	7,293	2,406	2,172	3,800	2,715	1,925	4,330	1,086
		Chaetoceros pseudodichaeta																		
		Chaetoceros seiracanthum																		
	毛藻	*Corethron* sp.								384										
		Corethron hystrix																		
	圓篩藻	*Coscinodiscus gigas*										768	1,152	2,406				1,925	2,887	3,800
		Coscinodiscus granii	1,152	6,142	6,142	5,758	3,071	1,152	6,142	8,445	8,770	8,061	6,142	3,368	2,172	1,629	1,086	482	4,330	9,772
		Coscinodiscus lineatus																		
		Coscinodiscus radiatus													2,172	8,686	3,800	1,444	963	4,343
	小環藻	*Cyclotella* sp.																		
	海鏈藻	*Detonula pumila*																		
	Dictyocha	*Dictyocha* sp.										768	384							
	雙尾藻	*Ditylum sol*																		
	彎角藻	*Eucampia cornuta*	2,304	2,687	1,536				6,142	3,455	4,872	1,152	2,687	1,925	2,172	4,343	5,429			
	Hemiaulus	*Hemiaulus hauckii*																		
		Hemiaulus sinensis	384	1,536	768				1,536	384	975	768	768	482	1,629		1,086	1,444	482	
	Lauderia	*Lauderia borealis*																		
	細柱藻	*Leptocylindrus danicus*							3,455	2,304	4,872									
	石絲藻	*Lithodesmium variable*																		
	直鏈藻	*Melosira italica*							1,152	768									482	543
		Melosira varians																		
	Paralia	*Paralia sulcata*																482		543
	根管藻	*Rhizosolenia bergonii*	1,152	1,920	1,152	1,152	384	1,536	768	384		768	768	1,444						
		Rhizosolenia hebetata	768	384	1,920										1,086	543	2,172			
		Rhizosolenia setigera					768	768												

備註：1、單位：生物量：cells/L。

2、單位：葉綠素 a：μg/L。

3、單位：初級生產力：mg C .m-3 .hr^{-1}。

表 6-15　本計畫調查海域亞潮帶植物性浮游生物資源表(10/21)

門名	屬名	學名	103.11																	
			S1			S2			S3			S4			S5			S6		
			0 m	3 m	10 m	0 m	3 m	10 m	0 m	3 m	10 m	0 m	3 m	10 m	0 m	3 m	10 m	0 m	3 m	10 m
	骨條藻	*Skeletonema costatum*																		
		Skeletonema tropicum	1,536	4,607	3,072				1,920	1,152	3,411	2,304	4,607	7,698	1,629	2,715	3,258	4,812	1,445	1,086
	Stellarima	*Stellarima stellaris*							1,152	384					3,258	2,172	3,258			
	冠蓋藻	*Stephanopyxis palmeriana*							14,586	10,748	8,283									
	形圓篩藻	*Thalassiosira anguste-lineata*				3,455	6,526	8,061												
		Thalassiosira eccentricus																		
		Thalassiosira hyalina																		
		Thalassiosira leptopus																		
		Thalassiosira subtilis																		
	Vacuolaria	*Vacuolaria* sp.							384		488		384					482	1,925	543
總計			28,415	49,526	41,851	50,680	47,991	63,728	68,335	64,880	64,320	47,223	40,697	39,942	55,925	56,467	61,898	41,872	51,974	55,379
各站總計			119,792			162,399			197,535			127,862			174,290			149,225		
葉綠素 a			0.82	1.10	0.43	0.82	0.82	0.43	0.98	0.16	0.12	0.55	0.27	0.43	0.27	0.43	0.16	0.59	0.55	0.09
初級生產力			0.04	0.05	0.02	0.04	0.04	0.02	0.05	0.01	0.01	0.03	0.01	0.02	0.01	0.02	0.01	0.03	0.03	0.00
Shannon-Wiener's diversity index（*H'*）			2.88	2.83	2.81	3.06	2.93	2.76	2.73	2.79	2.67	2.63	2.73	2.68	3.11	3.04	3.17	2.89	2.95	2.75
Pielou's evenness index（*J'*）			0.92	0.90	0.92	0.92	0.88	0.86	0.85	0.84	0.86	0.85	0.88	0.93	0.93	0.92	0.95	0.91	0.92	0.90

備註：1、單位：生物量：cells/L。

2、單位：葉綠素 a：μg/L。

3、單位：初級生產力：mg C .m-3 .hr^{-1}。

表 6-15　本計畫調查海域亞潮帶植物性浮游生物資源表(11/21)

門名	屬名	學名	104.09													
			S1		S2		S3		S4		S5			S6		
			0 m	3 m	0 m	3 m	0 m	3 m	0 m	3 m	0 m	3 m	10 m	0 m	3 m	10 m
藍藻門	束毛藻	*Trichodesmium erythraeum*														
		Trichodesmium sp.				3,696										
甲藻門	夜光藻	*Noctiluca scintillans*														
	原甲藻	*Prorocentrum micans*								264		264				
	Dictyocha	*Dictyocha fibula*				264					264					
纖毛蟲動物門	Distephanus	*Distephanus* sp.														
	Tintinnopsis	*Tintinnopsis* sp.														
矽藻門	曲殼藻	*Achnanthes* sp.														
		Achnanthes brevipes		528	1,320	528	264	1,056		264			792			264
		Achnanthes linearis			264										528	
	繭形藻	*Amphiprora alata*				264				528				264	528	
	雙眉藻	*Amphora angusta*				264										
	星杆藻	*Asterionella japonica*	35,376	57,552	38,544	69,168	185,592	192,984	162,888	138,072	152,064	115,632	30,624	127,512	125,664	119,856
	奇異棍形藻	*Bacillaria paradoxa*	10,824	25,608	69,960	77,088	152,592	72,864	41,712	28,248	10,032	19,272	13,992	15,048	54,912	91,608
	梯楔藻	*Climacosphenia moniligera*														
	卵形藻	*Cocconeis* sp.														
		Cocconeis placentula		264	264											
		Cocconeis sublittoralis		264	528				264							
	等片藻	*Diatoma vulgare*														
	雙壁藻	*Diploneis bombus*														264
	窗紋藻	*Epithemia* sp.														
	脆杆藻	*Fragilaria oceanica*		1,056	264											
	異極藻	*Gomphonema gracile*														
		Gomphonema intricatum		264	528											
	菱板藻	*Hantzschia* sp.			264											
	楔形藻	*Licmophora* sp.														
	舟形藻	*Navicula alpha*	264													
		Navicula bacillum	264													

備註：1、單位：生物量：cells/L。

2、單位：葉綠素 a：μg/L。

3、單位：初級生產力：mg C .m-3 .hr^{-1}。

表 6-15　本計畫調查海域亞潮帶植物性浮游生物資源表(12/21)

門名	屬名	學名	104.09													
			S1		S2		S3		S4		S5			S6		
			0 m	3 m	0 m	3 m	0 m	3 m	0 m	3 m	0 m	3 m	10 m	0 m	3 m	10 m
		Navicula cancellata								264						
		Navicula crucicula							264							
		Navicula cryptocephala														
		Navicula cuspidata										264				
		Navicula cuspidata var. ambigua														
		Navicula digito-radiata		264	264						528		264			
		Navicula directa	1,056	264	528	1,320		1,320	528	792	792	1,320	264	264	2,904	1,320
		Navicula marina										264				
		Navicula membranacea	264								264	264			264	
		Navicula mutica					1,584									
		Navicula pupula							264							
	菱形藻	*Nitzschia acicularis*														
		Nitzschia acuminata					264									
		Nitzschia delicatissima								2,640	5,544					
		Nitzschia dissipata									264			264		
		Nitzschia distans														
		Nitzschia longissima					264		528	264	264					
		Nitzschia marina														
		Nitzschia panduriformis													264	
		Nitzschia sigma				792					264					
		Nitzschia tryblionella		264												
		Nitzschia vitrea			264	264										
	羽紋藻	*Pinnularia* sp.														
	斜紋藻	*Pleurosigma aestuarii*											264			
		Pleurosigma affine		528	264		528	264		264	264				264	
		Pleurosigma angulatum		1,320	264	528		528		264	264	264	264			264
		Pleurosigma elongatum							264							
		Pleurosigma normani	264	792		1,320	264	528	528	264	1,056	264	264	528	528	528
	擬菱形藻	*Pseudo-nitzschia delicatissima*														

備註：1、單位：生物量：cells/L。

2、單位：葉綠素 a：μg/L。

3、單位：初級生產力：mg C .m-3 .hr^{-1}。

表 6-15　本計畫調查海域亞潮帶植物性浮游生物資源表(13/21)

門名	屬名	學名	104.09													
			S1		S2		S3		S4		S5			S6		
			0 m	3 m	0 m	3 m	0 m	3 m	0 m	3 m	0 m	3 m	10 m	0 m	3 m	10 m
	根管藻	*Rhizosolenia calcar-avis*									792					
		Rhizosolenia hebetata f. semispina						264		264						
		Rhizosolenia setigera									264					
		Rhizosolenia stolterfothii					10,560	3,168	528	5,280	2,112	1,320		8,976	3,696	12,408
		Rhizosolenia styliformis	528	264			264									264
	扭鞘藻	*Streptotheca thamensis*				792					1,320					
	條紋藻	*Striatella* sp.													264	
	雙菱藻	*Surirella elegans*														
	針桿藻	*Synedra ulna*														264
	海線藻	*Thalassionema nitzschioides*			528	264	528	264	3,168				1,056		264	4,752
	海毛藻	*Thalassiothrix frauenfeldii*		792	264	1,056	3,432		1,056	528			264	7,392		
		Thalassiothrix longissima						264								
	粗紋藻	*Trachyneis aspera*	264					264		528		264	264		264	
褐藻門	直鏈藻	*Aulacoseira granulata*		528												
	星臍藻	*Asteromphalus flabellatus*														
		Asteromphalus sp.														
	Azpeitia	*Azpeitia nodulifera*														
	輻杆藻	*Bacteriastrum delicatulum*														
		Bacteriastrum hyalinum							3,432							
		Bacteriastrum varians					1,584	2,640	792		1,848	3,168				
	盒形藻	*Biddulphia aurita*			264											
		Biddulphia mobiliensis	792	1,320	1,056	3,960	528	528		264	2,112		528		528	792
		Biddulphia sinensis	264					792								
	角管藻	*Cerataulina bergonii*						3,168	1,056	1,320					1,320	
	角毛藻	*Chaetoceros affine*					1,056	1,320	3,960	792	17,424			3,696		
		Chaetoceros anastomosans														
		Chaetoceros cinctus														
		Chaetoceros coarctatus														
		Chaetoceros costatus														

備註：1、單位：生物量：cells/L。

2、單位：葉綠素 a：μg/L。

3、單位：初級生產力：mg C .m-3 .hr^{-1}。

表 6-15　本計畫調查海域亞潮帶植物性浮游生物資源表(14/21)

門名	屬名	學名	104.09													
			S1		S2		S3		S4		S5			S6		
			0 m	3 m	0 m	3 m	0 m	3 m	0 m	3 m	0 m	3 m	10 m	0 m	3 m	10 m
		Chaetoceros curvisetus	294,096	62,304	93,456	86,064	180,840	93,456	95,568	96,360	304,128	212,784	12,672	645,480	376,992	52,272
		Chaetoceros densus														
		Chaetoceros lorenzianum		1,320		2,376								2,112		
		Chaetoceros muelleri														
		Chaetoceros pseudodichaeta									13,728					
		Chaetoceros seiracanthum			1,056				1,584	4,488	3,960	2,112				1,056
	毛藻	*Corethron* sp.														
		Corethron hystrix									528					
	圓篩藻	*Coscinodiscus gigas*														
		Coscinodiscus granii														
		Coscinodiscus lineatus	264			264										
		Coscinodiscus radiatus			264											
	小環藻	*Cyclotella* sp.	6,336	1,056	1,056	792	1,848	1,848		2,112	1,320	528	792	792	792	
	海鏈藻	*Detonula pumila*														
	Dictyocha	*Dictyocha* sp.														
	雙尾藻	*Ditylum sol*	264		792	264							264		264	
	彎角藻	*Eucampia cornuta*										2,112		3,168		
	Hemiaulus	*Hemiaulus hauckii*													1,320	
		Hemiaulus sinensis									3,696					
	Lauderia	*Lauderia borealis*			2,376	3,696	528	5,016	1,584	2,640	4,224	1,320	1,320	5,544	528	
	細柱藻	*Leptocylindrus danicus*				1,056		1,584	1,056			1,320		1,056	6,336	2,904
	石絲藻	*Lithodesmium variable*			264	264		264								
	直鏈藻	*Melosira italica*														
		Melosira varians			792											
	Paralia	*Paralia sulcata*														
	根管藻	*Rhizosolenia bergonii*														
		Rhizosolenia hebetata														
		Rhizosolenia setigera														

備註：1、單位：生物量：cells/L。

2、單位：葉綠素 a：μg/L。

3、單位：初級生產力：mg C .m-3 .hr^{-1}。

表 6-15　本計畫調查海域亞潮帶植物性浮游生物資源表(15/21)

門名	屬名	學名	104.09													
			S1		S2		S3		S4		S5			S6		
			0 m	3 m	0 m	3 m	0 m	3 m	0 m	3 m	0 m	3 m	10 m	0 m	3 m	10 m
	骨條藻	*Skeletonema costatum*	15,048	12,936	31,152	11,352	14,256	35,376	24,288	8,976	13,728	11,088	3,960	16,632	6,600	5,544
		Skeletonema tropicum														
	Stellarima	*Stellarima stellaris*														
	冠蓋藻	*Stephanopyxis palmeriana*														
	形圓篩藻	*Thalassiosira anguste-lineata*														
		Thalassiosira eccentricus	6,600	1,056	1,320	528	528	3,432	2,112	792	2,640	528	264	2,376	1,584	528
		Thalassiosira hyalina		264	2,376	264	264	792	792	528	792		528		792	264
		Thalassiosira leptopus	227,832	13,464	19,800	14,784	28,512	16,632	18,216	15,048	17,424	12,936	3,432	76,824	56,496	8,448
		Thalassiosira subtilis					1,584		2,112	11,616	1,320	528	264			
	Vacuolaria	*Vacuolaria* sp.														
總計			600,600	184,272	270,336	283,272	587,664	440,616	368,544	323,664	565,224	387,816	72,336	917,928	643,896	303,600
各站總計			784,872		553,608		1,028,280		692,208		1,025,376			1,865,424		
葉綠素 a			11.25	5.83	8.97	10.62	1.82	3.23	0.17	0.95	1.27	0.95	1.50	3.23	2.37	0.72
初級生產力			0.31	0.60	0.39	0.33	1.91	1.08	19.96	3.65	2.74	3.65	2.32	1.08	1.47	4.82
Shannon-Wiener's diversity index（*H'*）			1.20	1.75	1.80	1.79	1.55	1.67	1.66	1.70	1.51	1.29	1.80	1.08	1.31	1.56
Pielou's evenness index（*J'*）			0.42	0.55	0.53	0.54	0.49	0.51	0.52	0.51	0.44	0.42	0.59	0.37	0.41	0.53

備註：1、單位：生物量：cells/L。

2、單位：葉綠素 a：μg/L。

3、單位：初級生產力：mg C .m-3 .hr^{-1}。

表 6-15　本計畫調查海域亞潮帶植物性浮游生物資源表(16/21)

門名	屬名	學名	104.12													
			S1		S2		S3		S4		S5			S6		
			0 m	3 m	0 m	3 m	0 m	3 m	0 m	3 m	0 m	3 m	10 m	0 m	3 m	10 m
藍藻門	束毛藻	*Trichodesmium erythraeum*	39,600		7,200							18,000				
		Trichodesmium sp.										3,600				
	平裂藻	*Merismopedia* sp.	180													
甲藻門	夜光藻	*Noctiluca scintillans*														
	原甲藻	*Prorocentrum micans*	900		3,600	360	900					180		900		
	多甲藻	*Peridinium* sp.	3,600		3,600		3,600	180		3,600	540	1,800	720	1,800	1,800	
	鰭藻	*Dinophysis homunculus*									180					
		Dinophysis sp.						180								
	角藻	*Ceratium extensum*											360			
		Ceratium fusus	360													
		Ceratium sp.	540							1,800				180		
矽藻門	曲殼藻	*Achnanthes brevipes*					180				1,800	900				
		Achnanthes linearis										900	1,800			
		Achnanthes sp.														
	羽紋藻	*Pinnularia* sp.														
	舟形藻	*Navicula alpha*		1,800												
		Navicula bacillum														
		Navicula cancellata							900	180						
		Navicula crucicula							900							
		Navicula cryptocephala														
		Navicula cuspidata										900	720			
		Navicula cuspidata var. *ambigua*														
		Navicula digito-radiata				720					900	1,800	2,160			
		Navicula directa	3,600	7,200	3,600	2,880	1,800	900	1,800	1,620	2,700	5,400	5,400	2,700	2,700	1,800
		Navicula marina										900	720			720
		Navicula membranacea		1,800									1,800	900	900	1,080

備註：1、單位：生物量：cells/L。

2、單位：葉綠素 a：μg/L。

3、單位：初級生產力：mg C .m-3 .hr^{-1}。

表 6-15 本計畫調查海域亞潮帶植物性浮游生物資源表(17/21)

門名	屬名	學名	104.12													
			S1		S2		S3		S4		S5			S6		
			0 m	3 m	0 m	3 m	0 m	3 m	0 m	3 m	0 m	3 m	10 m	0 m	3 m	10 m
		Navicula mutica					3,600	4,500								
		Navicula pupula	1,800							900						
	卵形藻	*Cocconeis placentula*														
		Cocconeis sublittoralis														
		Cocconeis sp.														
	扭鞘藻	*Streptotheca thamensis*														
	星杆藻	*Asterionella japonica*	5,400	7,200	3,600	28,800	16,200		5,400	7,200	1,800			45,000	5,400	7,200
	海毛藻	*Thalassiothrix frauenfeldii*													900	
		Thalassiothrix longissima	1,800													
	海線藻	*Thalassionema nitzschioides*	7,200				3,600	1,800			180	180	14,400			
	脆杆藻	*Fragilaria oceanica*										900	360			
	斜紋藻	*Pleurosigma aestuarii*														
		Pleurosigma affine			1,800		1,440								720	
		Pleurosigma angulatum		3,600								720				
		Pleurosigma elongatum														
		Pleurosigma normani				360	360					1,080	360	360	1,080	
	條紋藻	*Striatella* sp.	1,800					180				180	360	180	180	
	梯樨藻	*Climacosphenia moniligera*		360												
	異極藻	*Gomphonema gracile*														
		Gomphonema intricatum				360						180				
	粗紋藻	*Trachyneis aspera*														
	窗紋藻	*Epithemia* sp.														
	等片藻	*Diatoma vulgare*														
	菱形藻	*Nitzschia acicularis*														
		Nitzschia acuminata														
		Nitzschia delicatissima									900	1,260	1,800			
		Nitzschia dissipata														

備註：1、單位：生物量：cells/L。

2、單位：葉綠素 a：μg/L。

3、單位：初級生產力：mg C .m-3 .hr^{-1}。

表 6-15　本計畫調查海域亞潮帶植物性浮游生物資源表(18/21)

門名	屬名	學名	104.12													
			S1		S2		S3		S4		S5			S6		
			0 m	3 m	0 m	3 m	0 m	3 m	0 m	3 m	0 m	3 m	10 m	0 m	3 m	10 m
		Nitzschia distans														
		Nitzschia longissima						1,800			900	540				
		Nitzschia marina	3,600													
		Nitzschia panduriformis														
		Nitzschia sigma														
		Nitzschia tryblionella	3,600	3,600												
		Nitzschia vitrea														
	菱板藻	*Hantzschia* sp.														
	楔形藻	*Licmophora* sp.									180					
	擬菱形藻	*Pseudo-nitzschia delicatissima*														
	雙眉藻	*Amphora angusta*														
	雙菱藻	*Surirella elegans*														
	雙壁藻	*Diploneis bombus*														
	繭形藻	*Amphiprora alata*	900	720	3,600	3,600	900	180	1,800	180	900	180				
	縫舟藻	*Rhaphoneis* sp.		720			180		180							
	針杆藻	*Synedra ulna*									180		360			
	矽藻	*Bacillaria paradoxa*	900							1,800	3,600					3,600
	胸隔藻	*Mastogloia* sp.											360			
褐藻門	Azpeitia	*Azpeitia nodulifera*														
	Dictyocha	*Dictyocha fibula*										180		180		
		Dictyocha sp.														
	Distephanus	*Distephanus* sp.														
	Hemiaulus	*Hemiaulus hauckii*														
		Hemiaulus sinensis	1,800													
	Paralia	*Paralia sulcata*									180					
	Stellarima	*Stellarima stellaris*														
	Vacuolaria	*Vacuolaria* sp.														

備註：1、單位：生物量：cells/L。

2、單位：葉綠素 a：μg/L。

3、單位：初級生產力：mg C .m-3 .hr^{-1}。

表 6-15　本計畫調查海域亞潮帶植物性浮游生物資源表(19/21)

門名	屬名	學名	104.12													
			S1		S2		S3		S4		S5			S6		
			0 m	3 m	0 m	3 m	0 m	3 m	0 m	3 m	0 m	3 m	10 m	0 m	3 m	10 m
	小環藻	*Cyclotella* sp.					1,800								900	
	毛藻	*Corethron hystrix*														
		Corethron sp.														
	石絲藻	*Lithodesmium variable*														
	形圓篩藻	*Thalassiosira anguste-lineata*														
		Thalassiosira eccentrica	3,600	3,600			900	900	1,800		900	5,400	3,600			
		Thalassiosira eccentricus														
		Thalassiosira hyalina		3,600					1,800			1,800	3,600			
		Thalassiosira leptopus	21,600	7,200	10,800		2,700	4,500	7,200	5,400	2,700	21,600	18,000	3,600	3,600	3,600
		Thalassiosira subtilis							3,600	1,800			3,600			
	角毛藻	*Chaetoceros affine*					3,600	1,800	1,800		7,200	5,400	3,600		1,800	
		Chaetoceros anastomosans														
		Chaetoceros cinctus								3,600						
		Chaetoceros coarctatus														
		Chaetoceros costatus														
		Chaetoceros curvisetus	36,000	32,400	32,400	3,600	9,000	5,400	5,400	3,600	23,400	9,000	21,600	3,600	9,000	
		Chaetoceros densus					1,800									
		Chaetoceros lorenzianum	9,000	7,200	10,800	1,800									1,800	
		Chaetoceros muelleri														
		Chaetoceros pseudodichaeta									3,600	3,600	3,600			
		Chaetoceros seiracanthum			10,800	1,800	1,800		3,600	1,800	3,600	1,800				
	角管藻	*Cerataulina bergonii*														
	直鏈藻	*Melosira italica*														
		Melosira varians														
	冠蓋藻	*Stephanopyxis palmeriana*														
	星臍藻	*Asteromphalus flabellatus*														
		Asteromphalus sp.														

備註：1、單位：生物量：cells/L。

2、單位：葉綠素 a：μg/L。

3、單位：初級生產力：mg C .m-3 .hr^{-1}。

表 6-15　本計畫調查海域亞潮帶植物性浮游生物資源表(20/21)

門名	屬名	學名	104.12													
			S1		S2		S3		S4		S5			S6		
			0 m	3 m	0 m	3 m	0 m	3 m	0 m	3 m	0 m	3 m	10 m	0 m	3 m	10 m
	根管藻	*Rhizosolenia bergonii*														
		Rhizosolenia calcar-avis											1,800			
		Rhizosolenia hebetata														
		Rhizosolenia hebetata f. semispina														
		Rhizosolenia setigera											1,800		180	
		Rhizosolenia stolterfothii			360								3,600			3,600
		Rhizosolenia styliformis	7,200	3,600		1,800		900	180	180	180					3,600
	海鏈藻	*Detonula pumila*														
	骨條藻	*Skeletonema costatum*		3,600												
		Skeletonema tropicum														
	盒形藻	*Biddulphia aurita*														
		Biddulphia mobiliensis	3,600			3,600	3,600	900	1,800		900	360	1,800		900	
		Biddulphia sinensis	10,800	3,600	7,200		1,800	2,700		900	900	1,440			1,800	1,800
	細柱藻	*Leptocylindrus danicus*					900									
	圓篩藻	*Coscinodiscus asteromphalus*										180				
		Coscinodiscus gigas	1,800		1,800			900		180		180				
		Coscinodiscus granii					1,800		1,800		900			1,800		
		Coscinodiscus lineatus	3,600	3,600					3,600	360	900	540	3,600			1,080
		Coscinodiscus radiatus			1,800	3,600		900	1,800	1,080		900				720
	輻杆藻	*Bacteriastrum delicatulum*	900									360				
		Bacteriastrum hyalinum							5,400			900				
		Bacteriastrum varians							1,800			540				
	雙尾藻	*Ditylum brightwellii*					1,800	360								1,800
		Ditylum sol	180	3,600	1,800	3,600	1,800	1,440	900	720		1,080	360	360	1,800	
	彎角藻	*Eucampia cornuta*											360	180		
	Aulacoseira	*Aulacoseira granulata*														
	Lauderia	*Lauderia borealis*							3,600		900					
	鞍鏈藻	*Campylosira* sp.				1,800		18,000	1,800	1,800		180	360	9,000	3,600	

備註：1、單位：生物量：cells/L。

2、單位：葉綠素 a：μg/L。

3、單位：初級生產力：mg C .m-3 .hr-1。

表 6-15　本計畫調查海域亞潮帶植物性浮游生物資源表(21/21)

門名	屬名	學名	104.12													
			S1		S2		S3		S4		S5			S6		
			0 m	3 m	0 m	3 m	0 m	3 m	0 m	3 m	0 m	3 m	10 m	0 m	3 m	10 m
纖毛蟲動物門	Tintinnopsis	*Tintinnopsis* sp.														
總計			175,860	99,000	104,760	58,680	66,060	48,420	58,860	38,700	61,020	95,040	102,960	70,740	39,060	30,600
各站總計			274,860		163,440		114,480		97,560		259,020			140,400		
葉綠素 a			3.42	2.62	2.05	1.46	0.36	0.48	0.59	0.52	0.36	0.36	0.52	0.32	0.32	0.87
初級生產力			1.02	1.33	1.70	2.39	9.64	7.31	5.89	6.70	9.64	9.64	6.70	10.96	10.96	4.02
Shannon-Wiener's diversity index（*H'*）			2.55	2.45	2.31	1.93	2.70	2.25	2.89	2.59	2.37	2.72	2.67	1.39	2.51	2.26
Pielou's evenness index（*J'*）			0.77	0.83	0.83	0.71	0.85	0.75	0.92	0.86	0.73	0.75	0.79	0.51	0.87	0.91

備註：1、單位：生物量：cells/L。

2、單位：葉綠素 a：μg/L。

3、單位：初級生產力：mg C .m-3 .hr^{-1}。

表 6-16 本計畫調查海域潮間帶植物性浮游生物資源表(1/6)

門名	屬名	學名	103.07			103.11			104.09			104.12		
			B1	B2	B3	B1	B2	B3	B1	B2	B3	B1	B2	B3
藍藻門	束毛藻	*Trichodesmium erythraeum*	631	1,757		4,607	5,797							
		Trichodesmium sp.								19,668				3,273
裸藻門	裸藻	*Euglena sp.*				384	1,289					180	180	
甲藻門	原甲藻	*Prorocentrum micans*											180	328
	多甲藻	*Peridinium sp.*										1,800	900	3,273
	鰭藻	*Dinophysis sp.*												328
矽藻門	曲殼藻	*Achnanthes brevipes*							1,452	792	396			
		Achnanthes linearis								132				
		Achnanthes sp.				3,071	1,933	3,878				1,800		
	羽紋藻	*Pinnularia sp.*				384	2,577							
	舟形藻	*Navicula alpha*											1,800	
		Navicula cancellata	4,415	3,514		2,687	645	2,327		132		5,400		3,273
		Navicula cryptocephala											1,800	
		Navicula cuspidata var. ambigua				1,920	645					1,800		
		Navicula digito-radiata									132			
		Navicula directa							792	660	396	9,000	3,600	3,273
		Navicula marina								132			1,800	3,273
		Navicula membranacea									132			
		Navicula rhynchocephala								132			1,800	

備註：1、單位：生物量：cells/L。

2、單位：葉綠素 a：μg/L。

3、單位：初級生產力：mg C .m-3 .hr-1。

表 6-16　本計畫調查海域潮間帶植物性浮游生物資源表(2/6)

門名	屬名	學名	103.07			103.11			104.09			104.12		
			B1	B2	B3	B1	B2	B3	B1	B2	B3	B1	B2	B3
	卵形藻	*Cocconeis placentula*								264				
		Cocconeis sublittoralis							264	792	660			
	扭鞘藻	*Streptotheca thamensis*												328
	橋彎藻	*Cymbella affinis*								264	132		1,800	3,273
	星杆藻	*Asterionella japonica*										3,600	7,200	13,091
	海毛藻	*Thalassiothrix frauenfeldii*							1,584	132	264			
	海線藻	*Thalassionema nitzschioides*							396	396	264	360	180	
	脆杆藻	*Fragilaria oceanica*								264	132			
	斜紋藻	*Pleurosigma aestuarii*									132			
		Pleurosigma affine								396	132		1,800	
		Pleurosigma angulatum	1,262	2,929	820									
		Pleurosigma elongatum							132					
		Pleurosigma normani							396	264	264	1,800		3,273
		Pleurosigma rectum									132			
	條紋藻	*Striatella sp.*							132					
	異極藻	*Gomphonema intricatum*							264			1,800	180	
		Gomphonema olivaceum								132				
	粗紋藻	*Trachyneis aspera*							132	264	396			

備註：1、單位：生物量：cells/L。

2、單位：葉綠素 a：μg/L。

3、單位：初級生產力：mg C .m-3 .hr-1。

表 6-16 本計畫調查海域潮間帶植物性浮游生物資源表(3/6)

門名	屬名	學名	103.07			103.11			104.09			104.12		
			B1	B2	B3	B1	B2	B3	B1	B2	B3	B1	B2	B3
	菱形藻	*Nitzschia acuminate*							396				1,800	
		Nitzschia dissipata								132			1,800	
		Nitzschia longissima								264		5,400	5,400	3,273
		Nitzschia marina	19,554	24,600	4,920			1,552						
		Nitzschia panduriformis							132					
		Nitzschia sigma								132		1,800		
		Nitzschia tryblionella											1,800	
		Nitzschia vitrea									132	1,800		
	菱板藻	*Hantzschia sp.*									132			
	楔形藻	*Licmophora sp.*										900		
	擬菱形藻	*Pseudo-nitzschia delicatissima*	631	1,757	1,640	1,152	1,933	1,552						
	雙眉藻	*Amphora angusta*											180	
	雙壁藻	*Diploneis bombus*							132					
		Diploneis smithii							132					
	繭形藻	*Amphiprora alata*				384	1,289					1,260	1,800	3,273
	縫舟藻	*Rhaphoneis sp.*							132		132	1,800	1,800	328
	針杆藻	*Synedra ulna*								132	132			
	矽藻	*Bacillaria paradoxa*							40,392	36,168	39,336	1,620	1,800	

備註：1、單位：生物量：cells/L。

2、單位：葉綠素 a：μg/L。

3、單位：初級生產力：mg C .m-3 .hr-1。

表 6-16　本計畫調查海域潮間帶植物性浮游生物資源表(4/6)

門名	屬名	學名	103.07			103.11			104.09			104.12		
			B1	B2	B3	B1	B2	B3	B1	B2	B3	B1	B2	B3
褐藻門	Dictyocha	*Dictyocha fibula*							132		132			
	Distephanus	*Distephanus speculum*									132			
		Distephanus sp.				384								
	Hemiaulus	*Hemiaulus sinensis*	631		1,640	384	1,289	1,552						
	Paralia	*Paralia sulcata*	1,262			1,152	645			132	264			
	Stellarima	*Stellarima stellaris*	5,677	3,514	3,280	1,152	645	3,103						
	小環藻	*Cyclotella sp.*								924	660	1,800	180	
	石絲藻	*Lithodesmium variable*							396	264	264			
	形圓篩藻	*Thalassiosira anguste-lineata*				6,142								
		Thalassiosira eccentrica										1,800		
		Thalassiosira eccentricus							396	132	132			
		Thalassiosira hyalina							264	132	396	3,600	1,800	
		Thalassiosira leptopus							11,880	8,976	9,900	3,600	7,200	
		Thalassiosira subtilis											1,800	
	角毛藻	*Chaetoceros anastomosans*	18,923	18,157	6,560	1,152	2,577	6,205				14,400	5,400	9,819
		Chaetoceros cinctus	8,200	12,886	20,500	3,071	9,017	5,429				7,200	3,600	13,091
		Chaetoceros costatus		4,686	5,740			1,552						6,546
		Chaetoceros densus	5,046	18,157	13,940	1,536	2,577	6,205				3,600	5,400	3,273
		Chaetoceros muelleri	8,831	6,443	6,560	1,920	1,289	776				5,400	3,600	6,546

備註：1、單位：生物量：cells/L。

2、單位：葉綠素 a：μg/L。

3、單位：初級生產力：mg C .m-3 .hr-1。

表 6-16　本計畫調查海域潮間帶植物性浮游生物資源表(5/6)

門名	屬名	學名	103.07			103.11			104.09			104.12		
			B1	B2	B3	B1	B2	B3	B1	B2	B3	B1	B2	B3
	直鏈藻	*Melosira varians*							264	924				
	冠蓋藻	*Stephanopyxis palmeriana*					1,933	3,878						
	根管藻	*Rhizosolenia alata*							132					
		Rhizosolenia bergonii	1,262	1,757	820								180	
		Rhizosolenia setigera									132			
		Rhizosolenia styliformis								264				
	骨條藻	*Skeletonema costatum*							3,036	1,452				
		Skeletonema tropicum	1,262		1,640	768								
	盒形藻	*Biddulphia mobiliensis*							660	132	792	1,800	1,800	9,819
	細柱藻	*Leptocylindrus danicus*							264		792			
	圓篩藻	*Coscinodiscus gigas*				6,142	5,797	6,205				1,800		
		Coscinodiscus granii				1,152	645							
		Coscinodiscus lineatus							396	132	528	1,800	1,800	3,273
		Coscinodiscus radiatus				2,304		1,552						3,273
		Coscinodiscus sp.				1,536								
	輻杆藻	*Bacteriastrum delicatulum*	8,200	1,171										
		Bacteriastrum hyalinum		1,757	820									
	雙尾藻	*Ditylum sol*							132	528	264			
	彎角藻	*Eucampia cornuta*	5,046	3,514	1,640	768								

備註：1、單位：生物量：cells/L。

2、單位：葉綠素 a：μg/L。

3、單位：初級生產力：mg C .m-3 .hr-1。

表 6-16 本計畫調查海域潮間帶植物性浮游生物資源表(6/6)

門名	屬名	學名	103.07			103.11			104.09			104.12		
			B1	B2	B3	B1	B2	B3	B1	B2	B3	B1	B2	B3
	漂流藻	*Planktoniella blanda*									132			
	Lauderia	*Lauderia borealis*								528				
	鞍鏈藻	*Campylosira sp.*										1,800	180	
纖毛蟲動物門	Tintinnopsis	*Tintinnopsis sp.*				1,152	645	1,552						
總計			90,831	106,600	70,520	45,304	43,167	47,318	64,812	76,164	57,948	90,720	72,540	99,500
葉綠素 a			2.86	2.70	2.90	1.21	1.10	1.37	0.72	0.40	1.27	1.02	1.46	1.34
初級生產力			0.14	0.13	0.14	0.06	0.05	0.07	4.82	8.60	2.74	3.40	2.39	2.59
Shannon-Wiener's diversity index（*H'*）			2.30	2.26	2.16	2.86	2.58	2.52	1.45	1.71	1.33	3.04	3.13	2.77
Pielou's evenness index（*J'*）			0.85	0.86	0.80	0.97	0.98	0.96	0.44	0.49	0.38	0.90	0.89	0.90

備註：1、單位：生物量：cells/L。

2、單位：葉綠素 a：μg/L。

3、單位：初級生產力：mg C .m-3 .hr-1。

(2)優勢種分析

A、亞潮帶

103 年調查於亞潮帶記錄的植物性浮游生物中，相對豐度最高的為矽藻門菱形藻屬之 *Nitzschia marina*（相對豐度 12.4%），其次為褐藻門彎角藻屬 *Eucampia cornuta*（相對豐度 8.0%），及褐藻門角毛藻屬 *Chaetoceros muelleri*（相對豐度 7.7%）。出現頻率最高的為矽藻門菱形藻屬 *Nitzschia marina*、褐藻門角毛藻屬 *Chaetoceros cinctus* 及 *Chaetoceros muelleri*（出現頻率 100.0%），其次為矽藻門舟形藻屬 *Navicula cancellata* 及褐藻門角毛藻屬 *Chaetoceros coarctatus*（出現頻率 97.2%），再次之為褐藻門角毛藻屬 *Chaetoceros densus*（出現頻率 91.7%）。其中菱形藻屬 *Nitzschia marina* 及角毛藻屬 *Chaetoceros muelleri* 在每一個樣站及水層皆有記錄，且相對豐度皆高，為 103 年此海域亞潮帶最常見之藻種。

104 年調查於亞潮帶記錄的植物性浮游生物中，相對豐度最高的為褐藻門角毛藻屬 *Chaetoceros curvisetus*（相對豐度 40.0%）、矽藻門星杆藻屬 *Asterionella japonica*（相對豐度 24.1%）及矽藻屬 *Bacillaria paradoxa*（相對豐度 9.9%）。出現頻率最高的為矽藻門舟形藻屬 *Navicula directa*、褐藻門形圓篩藻屬 *Thalassiosira leptopus* 及角毛藻屬 *Chaetoceros curvisetus*（出現頻率 96.4%），其次為矽藻門星杆藻屬 *Asterionella japonica*（出現頻率 89.3%），及褐藻門盒形藻屬 *Biddulphia mobiliensis*（出現頻率 71.4%）。其中星杆藻屬 *Asterionella japonica* 及角毛藻屬 *Chaetoceros curvisetus* 的相對豐度及出現頻率皆高，為 104 年調查中，此海域亞潮帶最常見之藻種。

合計 2 年間於此海域亞潮帶記錄的藻種中，最豐富的為褐藻門角毛藻屬 *Chaetoceros curvisetus*（相對豐度

28.1%)、矽藻門星杆藻屬 *Asterionella japonica*（相對豐度 17.0%)及矽藻屬 *Bacillaria paradoxa*(相對豐度 7.0%)。出現頻率最高的為矽藻門舟形藻屬 *Navicula directa*（出現頻率 70.3%)、斜紋藻屬 *Pleurosigma angulatum*（出現頻率 65.6%）及舟形藻屬 *Navicula cancellata*（出現頻率 59.4%)。

B、潮間帶

103 年調查於潮間帶記錄的植物性浮游生物中，相對豐度最高的為褐藻門角毛藻屬 *Chaetoceros cinctus*（相對豐度 14.6%)、*Chaetoceros anastomosans*（相對豐度 13.3%）及矽藻門菱形藻屬 *Nitzschia marina*（相對豐度 12.5%）。出現頻率最高的為矽藻門擬菱形藻屬 *Pseudo-nitzschia delicatissima*、褐藻門 *Stellarima* 屬 *Stellarima stellaris*、角毛藻屬 *Chaetoceros anastomosans*、*Chaetoceros cinctus*、*Chaetoceros densus*、*Chaetoceros muelleri*，於 2 次調查 3 個樣站皆有記錄到，出現頻率為 100%。

104 年調查於潮間帶記錄的植物性浮游生物中，相對豐度最高的為矽藻門矽藻屬 *Bacillaria paradoxa*（相對豐度 25.8%)、褐藻門形圓篩藻屬 *Thalassiosira leptopus*（相對豐度 9.0%）及角毛藻屬 *Chaetoceros anastomosans*（相對豐度 6.4%)。出現頻率最高的為矽藻門舟形藻屬 *Navicula directa*、褐藻門盒形藻屬 *Biddulphia mobiliensis*、圓篩藻屬 *Coscinodiscus lineatus*，於 104 年 2 次調查 3 個樣站皆有記錄到，出現頻率為 100%。

合計 2 年間於此海域潮間帶記錄的藻種中，最豐富的為矽藻門矽藻屬 *Bacillaria paradoxa*(相對豐度 13.8%)、褐藻門角毛藻屬 *Chaetoceros anastomosans*（相對豐度 9.6%）及 *Chaetoceros cinctus*（相對豐度 9.6%)。出現頻

率最高的為褐藻門角毛藻屬 *Chaetoceros anastomosans*、*Chaetoceros cinctus*、*Chaetoceros densus* 及 *Chaetoceros muelleri*，出現頻率皆為 75.0%。

(3)葉綠素 a 濃度

103 年調查時，亞潮帶各水層之葉綠素 a 濃度介於 0.09 μg/L ~ 4.31 μg/L (1.96 ± 1.54 μg/L)，潮間帶各樣站葉綠素 a 濃度則介於 1.10 μg/L ~ 2.90 μg/L (2.02 ± 0.80 μg/L)。

104 年調查時，亞潮帶各水層之葉綠素 a 濃度介於 0.17 μg/L ~ 11.25 μg/L (2.40 ± 3.08 μg/L)，潮間帶各樣站葉綠素 a 濃度則介於 0.40 μg/L ~ 1.46 μg/L (1.04 ± 0.41 μg/L)。合計 2 年調查，亞潮帶各水層之葉綠素 a 濃度介於 0.09 μg/L ~ 11.25 μg/L (2.15 ± 2.33 μg/L)，潮間帶各樣站葉綠素 a 濃度則介於 0.40 μg/L ~ 2.90 μg/L (1.53 ± 0.83 μg/L)。比較 4 次調查葉綠素 a 濃度，於 103 年 11 月及 104 年 12 月調查時，潮間帶葉綠素 a 平均濃度略較亞潮帶高，造成此結果之原因，與潮間帶受水體擾動程度較亞潮帶高，且相對富含陸源性營養鹽，孕育體型相對較大之植物性浮游生物，而體型相對較高之植物性浮游生物所含葉綠素 a 濃度相對較高，致使潮間帶葉綠素 a 濃度相對較高。而於 103 年 7 月調查時，潮間帶之葉綠素 a 濃度較亞潮帶略低，推測原因為潮間帶水層較淺，夏季時光照過於強烈，而使葉綠素 a 濃度反而略低。於 104 年 9 月調查時潮間帶葉綠素 a 濃度也較低，推測可能原因為本次調查前有間歇性的陣雨，水層較淺的潮間帶地區營養鹽濃度下降，使本次調查在潮間帶地區的葉綠素 a 濃度較低。

此外，在 2 年調查中第 1 次之葉綠素 a 濃度皆略較第 2 次高，推測造成此結果之原因，與第 1 次溫度較高、光照較佳，促使植物性浮游生物豐度因生長率增加而較第 2 次高，間接促使其葉綠素 a 濃度相對較高。

(4)初級生產力

103 年調查，亞潮帶各水層之初級生產力介於<0.01 mg C .m^{-3} . hr^{-1} ～ 0.21 mg C .m^{-3} . hr^{-1}，潮間帶各測站初級生產力則介於 0.05 mg C .m^{-3} .hr^{-1} ～ 0.14 mg C .m^{-3} .hr^{-1}。

104 年調查，亞潮帶各水層之初級生產力介於 0.31 mg C .m^{-3} . hr^{-1} ～ 19.96 mg C .m^{-3} . hr^{-1}，潮間帶各測站初級生產力則介於 2.39 mg C .m^{-3} .hr^{-1} ～ 8.60 mg C .m^{-3} .hr^{-1}。

(5)多樣性指數分析

在多樣性指數部份，2 年 4 次調查亞潮帶各樣站、各水層之歧異度 Shannon-Wiener's diversity index（*H'*）介於 1.08～3.17，均勻度 Pielou's evenness index（*J'*）介於 0.37～0.95。整體而言，2 年的調查中，植物性浮游生物之歧異度皆以第 2 次略高於第 1 次調查，顯示第 2 次物種較為豐富，研判係因第 2 次受東北季風干擾影響，致使水體混合層深度加深，營養鹽擴散率較高，部分需富營養鹽之藻種生長所致。此外，2 年的調查中，均勻度皆以第 1 次略低於第 2 次調查，顯示第 2 次物種間分佈皆較前次均勻。而於 104 年 9 月調查時各樣站之均勻度指數皆偏低，有較為明顯之優勢藻種（星杆藻屬 *Asterionella japonica* 及角毛藻屬 *Chaetoceros curvisetus*）。

潮間帶部分，2 年 4 次各樣站歧異度 *H'* 介於 1.33～3.13，均勻度 *J'* 介於 0.38～0.98。2 年的調查中，歧異度皆以第 2 次調查時略高於第 1 次，顯示第 2 次物種較為豐富。而均勻度指數也皆以同年第 2 次較高，顯示第 2 次物種間數量分佈較均勻。此外，於 104 年 9 月調查時各樣站之均勻度指數偏低，有較為明顯之優勢藻種（奇異棍形藻屬 *Bacillaria paradoxa*）。

(6)集群分析（Cluster Analysis）

根據亞潮帶各測站 4 次之植物性浮游生物集群分析結果發現，104 年 9 月各測站與其他季別、測站分為不同群（圖 6-7），顯示該季植物性浮游生物組成與其他次調查不同。

根據潮間帶各測站 4 次之植物性浮游生物集群分析結果發現，可依季節區分群集，其中又以 103 年 11 月及 104 年 12 月之調查結果分為同一群。推測原因為此 2 季皆為冷季，因此有較近似的群聚組合（圖 6-8）。

(7)綜合分析

A、亞潮帶

以 ANOVA 分析比較二年四季次之亞潮帶各樣站、各水層植物性浮游生物豐度，發現各季次間有顯著差異（$p < 0.001$）。103 年 7 月（113,470 ± 25,580 cells/L）與 104 年 9 月（424,983 ± 219,089 cells/L）之植物性浮游生物豐度高於 103 年 11 月（51,728 ± 10,702 cells/L）及 104 年 12 月（74,983 ± 38,154 cells/L），造成此結果之原因為 103 年 11 月與 104 年 12 月時，因進入冷季而水溫降低，及受東北季風擾動而水體濁度較高等季節性環境因素影響，致使植物性浮游生物因不利生長，而豐度明顯較低。

B、潮間帶

以 ANOVA 分析比較 2 年 4 季次之潮間帶各樣站植物性浮游生物豐度，發現各季次間有顯著差異（$p = 0.002$）。103 年 7 月豐度（89,317 ± 18,088 cells/L）較 103 年 11 月（45,263 ± 2,075 cells/L）高（$p = 0.001$），造成此結果之原因與亞潮帶類似，因 103 年 11 月進入冷季，致使植物性浮游生物較差所致。而 104 年 9 月（66,308 ± 9,199 cells/L）較 104 年 12 月（87,587 ± 13,750 cells/L）略低，但無顯著差異（$p = 0.128$）。

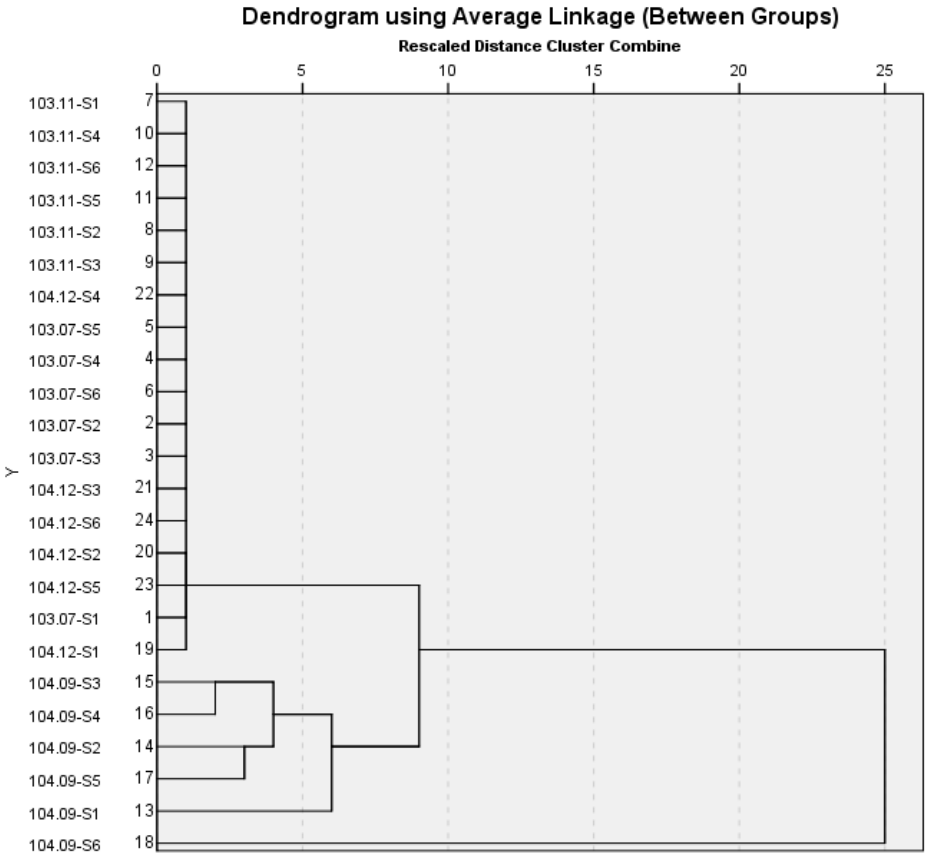


圖 6-7　亞潮帶植物性浮游生物集群分析圖

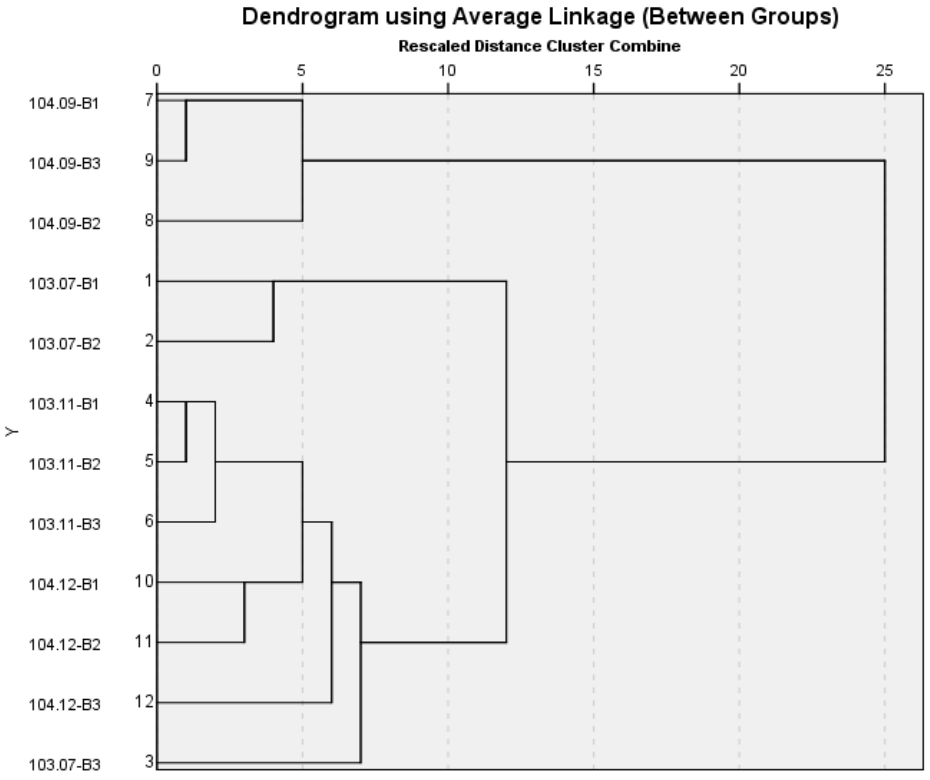


圖 6-8　潮間帶植物性浮游生物集群分析圖

3、動物性浮游生物

(1)物種組成

本計畫亞潮帶 6 個樣站，於 103 年調查共記錄動物性浮游生物 8 門 24 大類，各樣站數量介於 1,016,550 inds./1,000 m^3 ～ 50,401,091 inds./ 1,000 m^3。104 年調查共記錄 8 門 20 大類，各樣站數量介於 18,468 inds./1,000 m^3 ～ 8,675,153 inds./ 1,000 m^3（表 6-17）。2 年共記錄 8 門 27 大類，記錄物種包括原生動物門夜光蟲、有孔蟲及放射蟲，刺細胞動物門水母、管水母及缽水母，環節動物門多毛類，軟體動物門翼足類、貝類幼生及其他軟體動物，節肢動物門端腳類、介形類、枝角類、橈足類幼生、哲水蚤、劍水蚤、猛水蚤、螢蝦類、糠蝦類、十足類幼生及藤壺幼生，棘皮動物門棘皮幼生，毛顎動物門毛顎類，脊索動物門有尾類、海樽類、魚卵及仔稚魚。

本計畫潮間帶 6 個樣站，於 103 年調查共記錄動物性浮游生物 7 門 15 大類，各樣站數量介於 1,496,000 inds./1,000 m^3 ～ 23,056,000 inds./ 1,000 m^3。104 年調查共記錄 7 門 16 大類，各樣站數量介於 360,000 inds./1,000 m^3 ～ 1,020,000 inds./ 1,000 m^3（表 6-18）。2 年共記錄 8 門 21 大類，記錄物種包括原生動物門夜光蟲及放射蟲，刺細胞動物門水母及缽水母，環節動物門多毛類，軟體動物門翼足類及其他軟體動物，節肢動物門端腳類、介形類、枝角類、橈足類幼生、哲水蚤、劍水蚤、猛水蚤、糠蝦類、甲殼類卵及藤壺幼生，棘皮動物門棘皮幼生，毛顎動物門毛顎類，脊索動物門有尾類及魚卵。

表 6-17　本計畫調查海域亞潮帶浮游動物資源表(1/4)

門名	大類	英文名	103.07						103.11					
			S1	S2	S3	S4	S5	S6	S1	S2	S3	S4	S5	S6
原生動物門	夜光蟲	Noctiluca	264,742	132,453	405,333	155,891	51,388	125,559	296,775	342,999	299,660	224,221	168,362	146,921
	有孔蟲	Foraminifera	5,516				7,342	9,659	11,737	25,252	8,762	14,162	15,735	8,996
	放射蟲	Radiolaria	281,288	93,496	128,521	112,588	23,859	86,926	8,384	18,939	8,762		11,015	8,996
刺細胞動物門	水母	Medusa	5,516							2,105	1,753	1,181	4,721	
	管水母	Siphonophora								4,209	1,753	7,081	1,574	2,999
	鉢水母	Scyphomedusae												
環節動物門	多毛類	Polychaeta	22,062	3,896	9,887	4,331	918	2,415	20,121	23,148	33,296	7,081	25,176	13,493
軟體動物門	翼足類	Pteropoda	27,578	19,479	29,659	121,249	25,694	19,317	251,505	212,533	134,935	40,124	80,248	118,437
	貝類幼生	Bivalve larvae												
	其他軟體動物	Other mollusca	44,124	101,288	69,204	112,588	45,882	43,463	1,227,341	993,223	776,313	448,441	398,089	493,234
節肢動物門	端腳類	Amphipoda			4,944						1,753			750
	介形類	Ostracoda								1,053				
	枝角類	Cladocera	82,732	140,244	98,862	34,643	75,246	62,780	5,031	10,522	3,505	11,802	23,603	29,984
	橈足類幼生	Copepoda nauplius	330,927	144,140	128,521	86,607	22,024	33,805	233,061	231,472	171,735	172,296	100,703	97,448
	哲水蚤	Calanoida	2,459,887	1,858,233	2,431,998	1,238,468	357,876	371,848	2,283,658	2,207,395	1,475,519	1,984,938	1,439,729	1,385,252
	劍水蚤	Cyclopoida	286,803	315,549	316,358	303,122	167,009	96,584	323,602	328,269	269,870	424,839	347,738	425,770
	猛水蚤	Harpacticoida	341,958	89,601	187,838	355,086	196,373	48,292	77,128	86,276	96,382	56,646	89,689	58,469
	螢蝦類	Luciferidae										2,361	1,574	
	糠蝦類	Mysidacea												
	十足類幼生	Decapoda larvae	27,578	19,479	9,887	8,661	5,506	9,659	3,354	2,105	1,753	14,162	9,441	13,493
	藤壺幼生	Barnacle nauplius							3,354	6,313	5,258	14,162	3,147	4,498
棘皮動物門	棘皮幼生	Echinodermata larva							1,677	2,105	5,258	1,181	1,574	
毛顎動物門	毛顎類	Chaetognatha	11,031	31,166	9,887	34,643	25,694	19,317	40,241	46,295	59,582	21,242	48,778	82,456
脊索動物門	有尾類	Appendicularia	126,856	74,018	98,862	129,910	18,353	67,609	251,505	286,183	191,012	106,210	51,925	65,965
	海樽類	Thaliacea							839	1,053			1,574	750
	魚卵	Fish eggs	5,516	3,896	4,944	69,285	18,353	19,317	1,677	1,053		1,181	787	750
	仔稚魚	Fish larvae	2,758						101		141	189	189	150

備註：單位為 inds./1,000 m3。

表 6-17　本計畫調查海域亞潮帶浮游動物資源表(2/4)

門名	大類	英文名	103.07						103.11					
			S1	S2	S3	S4	S5	S6	S1	S2	S3	S4	S5	S6
總計			4,326,872	3,026,938	3,934,705	2,767,072	1,041,517	1,016,550	5,041,091	4,832,502	3,547,002	3,553,500	2,825,371	2,958,811
Shannon-Wiener's diversity index（*H'*）			1.61	1.50	1.46	1.91	2.01	2.13	1.66	1.74	1.81	1.54	1.71	1.74
Pielou's evenness index（*J'*）			0.57	0.57	0.54	0.72	0.74	0.79	0.56	0.57	0.60	0.51	0.55	0.58

備註：單位為 inds./1,000 m3。

表 6-17　本計畫調查海域亞潮帶浮游動物資源表(3/4)

門名	大類	英文名	104.09						104.12					
			S1	S2	S3	S4	S5	S6	S1	S2	S3	S4	S5	S6
原生動物門	夜光蟲	Noctiluca								7,777	99,804	266,142	3,027,365	765,798
	有孔蟲	Foraminifera												
	放射蟲	Radiolaria								3,889				
刺細胞動物門	水母	Medusa								3,889	299,410	133,071	407,530	80,611
	管水母	Siphonophora												
	缽水母	Scyphomedusae				1,498								
環節動物門	多毛類	Polychaeta		2,144	1,248	2,995	15,981	5,849	7	15,554	24,951	1,664		120,916
軟體動物門	翼足類	Pteropoda												
	貝類幼生	Bivalve larvae	128											
	其他軟體動物	Other mollusca							1,369		49,902	33,268	232,875	40,306
節肢動物門	端腳類	Amphipoda												
	介形類	Ostracoda								3,889		33,268		202
	枝角類	Cladocera												
	橈足類幼生	Copepoda nauplius		3,335					36,938	50,550	24,951	33,268	116,438	40,306
	哲水蚤	Calanoida	39,873	45,967	12,725	310,389	189,153	347,037	400,842	836,014	199,607	2,095,868	2,386,961	1,088,239
	劍水蚤	Cyclopoida	6,646	7,622	2,496	61,878	19,911	67,020	64,299	163,315	74,853	166,339	1,688,338	523,967
	猛水蚤	Harpacticoida	128			1,997	1,310	244	4,105	7,777	24,951	33,268	58,219	
	螢蝦類	Luciferidae												
	糠蝦類	Mysidacea	128	1,430	250	500	2,096	732						
	十足類幼生	Decapoda larvae		239					2,737	3,889		33,268		
	藤壺幼生	Barnacle nauplius							6,841	50,550		33,268	58,219	

備註：單位為 inds./1,000 m^3。

表 6-17 本計畫調查海域亞潮帶浮游動物資源表(4/4)

門名	大類	英文名	104.09						104.12					
			S1	S2	S3	S4	S5	S6	S1	S2	S3	S4	S5	S6
棘皮動物門	棘皮幼生	Echinodermata larva		3,097	999	3,494	524		4,105	7,777		167	116,438	404
毛顎動物門	毛顎類	Chaetognatha					262	244	13,681	124,430	249,509	565,552	582,186	241,831
脊索動物門	有尾類	Appendicularia	128	953	250	1,997	262	488	1,369	11,666	49,902	33,268		
	海樽類	Thaliacea												
	魚卵	Fish eggs			250		524	488			24,951		292	
	仔稚魚	Fish larvae	384	239	250	500	1,310	975	7	3,889	125		292	
總計			47,415	65,026	18,468	385,248	231,333	423,077	536,300	1,294,855	1,122,916	3,461,679	8,675,153	2,902,580
Shannon-Wiener's diversity index（*H'*）			0.52	1.09	1.10	0.64	0.70	0.56	0.94	1.30	2.01	1.38	1.65	1.59
Pielou's evenness index（*J'*）			0.27	0.50	0.53	0.29	0.31	0.26	0.38	0.48	0.81	0.52	0.66	0.69

備註：單位為 inds./1,000 m3。

表 6-18　本計畫調查海域潮間帶浮游動物資源表

門名	大類	英文名	103.07			103.11			104.09			104.12		
			B1	B2	B3	B1	B2	B3	B1	B2	B3	B1	B2	B3
原生動物門	夜光蟲	Noctiluca	176,000	154,000	198,000	110,000	22,000							
	放射蟲	Radiolaria	88,000	44,000	154,000									
刺細胞動物門	水母	Medusa						11,000						
	缽水母	Scyphomedusae								10,000				
環節動物門	多毛類	Polychaeta	88,000		66,000	33,000	33,000		30,000	20,000	50,000		10,000	20,000
軟體動物門	翼足類	Pteropoda			22,000	11,000								
	其他軟體動物	Other mollusca	110,000	88,000	110,000	22,000						60,000	20,000	20,000
節肢動物門	端腳類	Amphipoda		44,000		11,000		11,000		10,000				
	介形類	Ostracoda									10,000			
	枝角類	Cladocera					22,000							
	橈足類幼生	Copepoda nauplius	264,000	418,000	176,000	132,000	143,000	506,000		10,000	30,000			
	哲水蚤	Calanoida	990,000	1,056,000	2,816,000	2,706,000	2,739,000	539,000	220,000	330,000	440,000	470,000	130,000	100,000
	劍水蚤	Cyclopoida	264,000	88,000	264,000	396,000	517,000	121,000	130,000	90,000	140,000	350,000	200,000	140,000
	猛水蚤	Harpacticoida	748,000	1,122,000	572,000	143,000	187,000	220,000	30,000	30,000	10,000	40,000	180,000	40,000
	糠蝦類	Mysidacea							30,000					
	甲殼類卵	Crustacean eggs								10,000				
	藤壺幼生	Barnacle nauplius	88,000	154,000	154,000	385,000	187,000	77,000	10,000	20,000	10,000		10,000	40,000
棘皮動物門	棘皮幼生	Echinodermata larva								10,000				
毛顎動物門	毛顎類	Chaetognatha		22,000	44,000	22,000	55,000					90,000		
脊索動物門	有尾類	Appendicularia	1,672,000	902,000	308,000	121,000	99,000	11,000			10,000			
	魚卵	Fish eggs										10,000		
總計			4,488,000	4,092,000	4,884,000	4,092,000	4,004,000	1,496,000	450,000	540,000	700,000	1,020,000	550,000	360,000
Shannon-Wiener's diversity index（*H'*）			1.78	1.81	1.58	1.28	1.18	1.48	1.33	1.37	1.18	1.28	1.34	1.53
Pielou's evenness index（*J'*）			0.77	0.75	0.64	0.51	0.51	0.71	0.74	0.60	0.57	0.71	0.75	0.86

備註：單位為 inds./ 1,000 m3。.

(2)優勢種分析

A、亞潮帶

103 年 2 次調查亞潮帶各樣站皆以哲水蚤豐度相對較高，以出現頻率來看夜光蟲、多毛類、翼足類、其他軟體動物、枝角類、橈足類幼生、哲水蚤、劍水蚤、猛水蚤、十足類幼生、毛顎類及有尾類等 12 大類物種出現頻率達 100%最為常見。

104 年調查中，除 104 年 12 月 S3 及 S5 樣站分別為水母類及夜光蟲類豐度最高外，其他各次各站皆以哲水蚤豐度最高。而以出現頻率來看為哲水蚤及劍水蚤為最常見類群（出現頻率 100%）。

合計 2 年調查結果，本海域亞潮帶動物性浮游生物以節肢動物門之哲水蚤相對豐度最高（47.3%），其次為原生動物門夜光蟲（11.7%）。以出現頻率來看，哲水蚤及劍水蚤 2 大類物種出現頻率為 100 %，其次為多毛類（91.7%），顯示此 3 大類物種為此海域常見動物性浮游生物。

B、潮間帶

103 年調查中，除 103 年 7 月 B1 及 B2 分別為有尾類及猛水蚤豐度相對較高外，其他各次各站皆以哲水蚤豐度較高。以出現頻率來看，橈足類幼生、哲水蚤、劍水蚤、猛水蚤、藤壺幼生及有尾類等 6 類物種出現頻率為 100%，為最常見類群。

104 年調查中，除 104 年 12 月 B2 及 B3 為劍水蚤豐度最高外，其他各次各站皆以哲水蚤豐度較高。以出現頻率來看哲水蚤、劍水蚤及猛水蚤等 3 類物種出現頻率為 100%，為最常見類群。

合計 2 年調查結果，本海域潮間帶動物性浮游生物以節肢動物門之哲水蚤相對豐度最高（47.0%），其次為

猛水蚤（12.5%）及有尾類（11.7%）。以出現頻率來看，哲水蚤、劍水蚤及猛水蚤 3 大類物種出現頻率為 100 %，顯示此 3 大類物種為此海域潮間帶最常見的動物性浮游生物。

(3)多樣性指數分析

2 年 4 次調查亞潮帶各樣站之多樣性指數分析部份，歧異度 Shannon-Wiener's diversity index（*H'*）介於 0.52 ～ 2.13，均勻度 Pielou's evenness index（*J'*）介於 0.26 ～ 0.81。整體而言，2 年的調查中以 104 年 9 月之歧異度及均勻度皆較低，有明顯的優勢種為哲水蚤。

潮間帶部分各樣站歧異度 *H'*介於 1.18～1.81，均勻度 *J'* 介於 0.51～0.86。2 年的調查中，以 104 年 9 月歧異度較低，而均勻度以 103 年 11 月較低，以哲水蚤為明顯的優勢種。

(4)集群分析（Cluster Analysis）

根據亞潮帶 2 年 4 次之動物性浮游生物集群分析結果發現，104 年 9 月各站，104 年 12 月 S1，103 年 7 月 S5、S6 及 104 年 12 月 S2、S3 分為同一大群。另一大群可再分為三群，分別為 104 年 11 月 S1 及 S2 一群，103 年 7 月 S1、S3 及 104 年 12 月 S4 一群，以及 103 年 7 月 S2、S4、103 年 11 月 S3、S4、S5、S6 及 104 年 12 月 S6 一群。而 104 年 12 月 S5 單獨一群（圖 6-9）。

根據潮間帶 2 年 4 季之動物性浮游生物集群分析結果發現，104 年 9 月各站、104 年 12 月各站及 103 年 11 月 B3 分為同一群，103 年 7 月 B1 及 B2 一群，另一大群為 103 年 11 月 B1、B2 及 103 年 7 月 B3（圖 6-10）。

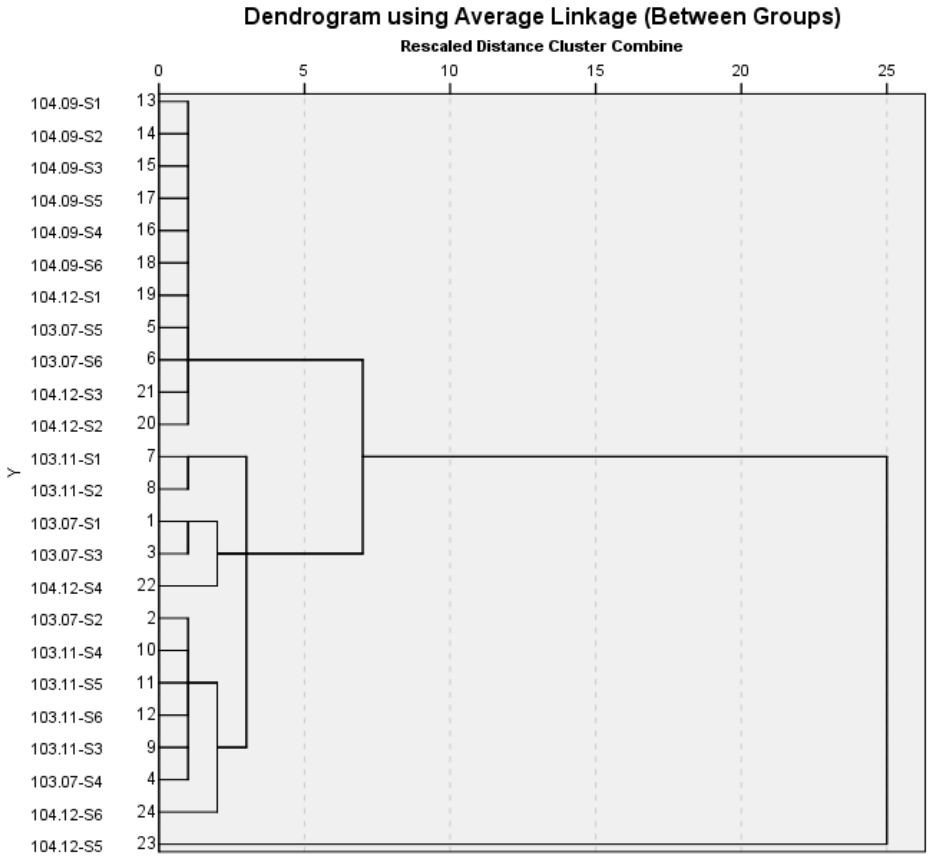


圖 6-9　亞潮帶動物性浮游生物集群分析圖

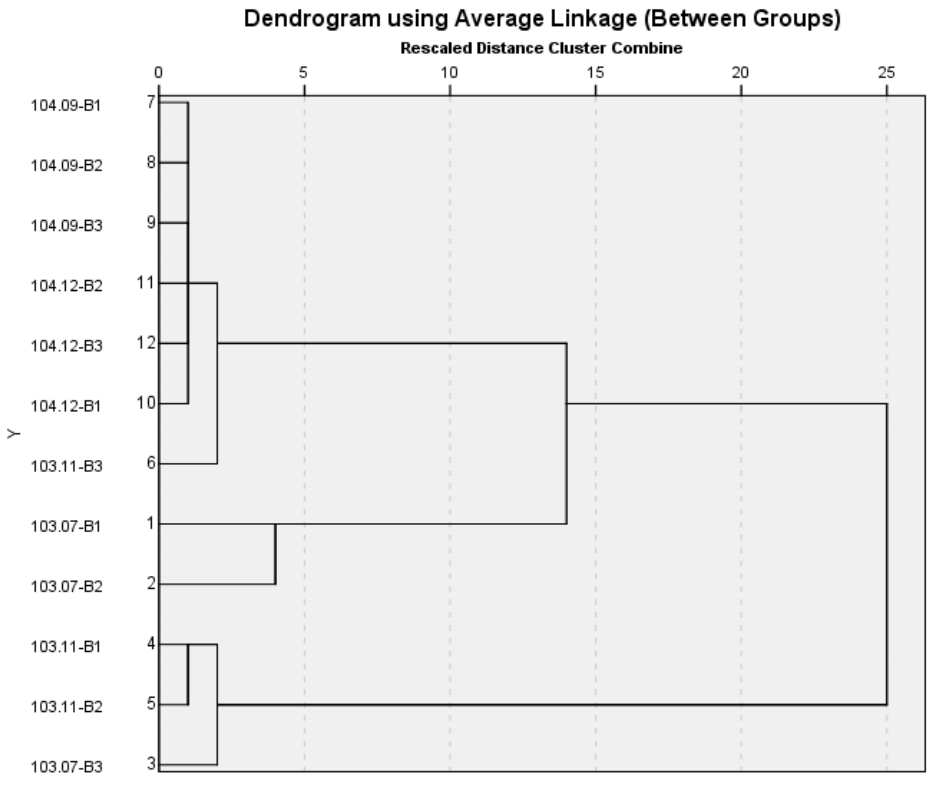


圖 6-10　潮間帶動物性浮游生物集群分析圖

(5)綜合性分析

A、亞潮帶

以 ANOVA 分析比較 2 年 4 季次之亞潮帶各樣站動物性浮游生物豐度，各季次之間豐度有顯著差異（p = 0.010）。104 年 9 月豐度（195,095 ± 178,534 inds./1,000 m^3）較 103 年 7 月（2,685,609 ± 1,404,701 inds./1,000 m^3，p = 0.021）、103 年 11 月（3,793,046 ± 936,840 inds./1,000 m^3，p = 0.002）及 104 年 12 月（2,998,914 ± 2,997,692 inds./1,000 m^3，p = 0.011）低。而除 104 年 9 月外各季次調查豐度間並無顯著差異。

B、潮間帶

以 ANOVA 分析比較二年四季次之潮間帶各樣站動物性浮游生物豐度，各季次之間豐度有顯著差異（p = 0.001）。比較各季次之間豐度，主要差異為年間不同。103 年 7 月調查豐度（4,488 ± 396 inds./m^3）與 104 年 9 月（563 ± 127 inds./m^3，p < 0.001）及 104 年 12 月（643 ± 340 inds./m^3，p < 0.001）差異顯著；103 年 11 月調查豐度（3,197 ± 1,474 inds./m^3）與 104 年 9 月（p = 0.003）及 104 年 12 月（p = 0.004）差異顯著。而同年 2 次調查間豐度差異不顯著。

推測造成此結果之原因，與潮間帶屬於海浪破碎帶，不利動物性浮游生物穩定成長，致使兩年調查之各類物種豐度均為零星記錄影響所致。

4、海域底棲動物

(1)物種組成

A、潮間帶

本計畫 103 年於亞潮帶 6 個樣站記錄底棲生物 2 門 3 目 4 科 7 種，各樣站記錄數量介於 1 ～ 8 隻次/網。104 年記錄 3 門 5 目 8 科 9 種，各樣站記錄數量介於 4 隻次/

網～ 18 隻次/網。

2 年調查共記錄底棲生物 3 門 6 目 11 科 15 種（表 6-19），記錄物種包括斑頭舌鰨、卵鰨、彩虹虫昌螺、細紋玉螺、織紋螺、韓氏豆螵、海星小簾蛤、臺灣文蛤、火腿櫻蛤、矛形梭子蟹、鈍齒短槳蟹、遠海梭子蟹、鋸緣青蟹、長毛對蝦及曲根鞭腕蝦。

B、潮間帶

本計畫潮間帶 3 樣站之調查點位均存在沙灘及消波塊兩種棲地類型。103 年於沙灘棲地環境記錄 1 門 1 目 1 科 3 種，各樣站記錄數量介於 5 ～ 9 隻次/ m^2；於消波塊棲地環境記錄 2 門 8 目 11 科 23 種，各樣站數量介於 86 ～ 133 隻次/ m^2。104 年於沙灘棲地環境記錄 1 門 1 目 1 科 3 種，各樣站記錄數量介於 0 隻次/ m^2 ～ 24 隻次/ m^2；於消波塊棲地環境記錄 2 門 10 目 13 科 21 種，各樣站數量介於 145 隻次/ m^2～ 238 隻次/ m^2（表 6-20）。

2 年調查於潮間帶共記錄底棲生物 2 門 10 目 14 科 31 種，記錄物種包括波紋玉黍螺、臺灣玉黍螺、顆粒玉黍螺、粗紋玉黍螺、細粒玉黍螺、花笠螺、龜甲笠螺、白肋蜑螺、高腰蜑螺、黑玉蜑螺、漁舟蜑螺、滑圓蜑螺、大圓蜑螺、黑肋蜑螺、射線青螺、花青螺、高青螺、草蓆鐘螺、大駝石鰲、蚵岩螺、黑齒牡蠣、布紋大耳螺、平背蜞、細紋方蟹、白紋方蟹、中華沙蟹、角眼沙蟹、雙扇股窗蟹、奇異海蟑螂、紋藤壺及鵝茗荷。

根據調查棲地類型及物種分布情形進行分析，發現 3 樣站沙灘之下潮均未發現任何物種，中、上潮帶主要分佈物種為沙蟹科的中華沙蟹和雙扇股窗蟹。而 3 樣站之消波塊棲地，玉黍螺科及奇異海蟑螂主要分佈在中、上潮帶，笠螺科、蜑螺科、大駝石鰲、蚵岩螺、黑齒牡蠣等物種則主要分佈在中、下潮帶，而鐘螺科和方蟹科物

種則主要分佈在下潮帶為主，此微棲地利用差異反應各類物種棲位（niche）上之差異（圖 6-11）。

(2)優勢種分析

A、亞潮帶

103 年 2 次調查中，依物種豐度來看，調查所記錄到之物種均為零星記錄，並無明顯優勢物種。而以出現頻率分析，矛形梭子蟹之出現頻率最高（66.7%），為 103 年調查時亞潮帶最常記錄之底棲生物。103 年亞潮帶除 S2 樣站外，各樣站均有調查到矛形梭子蟹，推測造成此結果除受調查逢機性因素影響外，亦可能與 S2 樣站鄰近青山漁港港口，受船舶進出、人為污染源（油氣污染及垃圾等）等干擾影響所致。

104 年 2 次調查中，調查所記錄物種也均為零星記錄，並無明顯優勢物種。而以出現頻率分析，彩虹蝐螺（出現頻率 91.7%）及火腿櫻蛤（83.3%）為 104 年調查中亞潮帶最常記錄之底棲生物。

合計 2 年調查結果，出現頻率最高之亞潮帶底棲生物為海星小簾蛤（54.2%）及彩虹蝐螺（45.8%）。

表 6-19　本計畫調查海域亞潮帶底棲生物資源表

門名	目名	科名	中文名	學名	103.07						103.11						104.09						104.12					
					S1	S2	S3	S4	S5	S6	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S1	S2	S3	S4	S5	S6
脊椎動物門	鰈形目	舌鰨科	斑頭舌鰨	*Cynoglossus puncticeps*													2	1										
		鰨科	卵鰨	*Solea ovata*														1	1									
軟體動物門	原始腹足目	鐘螺科	彩虹蝐螺	*Umbonium vestiarium*													5	6	2	6	6	1	2	3	5	2		1
	異足目	玉螺科	細紋玉螺	*Natica lineata*							3	4		3	2													
	新腹足目	織紋螺科	織紋螺	*Nassarius* spp.																6		4				2	2	1
	簾蛤目	刀蟶科	韓氏豆蟶	*Phaxas hanleyi*																		2						
		簾蛤科	海星小簾蛤	*Veremolpa scabra*							2		5	2	1		2	2	4	2	1	2	2	2	2			
			臺灣文蛤	*Meretrix meretrix*													4	2										
		櫻蛤科	火腿櫻蛤	*Tellinella staurella*													4	4	5	4	3	2	3			6	2	2
節肢動物門	十足目	梭子蟹科	矛形梭子蟹	*Portunus hastatoides*	2		2	2	1	1			2		2	3												
			鈍齒短槳蟹	*Thalamita crenata*	2	1																						
			遠海梭子蟹	*Portunus pelagicus*			1	3						1		2												
			鋸緣青蟹	*Scylla serrata*		2	1																					
		對蝦科	長毛對蝦	*Penaeus penicillatus*													1	1						1				1
		藻蝦科	曲根鞭腕蝦	*Lysmata kuekenthali*	4		2																					
總計					8	3	6	5	1	1	5	4	7	6	5	5	18	17	12	18	10	11	7	6	7	10	4	5
Shannon-Wiener's diversity index（*H'*）					1.04	0.64	1.33	0.67			0.67		0.60	1.01	1.05	0.67	1.67	1.71	1.24	1.31	0.90	1.52	1.08	1.01	0.60	0.95	0.69	1.33
Pielou's evenness index（*J'*）					0.95	0.92	0.96	0.97			0.97		0.86	0.92	0.96	0.97	0.93	0.88	0.89	0.95	0.82	0.94	0.98	0.92	0.86	0.86	1.00	0.96

備註：單位為隻次。.

表 6-20　本計畫調查海域潮間帶底棲生物資源表(1/4)

門名	目名	科名	中文名	學名	103.07						103.11					
					B1		B2		B3		B1		B2		B3	
					沙灘	消波塊	沙灘	消波塊	沙灘	消波塊	沙灘	消波塊	沙灘	消波塊	沙灘	消波塊
軟體動物門	中腹足目	玉黍螺科	波紋玉黍螺	*Littoraria undulata*		5		5		45		7		12		34
			臺灣玉黍螺	*Nodilittorina vidua*		6				4		8		3		3
			顆粒玉黍螺	*Nodilittorina pyramidalis*		41		36		9		49		35		12
			粗紋玉黍螺	*Littoraria scabra scabra*								2				
			細粒玉黍螺	*Nodilittorina radiata*												
	原始腹足目	笠螺科	花笠螺	*Cellana toreuma toreuma*		7		4		3		3				2
			龜甲笠螺	*Cellana testudinaria*								4				1
		蜑螺科	白肋蜑螺	*Nerita plicata*						1		2				
			高腰蜑螺	*Nerita striata*						5						
			黑玉蜑螺	*Nerita incerta*						1						
			漁舟蜑螺	*Nerita albicilla*						6		2		3		5
			滑圓蜑螺	*Nerita ocellata*								3				
			大圓蜑螺	*Nerita chamaeleon*								1				
			黑肋蜑螺	*Nerita costata*												
		蓮花青螺科	射線青螺	*Patelloida striata*		1										
			花青螺	*Notoacmea schrenckii schrenckii*								3		1		1
			高青螺	*Notoacmea concinna*												
		鐘螺科	草蓆鐘螺	*Monodonta labio labio*								3				
	新石鰲目	石鰲科	大駝石鰲	*Liolophura japonica*		3		3				2		3		1
	新腹足目	骨螺科	蚵岩螺	*Thais clavigera*		15		13				6		9		8
	鶯蛤目	牡蠣科	黑齒牡蠣	*Saccostrea mordax*		9		10		5		5		7		6
	有肺目	耳螺科	布紋大耳螺	*Ellobium aurisjudae*												
節肢動物門	十足目	方蟹科	平背蜞	*Gaetice depressus*						1		1				
			細紋方蟹	*Grapsus tenuicrustatus*		4		4		6						
			白紋方蟹	*Grapsus albolineatus*										1		
		沙蟹科	中華沙蟹	*Ocypode sinensis*	6		5		1		1					
			角眼沙蟹	*Ocypode ceratophthalmus*			3						3		2	
			雙扇股窗蟹	*Scopimera bitympana*	2		1		6		4		3		6	

備註：單位為隻次。.

表 6-20　本計畫調查海域潮間帶底棲生物資源表(2/4)

門名	目名	科名	中文名	學名	103.07						103.11					
					B1		B2		B3		B1		B2		B3	
					沙灘	消波塊	沙灘	消波塊	沙灘	消波塊	沙灘	消波塊	沙灘	消波塊	沙灘	消波塊
	等足目	海蟑螂科	奇異海蟑螂	*Ligia exotica*		26		18		4		4		5		5
	無柄目	藤壺科	紋藤壺	*Amphibalanus amphitrite*		16		26		10		13		7		11
	茗荷目	茗荷科	鵝茗荷	*Lepas anserifera*												
總計					8	133	9	119	7	100	5	118	6	86	8	89
Shannon-Wiener's diversity index（*H'*）					0.56	2.01	0.94	1.88	0.41	1.94	0.50	2.20	0.69	1.91	0.56	1.97
Pielou's evenness index（*J'*）					0.81	0.84	0.85	0.86	0.59	0.76	0.72	0.76	1.00	0.79	0.81	0.79

備註：單位為隻次。.

表 6-20　本計畫調查海域潮間帶底棲生物資源表(3/4)

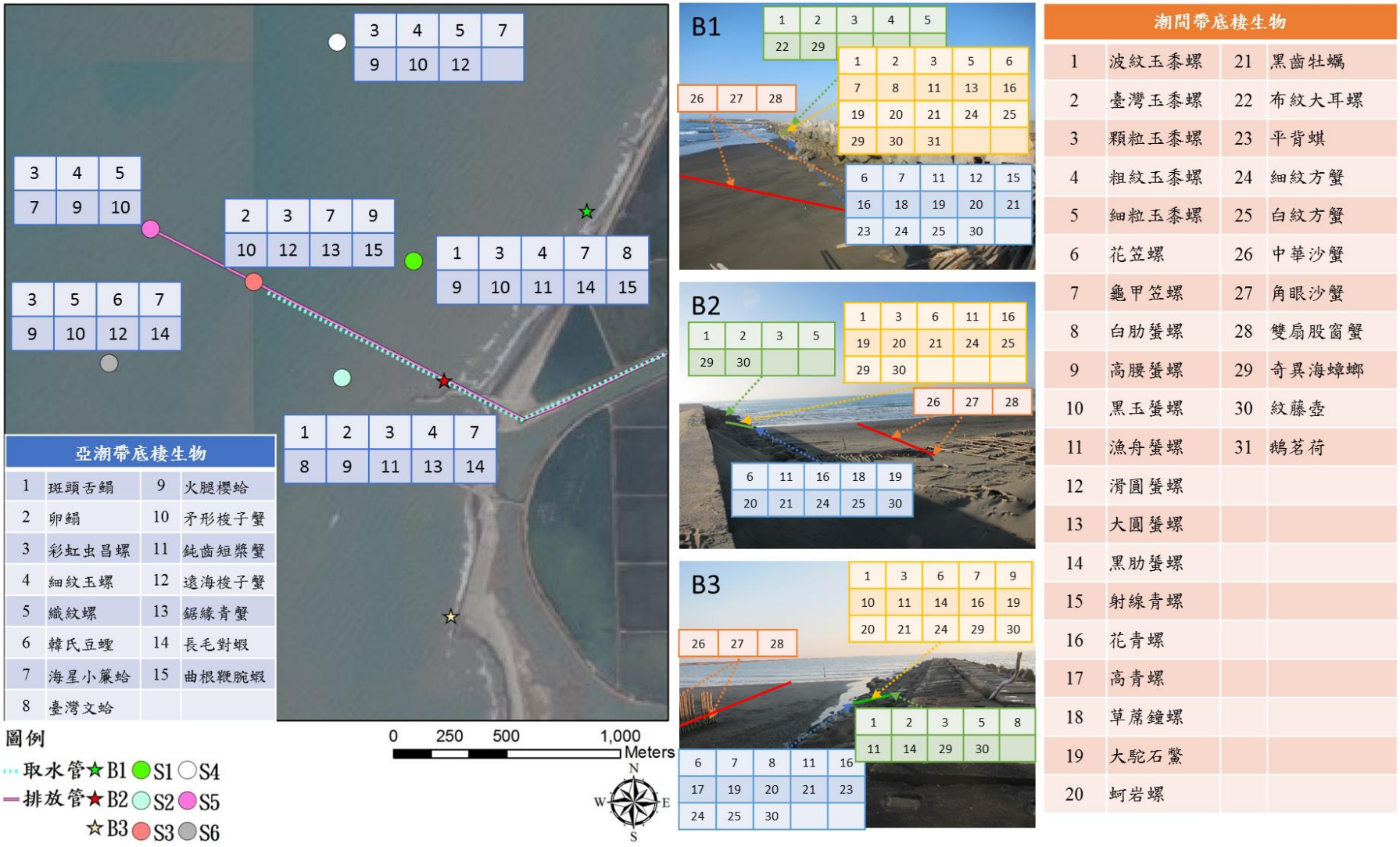
門名	目名	科名	中文名	學名	104.09						104.12					
					B1		B2		B3		B1		B2		B3	
					沙灘	消波塊	沙灘	消波塊	沙灘	消波塊	沙灘	消波塊	沙灘	消波塊	沙灘	消波塊
軟體動物門	中腹足目	玉黍螺科	波紋玉黍螺	*Littoraria undulata*				11		13		17		6		22
			臺灣玉黍螺	*Nodilittorina vidua*								16		8		8
			顆粒玉黍螺	*Nodilittorina pyramidalis*				14		6		32		21		44
			粗紋玉黍螺	*Littoraria scabra scabra*												
			細粒玉黍螺	*Nodilittorina radiata*								10		4		14
	原始腹足目	笠螺科	花笠螺	*Cellana toreuma toreuma*						20						
			龜甲笠螺	*Cellana testudinaria*						21						
		蜑螺科	白肋蜑螺	*Nerita plicata*								1				2
			高腰蜑螺	*Nerita striata*												
			黑玉蜑螺	*Nerita incerta*												
			漁舟蜑螺	*Nerita albicilla*								2		2		8
			滑圓蜑螺	*Nerita ocellata*												
			大圓蜑螺	*Nerita chamaeleon*												
			黑肋蜑螺	*Nerita costata*						4						1
		蓮花青螺科	射線青螺	*Patelloida striata*												
			花青螺	*Notoacmea schrenckii schrenckii*						12		4		4		10
			高青螺	*Notoacmea concinna*												2

備註：單位為隻次。.

表 6-20　本計畫調查海域潮間帶底棲生物資源表(4/4)

門名	目名	科名	中文名	學名	104.09						104.12					
					B1		B2		B3		B1		B2		B3	
					沙灘	消波塊	沙灘	消波塊	沙灘	消波塊	沙灘	消波塊	沙灘	消波塊	沙灘	消波塊
		鐘螺科	草蓆鐘螺	*Monodonta labio labio*		3		6								
	新石鰲目	石鰲科	大駝石鰲	*Liolophura japonica*						11		2				3
	新腹足目	骨螺科	蚵岩螺	*Thais clavigera*		27		31		29		17		16		18
	鶯蛤目	牡蠣科	黑齒牡蠣	*Saccostrea mordax*		41		35		50		33		19		24
	有肺目	耳螺科	布紋大耳螺	*Ellobium aurisjudae*								11				
節肢動物門	十足目	方蟹科	平背蜞	*Gaetice depressus*												
			細紋方蟹	*Grapsus tenuicrustatus*		2										
			白紋方蟹	*Grapsus albolineatus*		11		11		11		8		6		4
		沙蟹科	中華沙蟹	*Ocypode sinensis*			10						1			
			角眼沙蟹	*Ocypode ceratophthalmus*							1					
			雙扇股窗蟹	*Scopimera bitympana*			14									
	等足目	海蟑螂科	奇異海蟑螂	*Ligia exotica*		25		15		17		31		26		14
	無柄目	藤壺科	紋藤壺	*Amphibalanus amphitrite*		36		37		44		34		38		24
	茗荷目	茗荷科	鵝茗荷	*Lepas anserifera*								10				
總計					0	145	24	160	0	238	1	228	1	150	0	198
Shannon-Wiener's diversity index（*H'*）					-	1.65	0.68	1.92	-	2.26	0.00	2.40	0.00	2.09	-	2.35
Pielou's evenness index（*J'*）					-	0.85	0.98	0.92	-	0.91	-	0.89	-	0.87	-	0.87

備註：單位為隻次。.



亞潮帶底棲生物			
1	斑頭舌鰨	9	火腿櫻蛤
2	卵鰨	10	矛形梭子蟹
3	彩虹虫昌螺	11	鈍齒短槳蟹
4	細紋玉螺	12	遠海梭子蟹
5	織紋螺	13	鋸緣青蟹
6	韓氏豆螺	14	長毛對蝦
7	海星小簾蛤	15	曲根鞭腕蝦
8	臺灣文蛤		

潮間帶底棲生物			
1	波紋玉黍螺	21	黑齒牡蠣
2	臺灣玉黍螺	22	布紋大耳螺
3	顆粒玉黍螺	23	平背蜞
4	粗紋玉黍螺	24	細紋方蟹
5	細粒玉黍螺	25	白紋方蟹
6	花笠螺	26	中華沙蟹
7	龜甲笠螺	27	角眼沙蟹
8	白肋蜑螺	28	雙扇股窗蟹
9	高腰蜑螺	29	奇異海蟑螂
10	黑玉蜑螺	30	紋藤壺
11	漁舟蜑螺	31	鵝茗荷
12	滑圓蜑螺		
13	大圓蜑螺		
14	黑肋蜑螺		
15	射線青螺		
16	花青螺		
17	高青螺		
18	草蓆鐘螺		
19	大駝石鰲		
20	蚵岩螺		

圖 6-11　底棲生物空間分佈圖

B、潮間帶

103 年調查中，潮間帶沙灘棲地環境調查之物種均為零星記錄，無明顯優勢物種。消波塊棲地環境記錄物種以顆粒玉黍螺之相對豐度最高（28.2%）。以出現頻率分析則以波紋玉黍螺、顆粒玉黍螺、黑齒牡蠣、奇異海蟑螂及紋藤壺之出現頻率為 100%，為消波塊棲地最常記錄之物種。

104 年調查中，潮間帶沙灘棲地環境調查之物種均為零星記錄，無明顯優勢物種。消波塊棲地環境記錄物種以紋藤壺之相對豐度最高（19.0%）。以出現頻率分析則以蚵岩螺、黑齒牡蠣、白紋方蟹、奇異海蟑螂及紋藤壺等 5 種之出現頻率為 100%，為消波塊棲地最常記錄之物種。

綜合 2 年之調查，潮間帶沙灘棲地環境主要零星記錄沙蟹科之物種。而消波塊棲地環境則以黑齒牡蠣、奇異海蟑螂及紋藤壺最為常見。

(3)多樣性指數分析

在多樣性指數部份，亞潮帶之歧異度 Shannon-Wiener's diversity index（*H'*）及均勻度 Pielou's evenness index（*J'*），除 103 年 7 月調查的 S5、S6 樣站及 103 年 11 月的 S2 樣站因僅記錄到 1 物種，歧異度 H' 為 0，無法計算均勻度 J' 外，其餘樣站 *H'* 介於 0.60～1.71，*J'* 介於 0.82～1.00，整體而言，亞潮帶各類底棲生物均為零星記錄，並無明顯優勢物種。

潮間帶部分 104 年 9 月 B1、B3 及 104 年 12 月沙灘棲地未發現物種無法計算歧異度及均勻度，以及 104 年 12 月 B1 及 B2 沙灘棲地只發現 1 種物種而歧異度為 0 而均勻度無法計算，其餘各樣站 *H'* 介於 0.41～2.40，4 次調查均為消波塊多樣性指數大於沙灘，表示消波塊棲地環境有較高的物種豐度；*J'* 介於 0.59～1.00，以 103 年 7 月 B3 樣站之沙灘棲

地有優勢種的程度最明顯，優勢種為沙蟹科之雙扇股窗蟹。

(4)集群分析

根據分析結果，大致依調查年份不同而分成 2 群（圖 6-12），而亞潮帶底棲生物均為零星記錄，故群集分析結果相對較無代表性。

根據2年4季次潮間帶各測站之底棲生物集群分析結果發現，可依潮間帶之地形特徵區分為沙灘物及消波塊兩大類群，造成此結果與分布在消波塊之物種多為螺貝類，而分布在沙灘之物種多為沙蟹類物種，使組成有明顯不同（圖 6-13）。

(5)綜合性分析

A、亞潮帶

以 ANOVA 分析比較亞潮帶各樣站底棲生物豐度，各季次之間豐度有顯著差異（$p < 0.001$）。104 年 9 月豐度（14 ± 4 隻次/網）較 103 年 7 月（4 ± 3 隻次/網）、103 年 11 月（5 ± 1 隻次/網）及 104 年 12 月（7 ± 2 隻次/網）高。而除 104 年 9 月外各季次調查豐度間並無顯著差異 。

B、潮間帶

以 ANOVA 分析比較潮間帶各樣站底棲生物豐度，各季次之間豐度有顯著差異（$p = 0.023$）。比較各季次之間豐度，主要差異為年間不同。103 年 7 月豐度（63 ± 61 隻次/m^2）與 104 年 9 月（95 ± 100 隻次/m^2，$p = 0.045$）及 104 年 12 月（96 ± 108 隻次/m^2，$p = 0.036$）差異顯著。103 年 11 月（52 ± 51 隻次/m^2）與 104 年 9 月（$p = 0.013$）及 104 年 12 月（$p = 0.011$）差異顯著。而同年 2 次調查間豐度差異不顯著。

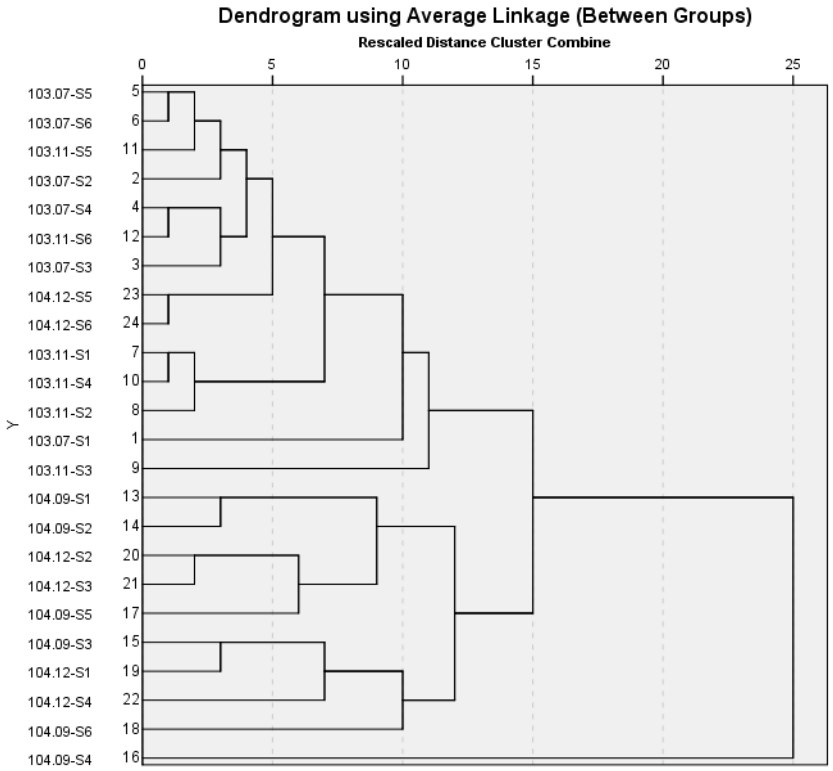


圖 6-12　亞潮帶底棲生物集群分析圖

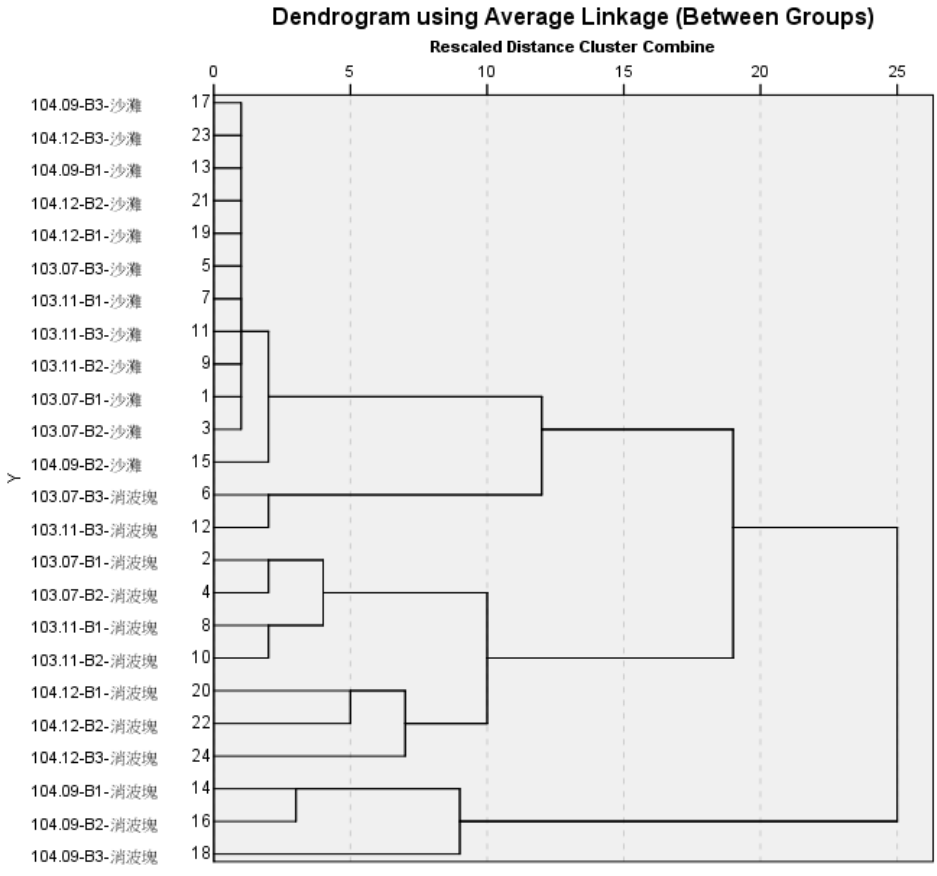


圖 6-13　潮間帶底棲生物集群分析圖

5、海域魚類

(1)物種組成

103 年調查記錄 2 目 7 科 10 種，各樣站數量介於 26 inds./ 1,000 m^3 ～ 474 inds./ 1,000 m^3。104 年調查記錄 3 目 9 科 12 種，各樣站數量介於 17 inds./ 1,000 m^3 ～ 367 inds./ 1,000 m^3。

2 年調查共記錄魚類 3 目 9 科 12 種（表 6-21），記錄到物種分別為鯔科的一種、日本鯷、芝蕪稜鯷、島嶼側帶小公魚、漢氏稜鯷、天竺鯛科的一種、多鱗沙鮻、雙邊魚科的一種、鯛科的一種、黑邊鰨、鰕虎科的一種及曳絲鑽嘴魚。各種仔稚魚之空間分布如圖 6-14 所示。

(2)優勢種分析

103 年調查中，相對豐度以日本鯷（27.5%）及天竺鯛科的一種（24.2%）最高，出現頻率則以日本鯷（75.0%）最高，其次為島嶼側帶小公魚、漢氏稜鯷及天竺鯛科的一種（41.7%）。

104 年調查中，相對豐度以日本鯷（33.3%）及島嶼側帶小公魚（22.0%）最高，出現頻率則以日本鯷（91.7%）最高，其次為鯛科的一種（58.3%）。

綜合 2 年調查結果，以日本鯷出現頻率 83.3%最高，顯示日本鯷為亞潮帶常見之仔稚魚種。

表 6-21　本計畫調查海域魚類生物資源表

目名	科名	中文名	學名	103.07						103.11						104.09						104.12						出現頻率(%)
				S1	S2	S3	S4	S5	S6	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S1	S2	S3	S4	S5	S6	
鯔形目	鯔科	鯔科的一種	Mugilidae													15	11	7					8			6		20.8
鯷形目	鯷科	日本鯷	*Engraulis japonicus*	132	65	142	83		23	34		70	47		30	98	46	87	61	6	15	56		33	38	11	18	83.3
		芝蕪稜鯷	*Thryssa chefuensis*	40		47		9	23							32		41		4	12							33.3
		島嶼側帶小公魚	*Stolephorus insularis*	106	28	142	104	4								84	21	79	87	5		33						45.8
		漢氏稜鯷	*Thryssa hamiltonii*	40	37	71	21	9								33	31	64	6	5								41.7
鱸形目	天竺鯛科	天竺鯛科的一種	Apogonidae							101		105	94	220	30							45	21	15			8	37.5
	沙鮻科	多鱗沙鮻	*Sillago sihama*	13	9											9	4	6										20.8
	雙邊魚科	雙邊魚科的一種	Ambassidae	13			42											14	14									16.7
	鯛科	鯛科的一種	Sparidae													19	18	21	20	9		11	6					29.2
	鰨科	黑邊鰨	*Leiognathus splendens*	26	9	71		4								16		35		2								29.2
	鰕虎科	鰕虎科的一種	Gobiidae	13								35			150	10	6	13						4			4	33.3
	鑽嘴魚科	曳絲鑽嘴魚	*Gerres filamentosus*				21		12										15		9							16.7
總計				383	149	474	270	26	58	134	0	210	142	220	210	316	137	367	203	31	36	145	35	52	38	17	30	
Shannon-Wiener's diversity index（*H'*）				1.72	1.37	1.52	1.41	1.33	1.05	0.56	-	1.01	0.64	-	0.80	1.86	1.70	1.99	1.43	1.71	1.08	1.26	0.95	0.84	0.00	0.65	0.93	-
Pielou's evenness index（*J'*）				0.83	0.85	0.95	0.88	0.96	0.96	0.81	-	0.92	0.92	-	0.72	0.85	0.87	0.87	0.80	0.95	0.98	0.91	0.86	0.77	-	0.94	0.84	

備註：單位為 inds./1,000 m3。

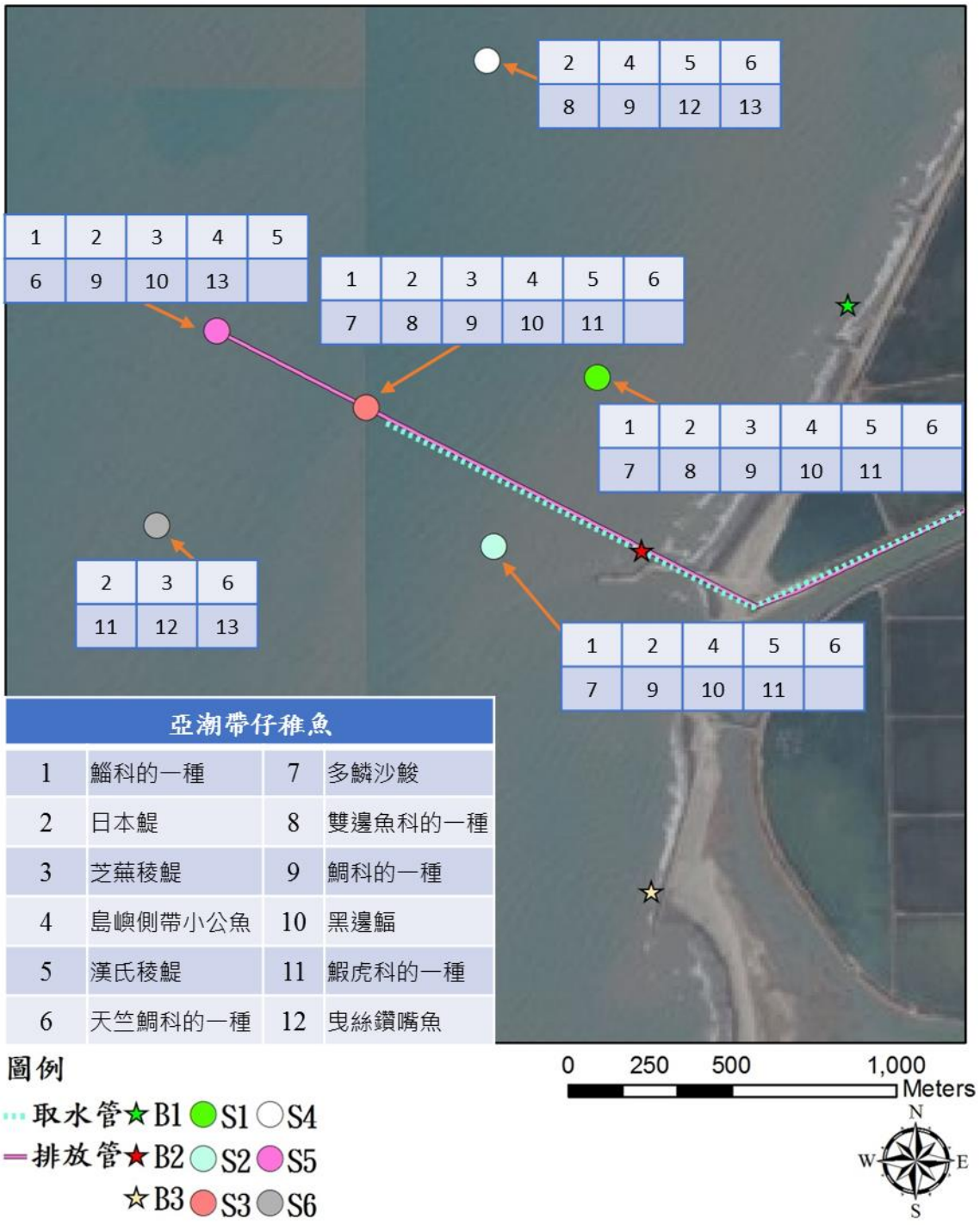


圖 6-14　亞潮帶仔稚魚空間分佈

(3)多樣性指數分析

在多樣性指數部份，由於 103 年 11 月調查 S2 樣站未記錄到任何仔稚魚，無法計算生物多樣性指數，而 S5 樣站及 104 年 12 月 S4 樣站則因各僅記錄到 1 物種，歧異度指數為 0，無法計算均勻度指數。其餘樣站歧異度 Shannon-Wiener's diversity index（*H'*）介於 0.56～1.99。此外，同年間第 2 次調查多樣性指數相對較第 1 次為低，係因 11 月及 12 月為冷季，非多數魚類繁殖旺季，使仔稚魚物種數相對較少所致。

均勻度 Pielou's evenness index（*J'*）介於 0.72～0.98。整體而言，103 年 7 月物種數量分布最均勻，無明顯優勢種。

(4)集群分析

本計畫亞潮帶仔稚魚集群分析結果發現，仔稚魚多為零星記錄，因此並無明顯分群，而 103 年 11 月 S5 僅記錄到天竺鯛科的一種因此獨立一群（圖 6-15）。

(5)綜合性分析

比較 2 年 4 季次之亞潮帶各樣站仔稚魚豐度，103 年 11 月（平均豐度 153 ± 84 inds./ 1,000 m^3）及 104 年 12 月（53 ± 47 inds./ 1,000 m^3）進入冷季，非多數魚類繁殖旺季，使仔稚魚物種數皆比前季（103 年 7 月 227 ± 180 inds./ 1,000 m^3；104 年 9 月 182 ± 141 inds./ 1,000 m^3)相對較少，但以 ANOVA 分析比較亞潮帶各樣站仔稚魚豐度，各季次之間豐度並無顯著差異（$p = 0.129$）。

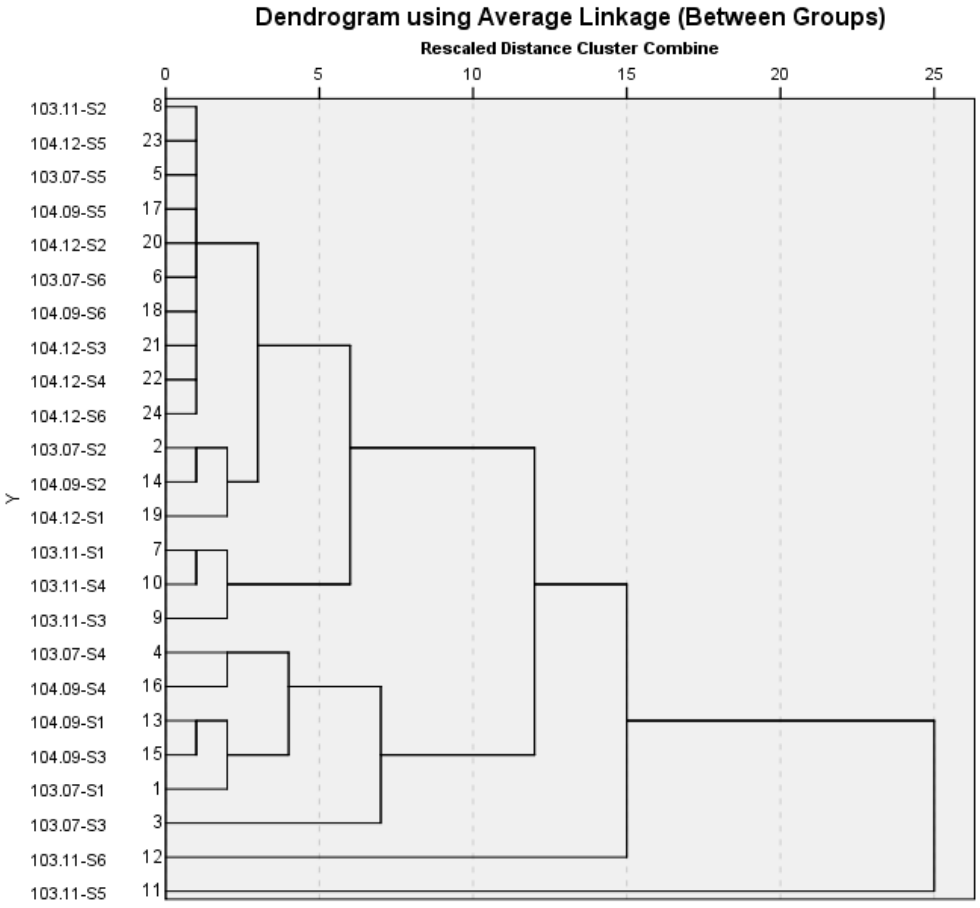


圖 6-15　海域魚類集群分析圖

三、開發行為對生態影響評估

(一)陸域植物

1、物種上的影響

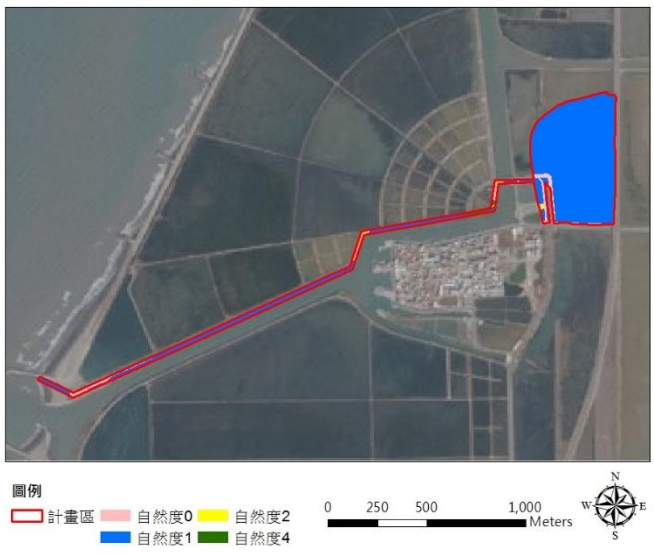
本計畫調查區域多水域環境，零星穿插道路及小面積野生荒地，自然度介於 0~2 之間，植被貧乏。工程開始後，計畫區初期將轉為自然度 1 之裸露地，待海淡廠完工後，因廠區覆蓋，故自然度為 0(圖 6-16 及表 6-22)。由於計畫區自然度低，植被貧乏，故本計畫開發對植物影響甚微，惟施工可能造成落塵量增加，造成植物生長及代謝不良，導致花果數量下降，提高耐受性高之入侵種取代原生植物之機率。

另外，因營運後人車流動量更加頻繁，易將入侵植物種子

及營養繁殖部位帶往他處，增加其擴散速度與擴散範圍，應持續監測其族群發展之情況，以避免擴散至自然度較高的地區危害到原生物種生存。

2、稀特有植物的影響

本計畫調查區域並未發現老樹以及環保署植物生態評估技術規範之珍貴稀有植物，紅樹林植物之紅海欖及欖李為南部沿海常見之野生植物，紅樹林伴生稀有植物苦藍盤位於計畫廠址下方約 500 公尺處，未經過取輸水管線，惟施工揚塵可能造成其生長不良。此外，嚴重瀕臨絕種之南海草海桐僅於台南市將軍區馬沙溝地區及馬沙溝第十公墓內有零星紀錄，其距計畫區及調查範圍尚有 2.7 公里，故本計畫施工以及營運期間對紅海欖及南海草海桐族群影響不大。



開發前

開發後

資料來源：本計畫製作

圖 6-16 計畫區開發前後自然度變化圖

表 6-22　開發區開發前後植物自然度變化

	開發前 百分比(%)	開發後 百分比(%)
自然度 0	6.38	100.00
自然度 1	91.47	0.00
自然度 2	1.05	0.00
自然度 4	0.00	0.00
自然度 5	1.09	0.00
合計	100.00	100.00

(二)陸域動物

1、施工期間

施工期間對陸域動物之影響因子包括噪音振動及路死效應。根據國外研究（Reilnen, Veenbaas and Foppen, 1995），噪音會影響環境中棲息鳥類的族群數量，當噪音量大於 40 分貝時，森林性鳥類的族群數量會開始下降，當噪音量大於 50 分貝，則草原性鳥類的族群數量開始下降。施工機具聲響及振動將驅離周邊野生動物至鄰近相似環境，增加鄰近相似環境動物的覓食及棲息競爭壓力，然本計畫於調查區域發現之哺乳類及爬蟲類多為適應人為干擾物種，鳥類遷移能力較強，鄰近地區有多處同質性高之環境供動物遷移，故對鄰近計畫區之動物影響不大。此外，本計畫取、排水管線沿扇形鹽田南側之道路鋪設，該環境係屬高度人為活動干擾區，非野生動物喜好之棲息環境，未來管線施工對野生動物影響輕微。而施工期間工程車輛(交通量預估為 84 pcu)出入頻繁，將會增加遷移能力較差之野生動物路死機率。

2、營運期間

營運期間海淡廠營運之聲響及振動可能將驅離周邊野生動物至鄰近相似環境，增加鄰近相似環境動物的覓食及棲息競爭壓力。而經評估結果以計畫廠址內及青鯤鯓橋二測站之噪音增量約為 0.4 dB(A)及 0.3 dB(A)，屬無或可忽略之影響，且計畫區

內未發現哺乳類、爬蟲類及蝶類，故對其無影響；而鳥類移動性高，周邊多處質性高之環境供動物遷移，故雖增加鄰近地區動物覓食壓力，但不致造成重大影響。取排水管線營運期間除了維修外，不再有其他擾動行為，然取排水管線屬高度人為活動干擾區，非野生動物喜好之棲息環境，未來管線維修對野生動物影響輕微。此外，營運期間僅作業人員(二階段計約 30 人)交通車輛出入，對遷移能力較差之野生動物路死機率不大。

3、保育類動物

本計畫調查發現紅尾伯勞(3 級保育類)及黑翅鳶(2 級保育類)2 種保育鳥類，黑翅鳶能適應農耕地景環境，也能在道路兩側築巢，對一定距離外之人為活動有相當的耐受性；紅尾伯勞遷移能力佳，對人為擾動之承受力較強，2 種鳥類其發現地點距計畫廠址約 250 公尺~850 公尺，本計畫對該 2 種鳥類直接影響不大。此外，黑面琵鷺分布區域距本計畫 1 公里之外，主要棲息地十份里距本計畫廠址約 10 公里之遠(詳圖 6-6)，應不致對其產生重大影響。

(二)海域生態

1、施工期間

施工期間可能造成海域污染的項目有陸域廢水流入、海域工程擾動及施工廢棄物。陸域廢水包括施工人員生活污水、整地工程之土壤沖蝕、運輸車輛清洗廢水等；海域工程之取、排水管線工程施作將造成海水懸浮固體增加，進而減少浮游植物之生長繁殖及光合作用速率，降低基礎生產力，影響浮游動物攝食及呼吸行為，並破壞部分底棲生物棲息地，干擾海域動物活動，然本計畫完工後懸浮固體濃度將逐漸恢復正常。

施工期間若將工程廢棄物直接丟棄於海域或堆砌擱置至岸邊或潮間帶，將對本區海域水質環境產生破壞，進而對海域生態產生衝擊，如塑膠類垃圾丟棄，將會使魚類因誤食（如海樽

等浮游動物）或被纏繞致死等。

此外,取排水管埋設未涉及爆破及打樁等高噪音工程行為，對音源敏感之生物(如鯨豚)影響有限。

2、營運期間

營運期間對海域生態主要影響為海床管線維修擾動、生物撞擊、生物汲入及海水淡化廠排放水。

海淡廠取水口位置位處海床上約 1.9 公尺處,主要影響物種為中、底層魚種及底棲生物，撞擊將在不同時間、季節產生差異。在時間方面，多數經濟物種（底棲生物及魚類）在清晨及黃昏時刻活動力較高，可能使撞擊狀況提升。而季節方面，暖季之生物撞擊以底棲型生物為主，因多數底棲生物在暖季活動力較高，且多數物種以暖季繁殖居多（螺貝類在春、夏季；甲殼類在夏、秋季）。此外，根據漁業經濟調查資料，影響範圍存在冷季洄游性魚類，但洄游性魚類多為中、表層，故取水口位置因對其影響不像底棲魚類大，但仍具潛在撞擊影響，在繁殖季及魚類洄游季節取水，可能因撞擊行為造成生長率下降，間接促使物種族群縮減。

(1)汲入量評估

以產水 20 萬噸全區開發取水最大量估算生物汲入量,及水量為 55.4 萬立方公尺/日,1 年汲水量為 20,221 萬立方公尺，依本計畫調查亞潮帶海域生物豐度估算每年生物汲入量影響如下：

A、植物性浮游生物

根據目前調查結果發現，該海域亞潮帶 9 月(秋季)之各樣站、水層平均植物性浮游生物平均豐度為 424,983 cells/L，12 月(冬季)為 74,983 cells/L，兩季平均則為 249,983 cells/L，因此秋季之日汲入量為 $2.35x10^{14}$ cells/day，冬季之日汲入量為 $4.15x10^{13}$ cells/day，平均年汲入量為 $5.05x10^{16}$ cells/year。

B、動物性浮游生物

根據目前調查結果發現，該海域 9 月之各樣站平均動物性浮游生物豐度為 195,095 inds./1,000 m^3，12 月則為 2,998,913 inds./1,000 m^3，兩季平均則為 1,597,004 inds./1,000 m^3，因此秋季之日汲入量為 $1.08x10^8$ inds./day，冬季之日汲入量為 $1.66x10^9$ inds./day，平均年汲入量為 $3.23x10^{11}$ inds./year。

C、底棲生物

調查海域的底棲動物以移動性較高的節肢動物為主，又加上取水口係直立式取水工，故汲水對底棲生物成體之汲水衝擊影響不大，主要之影響為其浮游幼生期。該浮游期已於動物性浮游生物中評估。

D、仔稚魚

該海域 9 月各樣站平均仔稚魚豐度為 182 inds./1,000 m^3，12 月之各樣站平均仔稚魚豐度為 53 inds./1,000 m^3，，兩季平均則為 117 inds./1,000 m^3，因此秋季之日汲入量為 100,828 inds./day，冬季日汲入量為 29,362 inds./1,000 m^3，平均年汲入量為 $2.37x10^7$ inds./year。

3、海淡廠排放水影響評估

其中海淡廠排放水對海洋生物之影響分為直接影響及間接影響。直接影響包括生物致死、生物遷移及生物累積，間接影響包括棲息環境改變、食物鏈破壞以及生態系統改變。

以影響較大之情境一（1 組排水）而言，本計畫海淡廠排放水排放後在距離底部排放口 200 公尺處鹽度僅有約 34.75(psu)，其與背景值之增量僅有 0.7%；其鹽度分布在距離底部排放口 100 公尺處最大值僅有約 34.85(psu)，其與背景值之增量僅有 1.0%；其影響範圍多半集中在距離排放口 100 公尺處。浮游生物對鹽度的耐受性較大，大部分無脊椎動物可藉由調節滲透壓之生理作用以適應鹽度改變，魚類亦可藉調節滲透壓之生理作用或迴

避行為以適應鹽度變化。海淡廠排放水中除了高濃度鹽水外，尚有抗垢劑在海淡廠排放水中約有 3 ppm 的氨氮殘留，惟其排放量相較海域水體屬輕微，易被稀釋至海水背景。

中華白海豚生存海域鹽度範圍為 29 psu~ 33 psu，具適應鹽度變化能力，其文獻出現南界為將軍漁港，距本計畫排放口 3 公里以上，故海淡廠排放水不致影響中華白海豚之族群量。此外，本計畫調查範圍並未發現海洋哺乳類動物，故本計畫海淡廠排放水對海洋哺乳類影響有限。

四、對策研擬

(一)陸域生態

1、陸域植物

(1)責成施工單位在車輛出入沿線加強灑水工作，乾季時，用加壓水柱噴灑工程地點及砂石車出入沿線之樹木植被，以改善環境品質與植被健康。

(2)施工期間應於裸露地覆蓋防塵布，可減少施工時所產生之揚塵覆蓋周邊之植被，影響植物生長。

(3)責成施工單位擬定完善施工計畫，執行分期分區施工，避免大規模開挖基地外圍植被，造成先驅植物強勢入侵。

(4)建議施工完成後立即進行植生，減少地表逕流產生，並增加當地環境的多樣性與美化的功能。

(5)完工後的綠化樹種應經過外來種評估，避免引進任何外來物種作為植栽，本計畫區位於濱海地帶，植栽建議優先選擇原生之海濱植物，並使用多層次的種植方式，上層喬木可選擇欖仁、瓊崖海棠、茄苳、黃槿、海檬果及白水木等，中下層則以提供隔離之灌叢及地被為主，灌叢可選擇苦林盤、海浦姜及海桐等，地被可選擇狗牙根及月桃等，兼具美觀及提供鳥類和蝴蝶等食物來源。

2、陸域動物

(1)施工期間應有固定之工程車行駛路線，並降低行車速率，以降低該區域野生動物活動之干擾及降低路死個體發生率。

(2)避免使用老舊機具，施工機具定期保養維修，以避免產生高分貝噪音，並設立施工圍籬，以降低工區周遭動物活動或覓食之影響。

(3)避免使用除草劑、老鼠藥等化學藥劑，以避免食物累積而影響高階消費者物種。

(4)本計畫區周界之淺水域環境，於秋冬季節時可能會有黑面琵鷺棲息及利用，因此為了避免施工期間對該物種產生嚴重干擾，於黑面琵鷺過境高峰期(約每年 10 月至隔年 4 月)在調查範圍有發現紀錄時，應降低室外工程施作強度，以避免本計畫工程對該物種之干擾。

(5)計畫區內填土工程應避開黑面琵鷺過境之高峰期進行(約每年 10 月至隔年 4 月)，避免於過境期間進行填土工程影響黑面琵鷺活動。

(6)由於本計畫區鄰近頂山地區之廢棄鹽灘地及魚塭，目前可提供穩定之食物來源及淺水灘地，黑面琵鷺過境期間，有不少黑面琵鷺在此棲息。黑面琵鷺保育學會長期於頂山地區進行該物種之族群數量監控，後續施工及營運期間，必要時將配合該學會進行黑面琵鷺族群量調查，並提供相關監測數據予該學會，以長期了解黑面琵鷺在鄰近地區之棲息情況。

(7)加強員工教育訓練，發現保育類野生動物不得任意騷擾或捕捉，並通知主管單位依野生動物保育法及其施行細則規定進行處理。

(8)保育類物種影響減輕對策如表 6-23。

表 6-23 保育類動物影響減輕對策

物種名稱	出現位置	保育對策
黑面琵鷺	1.本計畫調查並未發現 2.文獻紀錄分佈於台南市七股區及安南區，其中又以曾文溪出海口北側之十份里為主要棲息區，距本計畫最近尚有 10 公里，其次則為安南區土城及四草一帶	1.針對本計畫之計畫區及其周界 1 公里之鄰近地區，持續進行該物種族群監測調查，若施工期間記錄到物種活動於計畫區內，暫停所有室外工程施作，以避免本案工程對該物種之干擾 2.計畫區內填土工程應避開黑面琵鷺過境之高峰期進行(約每年 10 月至隔年 2 月)，避免於過境期間進行填土工程影響黑面琵鷺活動
黑翅鳶	鄰近地區上空	1.計畫區內產生之民生廢棄物應妥善集中整理，以避免誤食而影響其健康 2.避免使用老舊機具及運輸工程車，並經常維修保養，以降低噪音 3.設置施工圍籬，以降低對野生動物之影響 4.禁止使用化學藥劑(如除草劑及毒鼠餌料)，避免因食物鏈的生物累積，間接影響高階層之物種
紅尾伯勞	鄰近地區之草生地	
中華白海豚	1.本計畫調查並未發現 2.文獻紀錄白海豚活動範圍北界為苗栗龍鳳漁港，南界為將軍漁港	施工期間持續進行監測，以釐清排放口周界是否有其族群活動

(二)海域生態

1、施工期間

(1)設置沉砂滯洪池，工區內地表逕流及運輸車輛清洗廢水經沉砂後排放；施工人員生活污水集中收集後，委託合格之代清除處理業者清除，以降低對鄰近海域的影響。

(2)應採用耐腐蝕性材料作為取、排水管材，避免管線破裂造成污染。

(3)為確保海淡廠排放水稀釋，且避免影響潮間帶生態。

(4)限制船隻航行速度，臺灣西海岸中華白海豚在 5 分鐘單位時間最快瞬時速度約為 6.6 節，若海上施工船隻發現中華白海豚

活動，應降低航速，將船隻速度控制在 6 節以下，並避開中華白海豚群體的游動方向。

(5)施工方法應搭配海域環境狀況，考量對海域環境影響較小之工法以及低污染船隻和機具，如海面曳拉工法、海床開挖原土回填或定向鑽掘法...等，並設置污染防止膜，限縮挖掘造成的懸浮物體擴散範圍。

2、營運期間

(1)避免污水直接排放至承受水體,應經沉澱或過濾等水質處理，達標準後才可排放。

(2)取水工法採用直立式，降低取水時造成底棲動物成體撞擊或汲入影響。

(3)長期調查海域生態族群量，搭配海水監測結果，即時掌握海淡廠營運對海域環境影響程度。

第七章　綜合檢討

一、臺南海淡廠規劃成果彙整

綜合「臺南海水淡化廠可行性規劃－工程可行性規劃」（民國 100 及民國 101 年）執行成果以及民國 102 年度計畫補充調查與重新檢討成果，臺南海水淡化廠工程規劃成果歸納整理如表 7-1，並表內說明本計畫與前期計畫之差異。

(一)廠址

本計畫第一期每日 10 萬立方公尺用地面積約 6 公頃，全期擴增為每日 20 萬立方公尺，用地面積總共約 12 公頃。海淡廠之廠址規劃區位為臺南市將軍區七股鹽田，其座落地號為臺南市將軍區 0540 口寮段 0206、0207-1 地號，總面積為 23 公頃。

(二)開發規模

現有水源量以已核定之「臺灣南部區域水資源經理基本計畫」之曾文烏山頭水庫每日 29.8 萬立方公尺、南化水庫每日 49.6 萬立方公尺及玉峰堰每日 3.0 萬立方公尺，共計每日 82.4 萬立方公尺做為水源供給基準。新增水源包含：

1、海淡廠原規劃每日 10 萬立方公尺。

2、南化第二水庫每日 14 萬立方公尺。

3、臺南高雄水源聯合運用調度支援每日 7 萬立方公尺。

4、移用農業用水每日 16.3 萬立方公尺。

如不考量移用農業用水狀況下，其他三項新增水源加上每日 82.4 萬立方公尺水源供給基準，總計每日 113.4 萬立方公尺，則民國 120 年供水尚有餘裕;如南化第二水庫未能如期供應,則民國 120 年用水缺口每日 11.8 萬立方公尺。建議海水淡化廠由原規劃之每日 10 萬立方公尺擴增為每日 20 萬立方公尺。

表 7-1 臺南海淡廠規劃成果檢討差異比較表

項次	項目	前期規劃成果	本年度規劃成果
廠址	廠址區位	將軍區鹽田附近土地	—
	廠區用地面積	約 6 公頃	因應開發規模擴增為每日 20 萬立方公尺，檢討用地面積總共約 12 公頃
海淡廠工程	開發規模	最適開發規模為每日 10 萬立方公尺	分期開發，各產水規模為每日 10 萬立方公尺
	淡化處理程序	主要單元分為取排水系統、前處理系統（混凝膠凝搭配 UF 膜方式）、淡化系統（RO 膜）及後處理消毒系統	—
	進水條件	TDS <38000	—
	取水量	每日 27.7 萬立方公尺	分二期規劃，各分別為每日 27.7 萬立方公尺取水
	排水量	每日 17.7 萬立方公尺	分二期規劃，各分別為每日 17.7 萬立方公尺立方公尺排水。
	取水設施	取水方案： 陸域段約 2,940 公尺 海域段約 500 公尺	取水方案： 陸域段約 2,940 公尺 海域段因應濕地法延長至 600 公尺
	排水設施	陸域段約 2,940 公尺及海域段約 1,500 公尺，4 個架高排放豎管南北排列，距離各相距 150 公尺	陸域段約 2,940 公尺及海域段約 1,500 公尺（第一期）、2,000 公尺（第二期，減輕第一、二期排水相互作用而影響稀釋效果），4 個架高排放豎管距離各相距 15 公尺
	供水方式	直接併入自來水供水系統	第一期採麻豆新設混合池方案， 第二期採專管供應南科方案
經費成本	工程經費	1.海淡廠總工程經費 66.28 億元 2.採兩點直接併入自來水供水系統之工程費用約 17.28 億元 3.總工程經費共計 83.56 億元	1.海淡廠工程經費第一期 61.96 億元，第二期 61.29 億元 2.採麻豆混合池方案之工程費用約 16.84 億元，採專管之工程費用約 20.36 億元 3.總工程經費第一期共計 84.44 億元，第二期共計 88.56 億元
	造水成本	1.海淡廠單位造水成本為 31.15 元/立方公尺 2.兩點直接併入自來水供水方式之單位供水成本為 3.87 元/立方公尺	1.海淡廠第一期單位造水成本為 29.14 元/立方公尺，第二期單位造水成本為 29.03 元/立方公尺(不含輸水路線) 2.麻豆混合池方案供水方式之單位供水成本為 4.79 元/立方公尺，專管之單位供水成本為 5.60 元/立方公尺
興辦方式與推動期程	推動期程	第一階段：民國 108 年每日達 5 萬立方公尺供水量 第二階段：民國 110 年每日達 10 萬立方公尺供水量	第一期維持前期兩階段規劃供水期程，第二期每日產水 10 萬立方公尺之海淡廠則視用水需求滾動式檢討開發期程
	興辦模式	建議以採購法	第一期採統包，第二期專管供應廠商，建議採有償 BTO 方式辦理

(三)淡化處理程序

臺南海水淡化廠之淡化處理程序採用處理單元為取水（海水）與排水（鹵水）系統、前處理系統（混凝、沉降、過濾等傳統方式或薄膜方式）、淡化系統（逆滲透（RO）薄膜）以及後處理系統（消毒）等 4 個主要單元。以一段式（one stage）RO 系統、造水率 40% 設計，單套 RO 機組產水量每日 10,000 立方公尺，產水每日 10 萬立方公尺共 12 套（含 2 套備載），增加操作彈性，產水每日 10 萬立方公尺海淡廠之總 RO 膜支數由 9,984 支減少至 8,064 支，降低整體設置及操作費用。

(四)廠區平面配置

1、前處理設施

(1)混凝池

一般規劃設計建議水力停留時間至少為 1～3 分鐘，所需攪拌速度坡降 G=300～1,000 sec^{-1}，建議混凝劑為 $FeCl_3$，產水每日 10 萬立方公尺設置 10 座，單座尺寸為 4.2 公尺（長）×4.2 公尺（寬）×5.0 公尺（高）；10 座排列尺寸為 21 公尺（長）× 8.4 公尺（寬）× 5.0 公尺（高）。

(2)膠凝池

一般設計膠凝池 15～30 分鐘，所需坡降 G = 20～80 sec^{-1}，產水每日 10 萬立方公尺設置 16 座，水力停留時間 20 分鐘，單座尺寸為 8.0 公尺（長）×8.0 公尺（寬）×5.0 公尺（高）；16 座排列為 64 公尺（長）×16 公尺（寬）×5 公尺（高）。

(3)沉澱池

增加上浮膠羽間產生碰撞結合之機率，於沉澱池中設置之傾斜管，以加速沉澱作用，利用重力達到固液分離效果，傾斜板沉澱池設計之表面積溢流率 70~130 m3/m2/day。產水每日 10 萬立方公尺設置 2 座，表面溢流率 111 $m^3/m^2/day$，單座尺寸為 50 公尺（長）×25 公尺（寬）×3.5 公尺（高）；

2 座排列尺寸為 50 公尺(長)×50 公尺(寬)×3.5 公尺(高)。

2、UF 系統

UF 設計回收率以 95%預估,本計畫考量增加每套 UF 膜支數來降低管理難度，以各不同產水量機組排列方式進行備載量之擇定；最大廠水量每日 20 萬立方公尺，UF 出水量為每日 526,300 立方公尺，以回收率 95%計算，單套產水量約每日 18,850 立方公尺，共設置 34 套機組（含備載 6 套）分置於 2 廠房，每一廠房各設置 17 套機組（含備載 3 套)，每套需 336 支 UF 膜管，土建尺寸約 50 公尺（長）× 50 公尺（寬）× 13 公尺（高)。

3、RO 系統

本計畫規劃最大產水每日 20 萬立方公尺 RO 機組為一段式(one stage)操作，RO 造水率皆以 40 %設計，單套 RO 機組每日產水量 1 萬立方公尺，共 24 套（含 4 套備載)，檢討結果每套 RO 機組由每日 5,000 立方公尺提高至 10,000 立方公尺,RO 膜支數因機組整合、提高設計流通量，產水每日 10 萬立方公尺海淡廠之總 RO 膜支數由 9,984 支減少至 8,064 支,降低整體設置及操作費用。本計畫規劃仍維持 20%備載，增加操作彈性；產水量每 10 萬立方公尺之 RO 廠房空間需求為 60 公尺（長）× 50 公尺（寬）× 13 公尺（高)。

4、後處理系統

產水經礦化及 pH 調整，提高產水鹼度，採線上加藥，依視實際出水狀況調整 pH 值及 LSI，並採加氯消毒方式供水。

5、污泥處理

鄰近海域監測水質懸浮固體多在 3.4~23.7 mg/L，以進水條件 30 mg/L 設計、沉澱池去除效率 80%以及濃縮池去除效率 90%計算，估計每日最大產生污泥重量約為 49,852 公斤（含水率 80%計算)，帶濾式脫水機以進料率 800 kg/m-hr 推估需 8 台，產水 20 萬立方公尺之總污泥脫水機及暫存空間用地需求

面積約為 30 公尺（長）×50 公尺（寬）×10 公尺（高），廠房土建建議分為 2 座，每座以 10 萬立方公尺為規劃，污泥脫水機可依需求採購。

6、廢水處理

廢水來源主要為 RO 濃縮液及污泥濃縮池上澄液，排放水質懸浮固體物可符合海放標準，且一般海水 COD 濃度低於 10 mg/L，經過濃縮後，COD 仍可低於海洋放流水標準 300 mg/L，故可直接排放。

7、各儲存水槽

(1)原水調和池：產水每日 10 萬立方公尺設置 2 座，水力停留時間 1.6 小時，尺寸為 50 公尺（長）×34 公尺（寬）×6 公尺（高）；2 座排列尺寸為 50 公尺（長）×68 公尺（寬）×6 公尺（高）。

(2)緩衝水槽-I：勻化沉澱池後產水並作為 UF 超濾薄膜之緩衝槽，停留時間 38.66 分鐘，產水每日 10 萬立方公尺設置 8 槽，每個尺寸為 13 公尺（長）×13 公尺（寬）×6 公尺（高）；8 槽排列尺寸為 52 公尺（長）×26 公尺（寬）×6 公尺（高）。

(3)緩衝水槽-II：保持泵送海水進入逆滲透模組所需之穩壓狀態，停留時間 10.31 分鐘，產水每日 10 萬立方公尺設置 8 槽，每個尺寸為 3.6 公尺（半徑）×6 公尺（高），並應設置前置濾心。

(4)淡化水槽：停留時間 5.0 小時，產水每日 10 萬立方公尺設置 6 槽，每個尺寸為 25 公尺（長）×25 公尺（寬）×6 公尺（高）；6 槽排列尺寸為 90 公尺（長）×25 公尺（寬）×6 公尺（高）。

(5)廢水儲池：停留時間 2.2 小時，產水每日 10 萬立方公尺設置 4 槽，每個尺寸為 30 公尺（長）×25 公尺（寬）×6 公尺（高）；4 槽排列尺寸為 60 公尺（長）×50 公尺（寬）×6 公尺（高）。

(6)污泥濃縮池：停留時間 13.2 小時，產水每日 10 萬立方公尺設置 4 槽，每個尺寸為 10.5 公尺（半徑）×6 公尺（高）。

(7)藥品槽：本計畫規劃產水每日 10 萬立方公尺，共設 12 槽，包括酸鹼，膜抗垢劑，金屬氧化劑，次氯酸消毒劑等分開儲存，並設二次圍阻避免洩漏產生危害，每槽尺寸為 2 公尺（直徑）×3.0 公尺（高）。

8、其他公用設施

其他公用設施則應至少包括下列各項，並需提供廠區展示導覽功能：

(1)管理大樓（含水質檢驗分析室與展示說明區），員工宿舍，警衛室，維修工具間及停車場等。

(2)電氣室，緊急發電機室，空壓機室，控制室。

(五)廠區工程規劃

基地平均設計高程為 1.3 公尺，用地面積約 12 公頃，填土整地約 21.6 萬立方公尺。

(六)取水工程規劃

本計畫取水管線採用開放式取水工，取水規劃上最終全期以每日 20 萬立方公尺作為設計產水量，海淡廠取水量至少需每日 55.4 萬立方公尺，採分期開發模式，前後兩期取水管管徑各 1,900 毫米，取水管海域段 600 公尺，陸域段 2,940 公尺，取水方式採用離岸埋管式取水，取水口為開放式取水，並於岸上端設置取水井。離岸部分依海床地形鋪設至取水點，因取水量擴增，管線區域變大，建議施工前應辦理附近海域地質調查，俾利進一步評析工法。

(七)排水設施工程規劃

採用多點擴散方式，海淡廠排水量至少需每日 35.4 萬立方公尺，採分期開發模式，前後兩期排水管管徑各 1,500 毫米，海域段分別為 1,500 公尺及 2,000 公尺，陸域段均為 2,940 公尺，送至外海排放。離岸部分建議與取水管平行佈設，依海床地形鋪設至排水點，因排水量擴增，管線區域變大，建議施工前應辦理海域地質調

查，俾利進一步評析工法。排放口預定位置水深約 11.5 公尺，豎管間距為 15 公尺,架高排放豎管管徑為 350 毫米,高於海床 2.2 公尺；為避免凸出海床之排放豎管遭受破壞，於排放豎管週邊應設置永久性警告浮標。

(八)海淡水輸水管線規劃

本計畫建議分期開發，依據前期各輸水路線,第一期 10 萬立方公尺採併入麻豆新設混合池方案，第二期 10 萬立方公尺採專管方案。即海淡水從海淡廠經 1350 mm§專管輸送約 3.2 公里、1200 mm§專管輸送約 11.11 公里至新樓醫院國道 1 號高速公路東側，與自來水以 1:1 比例混合，最終併入自來水系統；第二期海淡水採壓力式輸送，透過約 27.20 公里專用管路，沿省道台 19 線經西港後穿越曾文溪銜接縣道 178、133，南科園區設置配水池再進行用戶端接管。上述建議之輸水方案僅供參考，未來仍視需要修正。

(九)鹵水回收再利用

根據國際海水淡化協會（IDA）統計，全球海淡廠約有 98%鹵水採直接排放，鹵水再利用因效益低極少海淡廠應用，目前鹵水再利用技術仍處於研究階段，僅有製鹽為現階段較為可行的應用方式，但製鹽產品經濟價值偏低，故現行鹵水再利用較不具商業應用可行性，惟部分鹵水可結合當地產業及觀光遊憩作進一步評估。近年台南地區推廣觀光，建議本計畫可朝跨域加值方向，如考量於鄰近沙灘設置海水浴場，利用鹵水設置泳池或海水泡腳池等休憩觀光，除回饋居民亦有助於觀光產業，提高整體效益。另亦可利用海淡廠排放水加以培養餌料性浮游生物及海藻養殖，提供附近之養殖漁業業者；此外，亦可以設置鹵水供水站，提供養殖業者使用。

(十)工程經費與年計成本

1、總工程經費

經本年度工程檢討結果，海水淡化廠各項工程經費估算將參照行政院公共工程委員會所編撰之「公共建設工程經費估算編列手冊」進行估算，分爲含輸水及不含輸水兩種情景。海淡

廠建造成本為：第一期及第二期含輸水時分別為 84.44 億元及 88.56 億元，不含輸水時分別為 61.96 億元及 61.29 億元。

2、產水成本

第一期及第二期含輸水時：年建造成本分別為 5.16 億元及 5.42 億元，年運轉成本分別為 7.05 億元及 7.05 億元；單位建造成本分別為每立方公尺 14.35 元及 15.05 元，單位營運成本分別為每立方公尺 19.58 元及 19.58 元，單位產水成本分別為每立方公尺 33.93 元及 34.63 元。第一期及第二期不含輸水時：年建造成本分別為 3.79 億元及 3.75 億元，年運轉成本分別為 6.7 億元及 6.7 億元；單位建造成本分別為每立方公尺 10.53 元及 10.41 元，單位營運成本分別為每立方公尺 18.62 元及 18.62 元，單位產水成本分別為每立方公尺 29.14 元及 29.03 元。

(十一)整體期程

臺南海水淡化廠興辦作業始於民國 96 年辦理調查規劃，歷經民國 100、101 年辦理可行性規劃，民國 102 年辦理海域環境調查及計畫推動，民國 103 年辦理環境影響評估並刻正進行中。建議第一階段供水時程仍為民國 108 年，第二階段供水時程則為民國 110 年。而後續產水規模每日 10 萬立方公尺之海淡廠則視用水需求滾動式檢討開發期程。

二、後續待辦及協商事項

(一)待辦事項

臺南海淡廠之開發規模，於政策面上初擬由原每日 10 萬立方公尺規模海淡廠擴大增加產水量，相關規劃內容之檢討成果將納入未來環評送件報告內作更完整之評析，使環評作業可依海淡廠擴大增加產水量之規模送件。完成環境影響評估作業後，應進一步進行地方溝通與宣導、計畫報核與報院審議流程等各項工作，因此建議後續工作依辦理優先順序分為二階段排序如表 7-2 所示。

表 7-2　第一期海水淡化廠後續辦理工作建議

先期作業	工程實施
●地方溝通及宣導 ●替代計畫研擬 ●計畫報核 ●計畫核定取得預算	●用地徵收取得 ●廠址地質調查 ●海域地質調查 ●相關工程配合施作檢討 ●工程施工與驗收 ●操作與營運

在權責分工方面，前後兩期可能為不同興辦主體。先期作業尚有地方溝通及宣導、替代計畫研擬、計畫報核、計畫核定取得預算；如順利取得預算進入工程施工，建議須進行廠址地質鑽探、取排水陸域段管線試挖、海域地質調查等。第一期海淡廠以政府採購採統包方式辦理，統包工程興建含代操作。第二期產水每日 10 萬立方公尺之海淡廠則視用水需求滾動式檢討開發期程、興辦主體及方式。

本計畫 101 年度雖已完成於臺南海水淡化廠址地質鑽探分析，但因應規模擴大導致用地需求增加，後續應補充額外用地之地質鑽探分析。取排水管線係參考歷史資料、取排水設施外業補充調查作業海域底質調查結果以及地形水深斷面侵淤情形規劃。陸域段沿用既有規劃路線，其中有台電電桿分佈，預計對於施工期間地下管線對於取排水路線影響不大，惟設計時仍需辦理管線試挖，避免未知管線於施工上增加困難度，並確認既有地下管線位置。另計畫廠址海域過去未有海域地質調查，因取排水量擴增，海域段管線區域變大，建議未來如施工前須再進行附近海域地質調查。後續輸水路線方案確定後，須進一步辦理管線試挖、混合池或專管配水池用地取得等事宜。

(二)協商事項

針對用水戶對於海淡水水質恐有所疑慮，對於地區水質有特別要求；故不論是公共用水或是專管供應，應對於用戶端召開說明會進行說明，並對於海淡水水質、自來水水質及混合後水質做為比較。另外輸水路線應持續與自來水公司進行協商，取得最大共識，

以利大臺南地區整體供水管網系統之調配運用；並且針對南部地區之水資源調度運用再做為整體性規劃，整合臺南與高雄地區用水，以多元方式供水，避免過於依賴單一水源。另因臺南海水淡化廠第一期及第二期恐因興辦主體不同，應再滾動式檢討第二期之開發期程及興辦方式，並將後續相關介面及權責釐清明定。

參考文獻

參考文獻

1. 三宅貞祥，原色日本大型甲殼類圖鑑（Ⅰ），保育社，民國 71 年。
2. 三宅貞祥，原色日本大型甲殼類圖鑑（Ⅱ），保育社，民國 72 年。
3. 山路 勇，日本海洋浮游生物圖鑑，民國 73 年。
4. 行政院環保署，「臺南縣海域環境監測及海污緊急應變計畫」，民國 98 年。
5. 行政院環保署，「臺南縣海域環境監測及海污緊急應變計畫」，民國 99 年。
6. 沈世傑主編，台灣魚類誌，國立台灣大學動物學系印行，民國 82 年。
7. 邵廣昭、陳靜怡，魚類圖鑑，遠流出版事業，民國 93 年。
8. 莊文傑、蔡丁貴、江中權，潮流數值模擬邊界條件之設定，2001 海洋數值模式研討會論文集，交通部運輸研究所港灣技術研究中心，16-1~16-31，民國 90 年。
9. 經濟部水利司，「金門、馬祖二地區海水淡化可行性規劃與環境影響評估」，民國 85 年。
10. 經濟部水利署，「民間參與馬祖海水淡化廠先期計畫書」，民國 95 年。
11. 經濟部水利署，「民間參與金門海水淡化廠可行性評估」，民國 95 年。
12. 經濟部水利署，「民間參與桃園海水淡化廠可行性評估」，民國 96 年。
13. 經濟部水利署，「強化台灣西南地區因應氣候變遷海岸災害調適能力研究計畫(1/2)」，民國 99 年。
14. 經濟部水利署水利規劃試驗所，「現階段海水淡化推動計畫(1/2)」，民國 91 年。
15. 經濟部水利署水利規劃試驗所，「海岸水文氣象年報(90 年)－將軍測站(1979～2001)」，民國 91 年。
16. 經濟部水利署水利規劃試驗所，「海岸開發後對地形變遷影響機制分析研究(鰲鼓至曾文溪口)總報告」，民國 94 年。
17. 經濟部水利署水利規劃試驗所，「臺南海水淡化廠調查規劃」，民國 96 年。
18. 經濟部水利署水利規劃試驗所，「台南海岸復育規劃」，民國 96 年。

19.能邦科技顧問股份有限公司，「以海水淡化供應水資源之環境承載分析與發展研究總報告」，經濟部水利署水利規劃試驗所，民國 98 年。
20.能邦科技顧問股份有限公司，「台南海水淡化廠可行性規劃－工程可行性規劃(1)」，經濟部水利署水利規劃試驗所，民國 100 年。
21.能邦科技顧問股份有限公司，「台南海水淡化廠可行性規劃－工程可行性規劃(2)」，經濟部水利署水利規劃試驗所，民國 101 年。
22.經濟部水利署水利規劃試驗所，「台南海水淡化廠可行性規劃－海域環境調查及計畫推動」，民國 102 年。
23.經濟部水利署水利規劃試驗所，「台南海水淡化廠可行性規劃－環境影響評估」第三次期中報告，民國 104 年。
24.經濟部水利署第十河川局，「南竿三期海水淡化廠新建工程」，民國 100 年。
25.經濟部能源局，「全國長期負載預測與電源開發規劃摘要報告」，民國 103 年 12 月。
26.港灣技術研究中心，「港灣海氣地象觀測資料年報（海流部分）」，民國 99 年。
27.國內海淡廠前處理單元之效能評估–建立以 SDI 為基礎之分析,楊惠玲等，民國 101 年。
28.環境影響評估法，民國 92 年 01 月 08 日。
29.海洋污染防治法，民國 89 年 11 月 01 日。
30.水污染防治法，民國 96 年 12 月 12 日。
31.開發行為環境影響評估作業準則，民國 100 年 10 月 07 日。
32.國家公園法，民國 99 年 12 月 08 日。
33.漁業法，民國 102 年 08 月 21 日。
34.漁業權補償基準，民國 92 年 10 月 15 日。
35.行政院環境保護署，海洋生態評估技術規範，中華民國 96 年 08 月。
36.Overview of desalination plant intake alternatives - (white paper 2011)
37.Li, H.W. (1987),"A Numerical Predictive Model of Tides in the Seas Adjacent to Taiwan". Proc. The National Science Council. Part A: Physical

Science and Eng, Taipei, Taiwan, 11(1), 74~89.

38. Voutchkov, N. (2010). Considerations for selection of seawater filtration pretreatment system. Desalination. 261, 354–364.

附錄

附錄一

歷次審查意見及辦理情形

經濟部水利署水利規劃試驗所　會議紀錄

壹、開會事由：「臺南海水淡化廠興辦計畫檢討與環境生態補充監測」工作執行計畫書審查

貳、開會時間：民國 104 年 8 月 26 日(星期三)上午 10 時 0 分

參、開會地點：本所霧峰辦公區 A4 會議室

肆、主持人：周研究員志芳

伍、記錄人：李啟瑞

陸、出列席單位及人員：(詳會議簽名冊)

柒、主持人致詞：(略)

捌、業務單位報告：(略)

玖、報告事項:艾奕康工程顧問股份有限公司簡報(略)

拾、討論意見：

一、張委員添晉(書面意見)

(一)第 1-9 頁鹵水放量及排水方式，內文提及「以平均產水率 36%估算設計，鹵水排放量至少 17.7 萬立方公尺。排水位置及型式則參考國外海淡化廠鹵水排放設施配置案例，採用多點排放型式可獲致較佳稀釋結果，並降低鹵水排放可能之影響」其中，如參考國外海水淡化廠鹵水排放設施配置案例延伸應用於我國臺南開發環境是否合適採用「多點排放型式」?

(二)同上，如採「多點排放型式」數量多少較為何宜?建議補充「多點排放型式」之相關規劃管理說明及設計圖。

(三)本計劃工作項目與內容提及將執行基本資料蒐集與分析，其中內容說明掌握水資源規劃報告及自來水廠供水資訊等現況，但承 2 內文有提及採參考國外海水淡化廠鹵水排放設施配置案例，此份報告內容尚未說明有關國外之相關案例，建議補充說明之。

(四)第 2-28 頁海淡廠鹵水排放之擴散模擬，此份模擬係以每日 20 萬立方公尺產水情況下之鹵水排放擴散進行模擬，模擬內容是否過於理想化?有鑒於「求得大範圍水動力變化(流速與水位變化)」流程，如與既有資料比較結果得知為不合理時，將返回檢討「二維水動力模式」，建議補充說明發生何者情況下時將返回檢討率定水動力模式參數。

二、簡委員連貴(書面意見)

(一)本案臺南海水淡化廠興辦計畫檢討與環境生態補充監測，主要係擴大增加產水量至每日 20 萬立方公尺，為原開發規模一倍，重新檢討相關規劃內容及延長場址生態之監測調查，實有其必要性。

建議應加強說明本次調整計畫規模之必要性、合理性，及其廠址範圍及管線鋪設範圍之調整與監測調查之相關性。

(二)因應今年海岸管理法及溼地保育法公告實施，應補充相關上位計畫環境敏感區空間分布與本計畫之相關性及區位適宜性。

(三)p.1-8，為避免近岸埋設管路曝露至海床上受浪流作用，灘線附近管路埋深至少 2 公尺，碎波帶內管路埋深至少 1 公尺。碎波帶波浪作用能量大，應在檢討說明設計考量之適宜性，以確保管線安全。

(四)p.2-4~2-5，廠區地質地層剖面圖顯示；地表下 7m，SPT-N 值約為 7~9，屬軟弱地盤，應評估在地震及波浪作用下土壤液化潛能及重要設施基礎承載穩定、地層沉陷分析，及其因應對策。

(五)海域段管線延長，應進行海床地質調查及評估取水口地形受波潮流作用之穩定性及地形變遷趨勢，以評估其管線安全。

(六)取、排水工程規劃建討執行構想及方法，目前採平行佈設，海域段則由原規畫 0.5 公里延長為 0.6 公里，建議應有不同方案比較評估分析。

(七)鹵水應有再利用可行性之評估研析。

(八)鹵水擴散模擬，模擬條件應考量區域海象波潮流作用(含颱風暴潮)之影響，研擬取水與排放區位不同方案比較分析。

(九)環境生態補充監測調查，包括 2 季次之路愈生態及海域生態，請說明與前期監測調查之差異分析(項目、範圍、方法及頻度內容)，另建議海域水質監、底質沉積物測調查應納入考量。

三、溫委員清光

(一)本開發計劃為大型計劃，環評對環境背景資料要求至少一年以上，本期生態調查為秋冬季，其他兩季是否已經調查或未來會再繼續?

(二)本計劃對海域生態影響較大，尤其對鄰近魚場的影響以及對漁民生計的影響，請加強評估。如鹵水排放管對捕魚影響，請加以注意。在陸域生態方面，除了一般調查外，也請注意對鳥類的調查與評估。

(三)環評報告書最後要有替代方案，建議生活污水廠放流水做為本計劃的替代方案。因本計劃海淡水的供給量 10 萬 CMD(或擴增到 20 萬 CMD)，因為台南市的工業用水量大約 20~30 萬 CMD，各工業區周邊城鎮污水廠放流水，再生供給各工業區的用水，具有成本的優勢，例如：柳營污水廠，放流水可供給柳科工業區，南科周邊的永康污水廠、善化污水廠、鹽水污水廠供給南科工的用水等。

四、陳委員昌佑

(一)P2-12 指出至 120 年時需水量已下降，若只為應付這 10 年間之需求，而增加海淡水之產能，是否為最佳選擇?而民國 110 年之 20 萬噸缺口又如何解決?

(二)鹵水擴散模擬，因海淡產能增加，未來營運階段之鹵水量及濃度對海洋生態之影響，是否已先進行生態影響之預估?

(三)本計劃之擴增主要考量為工業園區，因擴增而造成之環境影響，如何能通過環評之審核?

(四)建議海淡廠增設節能設施?

五、水利署水源經營組(書面意見)

(一)本案所產海淡水質是否符合 P2-14 所述臺南科學園區或樹谷園區等潛在用水大戶園區廠商用水標準，尤其南科廠區部分晶圓製造業對於含硼問題有疑慮，宜請釐清敘明。

(二)P2-22 第 3 行及 P2-23 第 3 行所述整廠平均產水率 40%(似誤繕，應為 36%)。另由於需求產能較原規劃增加 1 倍，清水端的管線佈設、管網水利分析等應有調整，應請補述。

(三)環境生態補充監測調查為本案工作項目之一，爰請就同案先前已辦理之環境生態監測調查成果進行摘述。

六、水利署南區水資源局 楊正工瑞隆(書面意見)

(一)P1-9，以平均產水率 36%設計，鹵水排放量至少為 17.7 萬，與 P2-22 及 P2-23 敘述不同，請釐清。

(二)P2-5，為保護取水管、排水管等結構物，釐清相關權責，建議在適當海域位置、設置海象（波浪、海潮流…）監測站、長期自動且連續觀測資料，以供未來糾紛事件、權責釐清之需要。

(三)P2-9，海域段施工方式，請廣為蒐集各種工法如水平導向鑽掘工法（簡稱 HDD）或其他工法。

(四)P2-18，本案淡化處理程序及後續環評規模，究採產水規模 10 或 20 萬立方公尺，請釐清。

(五)P2-23，海面下取排水管結構設施，須特別考量陡峭地形易受波浪正面作用衝擊之影響，而遭受破壞。取水工設置點需考慮潮汐、海水水質條件、海床狀況及地質結構與海象條件。

(六)P2-25，3.規劃內容，請修正為取排水管線佈設規劃檢討，工作內容並應進行管線佈設檢討，如排水管及取水管佈設方式與原規劃佈設方式之檢討說明。

(七)P2-27，輸水路線首要條件是否為經濟因素，考量國內實際執行經

驗，經濟因素往往非第一要素，請進一步檢討分析。

(八)P2-34，興辦方式檢討，建議將 P2-41 營運管理規劃章節納入一併檢討。

(九)P2-40，章節字體大小不一，請修正。

(十)P2-47，請補述佈設之海域生態調查點位之理由。

(十一) P3-3，表 3-2 查核點 104 年 12 月 15 日與表 3-1 不符請檢討。

七、自來水南區工程處 蔡工程師慶祥

(一)有關本案納入台南自來水系統之影響，說明如下：

1. 此區域供水係由南化淨水場以其優勢之操作水頭(高程採重力式送水至本區及高雄地區供水)，無須再加壓操作。
2. 若配合海淡廠輸送至新設混合池，以混合池之高程需再設置抽水機加壓供水，勢將耗損位能，並改變現有操作模式，不符節能減碳政策。另若以開發規模 10 萬 CMD 海水淡化廠則需設置 5 萬 CMD 容量之混合池估算（池深以 5m 計）其面積需求至少 12,000 m2 以上，就台南地區而言用地取得困難，若擴增至 20 萬 CMD 海淡廠，則混合池用地取得將更為困難；由於配合混合池之設置，除需新設進、出水管及送水專管外，由於供水操作模式、送水方向與現況相反，致須變更現有管線口徑及辦理管線汰換，依現有道路已佈滿地下管線施工困難外，勢將增加龐大經費，並對供水區產生大幅之衝擊影響。

(二)以本公司立場而言，海水淡化廠屬耗能產業不具經營投資效益，未來若納入台南供水區亦將對該區送水及操作造成重大衝擊，須改變目前臺南地區供水系統行為、影響現有營運操作，基於操作模式、營運成本、用水安全、民情向背等因素考量，若欲推動應落實使用者付費原則，要求用水人分攤相關費用，為較可行之推動方式。

(三)本案經本公司總管理處審核「臺南海淡廠納入臺南供水系統營運之可行性評估檢討分析」報告，建議以專管供應工業區以滿足工業用水缺口。

(四)簡報第 13 頁輸水管線供水規劃其一採專管供應南科部分，由以目前南科已與嘉南水利會簽訂用水契約，建議增列供應其他工業區。

(五)簡報第15頁台南地區公共給水系統水源供需現況修正圖建議納入曾南烏計劃(台南高雄聯合調度工程計劃，北送之水量及南科移用農業水量)。(查目前台南地區用水量，比照修正圖其需水量，水利署推估有超估)

八、自來水公司工務處 李副處長春銓

(一)因應水價長期無法調整及公務預算補助無法到位，基於使用者付費原則，還是要求專管專送需求工業區，不併入目前供水系統。

(二)多重水源開發取代，永康汙水處理廠第一期 2011~2016 年，供應水量約 29,000CMD，以及安平汙水處理廠 2019 年，供應水量約 60,000 CMD。

(三)1+1 模式獨立開發備源 UF、RO 不足，無法達到設計量 100,000 CMD。

(四)取水管一次到位分兩管施作，排水管一次到位二期共用。

(五)計劃要考慮到回饋金。

九、 自來水公司 蔡組長文魁

(一)社會接受度：本計劃規劃海淡水透過佳里加壓站混合池，混合後供送至自來水管往之方式似有不妥；以宜蘭清洲淨水場為例，水質的改變(僅適飲性)地方已揚言不排除抗爭，且規劃之供水區尚有食品加工業，故為避免用戶對水改變衍生相關問題，本公司主張以專管供送工業區或科學園區為宜。

(二)需求面分析：本計劃引用經濟部水利署民國 100 年南部水資源經理基本計劃資料，惟供應面與需求面近年已改變（如：曾南烏計劃高雄支援台南、再生水等），建請更新。另 98 年莫拉克颱風造成供水能力降低至 10 萬 CMD，如何求得亦建請補充說明。

(三)政策面：政府現倡導多元水資源開發，且社會漸已成共識，加上需求端係工業用水，故為南部區域供水穩定，建請將「再生水」納入評估。

十、 台灣自來水第六區管理處 陳工程員隆瑋

(一)建議以專管供應工業區以滿足工業用水缺口。

(二)建議避免將海淡水併入現有自來水管網系統，因操作模式、用水安全、民情疑慮等問題，有可能會增加本單位人員工作負荷量。

十一、 台南市水利局 張正工東興

(一)本案海淡廠計劃檢討由 10 萬擴充至 20 萬 CMD，重點應放在擴充增加取水方式，致鹵水達到環境容許標準之程度範圍、廠區規模、經濟成本與最終增加之量如何併入運用方案，及後續對環境影響需增加之環境生態補充調查於工作目標與範圍項目內容，已含括初步要件。

(二)再擴充增加 10 萬 CMD 之目的及理由應加強說明其必要性（政策面、穩定度?氣候變遷影響）。

(三)增加 10 萬 CMD 開發採用一次到位，或 1+1 方式，建議考量(1)用水需求（對象及時程）(2)增加區域用水調配穩定性（台南高雄串

聯運用）(3)經濟規模(4)工程配置擴建之難易程度等因素考量。

(四)取排水規劃檢討，應於執行計劃說明取水、排水需達或想要到達之水質環境標準，最小影響範圍於本計劃用何方法予以檢討配置。

(五)廠區配置建議應描述符合之規範或現況可能設置業界設備條件；而非以參考何教科書等環工書籍設計之交代過（第 2-19 頁）。

十二、 本所 蔡課長展銘(書面意見)

(一)本案於民國 100 及 101 年陸續完成工程可行性規劃工作，惟均定位為 10 萬 CMD 產水規模，本計畫係配合水利署南區供水政策曾為 20 萬 CMD 產水規模之檢討，故建請應將原已完成之可行性規畫主要內容列表呈現，並據以檢視及必須修改之規劃內容。環境影響評估工作（包括評估、調查及作業）亦請比照辦理。

(二)本案業於環保署網站登錄在案，惟如今產水規模已增加 1 倍（即由 10 萬 CMD 曾為 20 萬 CMD)，如何處理前揭登錄資料。

(三)本計劃（因產水規模倍增）鹵水排放相關事宜（如數值模擬，配合調查及漁業權範圍)，應請妥處及盡早提出策略。

(四)本案供水對象（原為民生及工業）是否調整或研議，應請提出說明及其研擬成果，以利對外(地方、民眾或相關機關)說明。

十三、 本所水資源規劃課

(一)建議放個臺南海淡廠歷年規劃工作項目一覽表

(二)P2-12 用水需求調查中趨勢中成長之每人每日生活用水量為 284 公升有高估之情形，請敘明引用來源或依據

(三)在潛在用水戶用水需求中只有看到分析工業的潛在用水需求，並沒有看到分析民生水需求與 P2-3 圖 2-2 的工作流程圖不符，建議增加分析民生用水需求才能符合實際狀況

(四)P2-22 說鹵水排放口位置與取水口位置應保持至少 1 公里以上,與 P2-25 取排水管線…排水管線維持原規劃 1.5km 而取水管延長為 0.6km 取排水口位置相差 900m 而已是否相矛盾

(五)取水管線延長至離岸 0.6km 處其所考慮之因素請加強說明

(六)鹵水模擬的二維或三維平均模式中其動量方程式中是否應該要考慮潮汐的作用力

(七)溫度鹽度現況資料應如何取得?數值模擬的範圍大概是多大模擬時間多長?

(八)式 2-17 請說明參數 L 代表的什麼請補充

(九)沿岸流的邊界條件如何設定?

(十)如何由大範圍區域分階段計算至小範圍區域建議加強說明

（十一） 該模式所使用的網格為結構網格或非結構網格?請加強說明

（十二） 鹵水擴散模擬的結果應如何驗證請說明

（十三） 是否可加強模式的參數及邊界設定等的介紹

（十四） 此模式是否有考慮風吹流、波浪質量傳輸速度及潮流等因素

（十五） P2-47 圖 2-25 與上面的文字敘述點位的位置並不相同

（十六） 圖 2-22 應為 8 月底或者 9 月初

（十七） 應加強本計畫取排水路線之管線與地質資料蒐集與前期 10 萬 CMD 規模的資料蒐集的差異並說明蒐集的目的。

（十八） 處理程序配置應比較 10 萬 CMD 與 20 萬 CMD 的流程差異,分別畫出 1+1 模式開發情境及一次到位開發情境的處理流程圖與配置圖，並比較其差異。

（十九） 輸水方案規劃檢討應把一次開發情境與 1+1 模式開發情境的輸水路線畫出來做比較。

（二十） 環境生態補充監測調查部分應說明與前期監測調查之差異分析(項目、範圍、方法與頻度內容)，而期程規劃應放在簡報環境生態補充監測調查部分的最後面說明。

拾壹、綜合決議：

一、 本計劃工作執行計畫書審查原則認可，請艾奕康工程顧問有限公司參酌各位委員及各單位代表意見修正工作執行計劃書乙式 3 份，於民國 104 年 9 月 9 日前送達本所核備，並於期中報告書中列表具體回應審查意見之處理情形。

二、 請加強說明本次產水規模調整之必要性及合理性，以及廠址範圍及管線鋪設範圍調整與環境生態補充監測調查之相關性。

三、 海淡廠開發規模調整係指一次到位或 1+1 模式開發請考量其影響因子，評估規劃其適當之開發期程及工程之配套措施。

四、 請檢討評估說明取排水管線設計受海床地質、波潮流作用及海岸地形變遷之影響，廠區受地震土壤液化之影響，研擬其處理措施，以確保管線及廠區重要設施之安全。

五、 取、排水管線布設檢討規劃請研擬不同方案評估分析其優劣，再選定較佳之方案。

六、 期中報告繳交期限訂於民國 104 年 9 月 30 日。

七、 廠商請本所協助事項，請水源課配合辦理。

拾貳、散會(下午 12 時 00 分)

經濟部水利署水利規劃試驗所　會議紀錄

壹、開會事由：「臺南海水淡化廠興辦計畫檢討與環境生態補充監測」期中報告審查

貳、開會時間：民國 104 年 10 月 22 日（星期四）下午 2 時 0 分

參、開會地點：本所霧峰辦公區 A4 會議室

肆、主持人：周研究員志芳

伍、記錄人：李啓瑞

陸、出列席單位及人員：（詳會議簽名冊）

柒、主持人致詞：（略）

捌、業務單位報告：（略）

玖、報告事項:艾奕康工程顧問股份有限公司簡報（略）

拾、討論意見：

一、彭委員紹博

(一) 為利海淡廠鹵水回收利用，建議本案取水工採滲流式取海水，藉由深層砂濾取得潔淨海水，減少加藥；亦或配合七股鹽場原有海水貯水池開放取水後，設置砂濾設施取得潔淨海水，以利海淡廠之鹵水進行回收利用。此外，鹵水礦物質含量高，適合養殖活餌料供七股、北門龍膽石斑餵養使用。

(二) 臺南市政府水利局推動永康水再生計畫，多次與台積電等潛在用水戶研商供水水質，台積電對硼含量要求須小於 0.1 mg/L，後續除硼設備及每度海淡水增加成本，建議初步估算以利與潛在用水戶協商。

(三) 海岸法施行後，營建署刻正訂定相關子法，據悉將就海岸相關排放設施要求提送審議；相關行政審查程序，建議本計畫預為研析。

(四) 有關海域生態調查部分，建議就鹽度對鰻苗、蚵苗之影響，俾研擬對策減輕對七股潟湖，此地潟湖主要經濟養殖事業之衝擊。

(五) 鑒於海水進水溫度直接影響產水率，為降低海淡造水成本，建議本計畫研析運用七股地區充裕之日照，以太陽能加溫提高海水進水溫度，俾提升產水率。

二、張委員添晉（書面意見）

(一)案由一針對「臺南海水淡化廠興辦計畫檢討與環境生態補充監測」進行探討，廠商表示如在民國 120 年不考慮農業用水且南化二庫未能如期供應，用水缺口約 11.8 萬 CMD，考慮用水缺口及備源水量下，建議開發規模由原 10 萬 CMD 擴增至 20 萬 CMD，開發期程則建議原規劃 10 萬 CMD 維持前期的時程規劃，而擴增之 10 萬

CMD 後續滾動式檢討並視興辦主體用水時程酌修，擇定開發時程。根據 P.3-29 綜合評估之表 3-18 產水每日 20 萬立方公尺之海水淡化廠開發模式比較，「1+1 模式開發」於開發工程上有較高機動性，且可採不同配置方式，兩期可為不同興辦主體，工程擴建上彈性較大；採取「一次開發」優勢乃就備源量及多元開發水資源之角度，用水調配運用度較高，且因部分工程配置可一次性施作，可降低部分工程成本，然因配置規劃需一次到位，未來在擴建上若要更改配置則有一定的困難度；經評估後認為「1+1 模式開發」於「一次開發」更為適合。然本文中尚未針對「1+1 模式開發」缺點做改善規劃，該模式區域用水調配穩定性，若遇大乾旱期，短期可供水量恐不足，需藉調配其他水源供應；針對供水不足之說，建議詳細說明因應辦法。

(二)案由二探討「取、排水工程規劃檢討與鹵水擴散模擬之初步成果」，綜合地理環境、取水規模、影響環境範圍、施工難易度以及維護更新成本等因素，確立本計畫將延續前期規劃，採直立式取水。由表 4-1 不同取水形式實際案例比較可知，開放直立取水之取水水質，非溶解性固體（Suspension Solid）較高，取水工程僅設立粗攔污閘；相較於滲流式取水之取水程序較為簡陋，建議詳細說明該工程取水後是否針對水質優化另行處理。另文中開放直立式取水之名詞撰寫並未統一，建議修正以利審查者辨識。而鹵水模擬初步成果顯示二開發案考量波浪及潮汐影響，高鹵水排放最大影響距離約離排放口 300~400 公尺處，對海域鹽度之增量僅 0.87 %。且其排放鹵水濃度量質僅 34.8 psu，顯示海域自淨能力優越；針對二情境相比，方案二多一組排放口可分擔排放水量，加上排放口屬深水區域，海流流速大，相對稀釋能力較優異；惟負擔及維護之建造成本增加，建議針對此部分於會議深入探討。

(三)案由三「第一次環境生態補充監測調查初步成果」之提案，廠商提出陸域生態調查範圍主要以計畫基地及周邊 1 公里範圍與取排水管線周界 1 公里；海域生態測站包含潮間帶 3 點及亞潮帶 6 點。根據圖 6-1 陸域生態調查位置圖與圖 6-2 海域生態調查位置圖，明顯看出二者排水管線繪製上有差異，建議重新檢視修正。另第一次海域生態調查成果，建議盡速完成數據分析，以利委員協助探討。

三、簡委員連貴（書面意見）

(一)本案期初報告審查意見，大致已有回覆，應納入後續計畫辦理。

(二)應利用圖示說明本計畫範圍及管線鋪設，與七股國家重要濕地區位之相關性，及因應濕地範圍進行管線工程區位調整，應納入期末報

告評估說明。

(三)廠區地質地層剖面圖顯示；地表下 7m，SPT-N 值約為 7~9，屬軟弱地盤，在最大考量地震下液化潛能指數 PL 值介於 10.05~22.57 之間，屬中至嚴重液化損害程度，建議應考量液化潛能空間分布與土地利用之規劃考量，以確保建議及相關設安全，及降低地盤改良成本。

(四)今年 2 月 4 日海岸管理法已公告，本計畫位區可能屬海岸地區範圍，建議應依海岸管理法相關規定（海岸防護區、海岸保護區等）檢討及因應對策。

(五)應評估在地震及波浪作用下土壤液化潛能及重要設施基礎承載穩定、地層沉陷分析，及其因應對策。

(六)海水淡化之鹵水擴散模凝，請補充模式相關海域環境波潮流之參數考量及選擇，另取水口應將海岸地形變遷模擬納入評估考量。

(七)環境生態補充監測調查結果與研析，後續應與前期相關環境監測調查結果比較分析。

四、溫委員清光

(一)在台灣南部區域水資源經理計畫圖（圖 2-1）中未看到高屏攔河上游堰右岸 10 萬 CMD 的伏流水的供給量。同樣在圖 2-2 及圖 2-3 臺南地區自來水供需圖中未看到永康污水再生供給工業用水的數據 1.5 萬 CMD。

(二)臺南地區人口成長幾乎停頓，民生用水幾乎沒有增加，所增加之用水主要來自工業，若考量經濟性，應考慮污水再生，供給工業用水的規劃。

(三)從圖 4-24 及圖 4-25 鹵水擴散情形，看起來好像擴散不是很好，請選用擴散較好的擴散管。

五、陳委員昌佑

(一)P.1-20 所述工期規劃，第一期為 108 年，目前已近 104 年底，故距 108 年僅 3 年，此時程規劃是否合理及合宜?請補充說明。

(二)P.3-15 前處理方式中以 $FeCl_3$ 為混凝劑，但此法易殘留 Fe^{+3}，後續薄膜系統是否會受其干擾?另混凝後所產之污泥處理亦會成為海淡廠之成本，是否有列入考慮?

(三)前次意見中，對鹵水於排放點之生態影響模擬，是否能於期末報告中補充。

(四)未來產水後，主要供應民生及工業，但可能會與既有自來水混合，但就 P.3-3 針對海淡後水質預估，TDS < 500 mg/L 又 Cl^- < 250 mg/L 皆可能不符工業用途（部分產業），對此，是否需再提升海淡後水

質之標準?

六、水利署 李正工程司椋蒼

(一)由於臺南地區豐枯明顯，豐水期間水庫等地面水源豐沛，枯水期水源不足，對於海淡水需求較為迫切，爰請承辦廠商協助主辦單位（水規所）了解，對於豐水期海淡需求降低，研究規劃較佳之招商與營運策略，以降低營運成本。

(二)相較過去規劃，本次規劃的 RO 系統由過去每套 5,000 CMD 上修為 20,000 CMD，除有利於維護管理外，對於營運成本是否有降低。

(三)海淡的處理除 RO 法外，國外上有蒸餾法與多閃化法等，報告中似未有評估及說明未採用原因，請補充論述。

(四)南科臺南園區因廠商擴產，於 103 年核定終期用水由原 20 萬 CMD 上修為 25 萬 CMD，臺南區域用水較 101 年「水資源開發利用總量管制策略推動報告」之 120 年 111.2 萬 CMD 需再增加 5 萬 CMD，請查明修正。

(五)鑒於臺南地區因相關產業用水成長迅速，且傳統水庫水源開發阻力大，不確定風險高，爰臺南海淡擴大產水規模有其必要性，請加強補充論述。

七、水利署南區水資源局 楊正工程司瑞隆（書面意見）

(一)P.1-23，表 1-10 規劃成果彙整表，有關本計畫檢討內容，請依本報告實際檢討成果填列，不僅以「因應開發規模擴增重新檢討」回應。

(二)P.2-7，曾文水庫及南化水庫請補述莫拉克造成淤積後之庫容量。

(三)P.2-11，本計畫選用何種民生需水量做為計算基準，除比較合理的每人每日用水量外，報告完成之時間點亦請予以比較考量。

(四)P.2-20，既有取排水路線之管線與地質資料蒐集與檢討，建議列表說明或補述檢討之成果，以了解完成檢討之內容。

(五)P.3-2，文中「…建議 105 年為擴增產水量供水時程…」，請說明其語意為何?

(六)P.3-27，如表 3-9 所列，應為表 3-17。

(七)P.2-29，本計畫備載容量採 20 %之理由請補述。

(八)P.4-18，取排水路線規劃海域段外延伸 600 米，主要因應降低對濕地的影響，為何是 100 米理由請說明。

(九)P.4-22，第一段文中表 4-2 及表 4-3 應為表 4-3 及表 4-4。

(十)P.4-33，HDPE 接合採用熔接方式，是否考慮其將可能隨時間一久容易脫落之特性。

八、自來水南區工程處 蔡工程師慶祥

(一)表 2-2（2-5 頁）臺南地區水資源相關計畫成果摘要之內容，臺南區系統供水檢討（民國 104 年）內容摘要之 1，請修正為「民國 105 年用水供需平衡，105 年以後配合南科移用每日 55,000 立方公尺農業用水及高雄區支援後可用水源經檢討大於需求量。

(二)依本報告附錄一（1.2-8 頁）七之 2 處理情形：目前…然因臺灣水價低廉所衍生之相關問題，建議仍應回歸使用者付費方式支應。故建議應須檢討使用者以探討未來規劃下游供水計畫，再據予辦理本海淡供水計畫。

(三)由於本海淡供水計畫之工程經費係以使用者付費方式支應，故仍須探討用水人及量評估計畫設備。

(四)考量本公司現有之設備及營運操作，建議以專管供應用水使用者。

九、自來水公司工務處 朱工程師明華

(一)海水淡化廠出水水質藍氏飽和指標（Langelier Saturation Index, LSI）偏低且具腐蝕性，經加藥處理後之水質雖可符合飲用水水質標準，並控制 LSI 在-0.1 ~ +0.1 之間及 pH 值在 8.0 左右，惟目前輸配管網使用之自來水管線，係以延性鑄鐵管 DIP 為主，該海淡水流經供配水管網後，因海淡水之 Ca^{2+}、Ma^{2+}濃度及鹼度仍然偏低，易使 DIP 之水泥砂漿內襯剝落，進而造成管體鏽蝕並產生供水出現紅水現象，致影響供水水質。

由本公司澎湖地區目前供水現況即可驗證，部分管線末端地區 pH 值飆高須定期排放濁水以維持正常供水水質，未來臺南海淡廠納入本公司供水管網亦勢必面臨相同問題。

十、自來水公司 蔡組長文魁

(一)專管供應南科園區或工業區之必要性：

1、同期初報告審查意見 1.（報告 P.附 1-2-10）。

2、於麻豆增設混合池，其用地取得之可行性，惠請查明。且此方式需二次加壓，送環評時恐遭質疑，不利原 10 萬 CMD 海淡廠之推動。

3、因成長需求屬工業用水，供水較具效率。

(二)據本日媒體報載，經濟部鼓勵企業加強使用再生水，屬政府推動之政策，且臺南地區亦正在推動再生水，爰推動擴建 10 萬 CMD 海淡廠宜依實際供需趨勢再做評估。

(三)本次簡報 P.13 之供需圖已有修正，惟與本公司研討供需情形（評 P.2-3 表 2-1 及 P.2-4 圖 2-3）尚有落差，惠請查明釐清。

十一、 台灣自來水第六區管理處 徐工程員靖焉

(一)民生用水成長有限，主要供需缺口為工業用水，基於使用者付費原則，建議以專管供應工業區，以滿足工業用水缺口。

(二)海淡水併入目前供水系統，將造成送水及操作模式的改變，用水安全，水質改變及民情疑慮等問題，建議避免將海淡水併入現有自來水管網系統。

十二、 本所 蔡課長展銘

(一)本計畫主要係配合產水規模由 10 萬 CMD 增為 20 萬 CMD 政策調整，須辦理相關環境生態調查及工程規劃檢討等兩大項工作，惟前揭取水水質與其手段或工程排水方法（如鹵水排放效果模擬）及影響，應加強著墨。另案「臺南海淡環境影響」計畫內必須提出的專題報告（如綠能研究，鹵水零排及跨域加值等），亦請相應更新。不論如何，期末成果應有前揭兩大項工作內相關成果（或諾允）之修訂對照敘明及圖表成果。

(二)輸水路線及廠址設施等用地，恐會因產水規模改變（如 10 萬增為 20 萬 CMD）而增加，請加強其用地屬性及數量等調查與分析工作。

(三)興辦方式因增加 10 萬 CMD 產水致增加專管供應工業用水方案，爰請增加 PFI 採購之財務分析，並建議要有規劃案例量化說明，以利與政府採購及促參採購等相互比較。

(四)環境生態補測（兩季）應於期末成果納入另案調查成果依各調查生態各種物種、頻次（或時間）、地點等項目，系統性以圖表呈現其相關數據及影響。

十三、 本所水資源規劃課

(一)請於第一章前言部分補充工作進度，以利瞭解工作進度是否有符合規定。

(二)P1-11 地盤改良規劃中列舉兩種震動擠壓工法，惟僅介紹震動擠壓砂樁工法，尚請補充說明礫石樁工法。

(三)P1-19 供水區域特色產業蒐集，雖已說明海淡水符合飲用水影響適飲性水質標準，但未具體說明海淡水併入自來水後之水質與原本自來水水質差異，請列表比較並加強說明混合後的水質對特色產業造成之影響。

(四)P1-21 經研究相關資料，可了解海淡廠...，請具體說明是那些相關資料。

(五)P3-21 雖然採用較高比例與自來水混合，TDS 會降一些但差異不大...，請列表比較海淡水與自來水混合後之水質與原自來水水質以

為佐證。

(六)取水管管內流速為 1.42m/s，排水管管內流速為 1.47m/s，請補充流速設計依據。

(七)排水工程檢討規劃成果，排放設施建議採用 4 個架高排放，豎管採用南北排列，請補充說明採用南北排列之依據並補充模擬成果圖分析說明。

(八)於前期規劃成果（P1-15）4 個架高排放豎管距離各相距 150 公尺，而本次檢討成果（P4-22）為 4 個架高排放豎管距離各相距 15 公尺，請問本次檢討成果依據為何請加強說明。

(九)P4-22 排放口預定位置水深為 11.5 公尺，惟表 4-3 與表 4-4 並未說明具體的規劃考量與參數評估，請補充說明是否為最適排水水深。

(十)目前鹵水二維排放模擬成果圖網格精度略為粗糙，模擬之擴散範圍與實際擴散範圍誤差較大，請提高模擬網格之精度。

(十一) 鹵水鹽度之設定採用假設值或是取實際案例的鹵水鹽度?請說明採用的理由。

(十二) 請於附錄四說明模擬範圍應該會受季風影響為何不考慮表面風剪應力之原因。

(十三) 表 4-8 本計畫所使用的模式雖已考慮波浪與潮汐之效應但沒有考慮到洋流的影響，請將洋流影響納入評估。

(十四) 鹵水除了高濃度鹽類之外，亦含有微量重金屬，本計畫採用的模式只針對鹽分部分進行探討，請說明是否適用重金屬的擴散評估。

(十五) P5-4 目前國內實施的特許權系統...，語意不清，請補充說明。

(十六) 第六章請補充陸域、海域生態調查之方法與評估，非僅列調查成果。

(十七) 式（15）的 source 鹽度與流量關係式為何？請加強說明。

(十八) 3-2 節處理程序之檢討:應就實際分析所得之水質與附近水質共同評析後，依據水質條件進行處理程序之檢討，請補充規劃邏輯與原則。

(十九) 本計畫進行相關工程技術、規劃參數之檢討與修正時，應有相關根據、演算或時空背景條件等資料之說明；未有實質修正的早期資料請勿贅引，以免誤導。

(二十) 產水標準應依個案條件(水質狀況、一般處理設備之技術水準、

供水端或併入端法規或設定條件(如水公司或其他)、成本等因素)進行評估規劃，提出合理的進水、產水水質，並將最低標準之法規標準列出比對，相關水質規劃應有合理性的分析，並就此規劃基準下進行成本之估算。

(二十一) 本計畫產水擬併入自來水系統，則氯鹽產水標準訂為<250mg/L、TDS<500 mg/L 是否會有鹹味產生?是否與法規值間缺少緩衝?此些應有實質檢討。建議應補充將目前之水質模擬結果，搭配工程技術、處理程序(緩衝混合池過程等)予以分析說明。

(二十二) 本計畫雖考量擴增至 20 萬噸，但因分期、分廠區實施(1+1)，且後 10 萬噸的不確定性高，則相關工程影響仍應有分期產量之規劃(如各期程的機電、槽體、取水、排水系統等及依據來源--質量平衡演算)，應依各系統特性分別以 10 萬或 5 萬分階段或全 20 萬噸合理呈現，而非逕以 20 萬噸說明。

(二十三) 第 5 章興辦方式論述需補強，應於後續加強說明:促參方式不可行之原因、PFI 無法援引應用之原因。

(二十四) 在 4-2 節鹵水模擬結果，2 種方案、兩種潮位、不同距離之模擬下，為何最大濃度皆是呈現 34.8psu? 增量都是 0.87%?請檢視相關模擬合理性，並請加強品管查核。

(二十五) 鹵水模擬之鹽度設定 55psu?惟在質量平衡或進產水質表未見，應補充其合理性。

(二十六) 本計畫檢討內容，請配合實際測量、水深資料，進行鹵水排放模擬，而非套繪網路水深資料；並就海岸變遷資料檢討目前取水口位置之取水功能?取水管、排水管位置之合宜性?

(二十七) 本計畫所分析之成本仍有高估之虞，且水質處理技術日新月異，國際上前處理及 RO 設施等效能不斷提高致處理成本降低。相關成本估算是否有參考近年實際發包案例或洽訪市場行情?

(二十八) 表 3-3 海淡處理程序評估因子過於簡陋，評估範圍應界定清楚，相關技術評估亦應有技術資訊依據，例如:海淡技術非僅 RO?又為何以 SS>20 區分前處理技術門檻?且僅能以混凝過濾和 UF 處理 SS>20mg/L 之進水?程序評估之因子請務實補強。

(二十九) 表 1-1 內容摘要請再檢視修正，應將各相關報告的辦理目的、工作重點摘述說明，而非僅止於規模、單價的變化。

(三十)　謬誤或品質應提升處請訂修正：(1)圖 2-14、p3-2、3-11、3-17、

4-43。(2)P2-12 表 2-5 工業區用水量請標註用水量單位。(3)P4-2 最後一行應為如圖 4-3 所示，非圖 4-2，請修正。(4)P4-15 應為 Hb=8.2 公尺非 Hb8.2 公尺請修正。(5)P4-22 排水工程評估因素應為表 4-3 非表 4-2，規劃考量及參數應為表 4-4 非表 4-3，請修正。(6)P4-34 排水管徑=2100mm 後面多一個逗號請刪除。(7)圖 6-4 圖例模糊建議提高解析度。(8)附錄四錯字請修正（例如:計劃），式（16）與（17）應為 Dx 與 Dy 非 Kxx 與 Kyy。(9)附錄四的圖建議放彩色的方便閱讀辨識。

拾壹、綜合決議：

一、本期中報告審查認可，請參酌各位委員及各單位代表意見修正，並於期末報告書中列表具體回應審查意見之處理情形。

二、本計畫係因應產水規模增加，對前期各項規劃成果進行檢討調整，請於期末報告中列表說明本計畫與前期計畫檢討成果之差異，並說明檢討調整之原因及考量之因素。

三、請補充說明鹵水排放設施之四個排放豎管採南北排列及取排水管線佈設規劃建議採用情境二（分二期開發）為優選方案之理由。

四、請蒐集取排水路線海域漂砂、海岸變遷調查及測量資料，評估其對取排水路線佈設及埋設深度之可能影響，並納入規劃設計考量。

五、請評估鹵水零排放或再利用之可行性，並評估鹵水排放對海域生態及養殖之影響，研擬其減輕對策。

六、本年度環境生態補充監測成果，請併前期成果做整體評估分析。並比較相關調查成果之差異。

拾貳、散會（下午 4 時 30 分）

附錄一　臺南海水淡化廠興辦計畫檢討與環境生態補充監測期末報告審查意見及辦理情形(1/23)

壹、會議時間：民國 104 年 12 月 24 日（星期四）下午 2 時 00 分

貳、會議地點：水規所霧峰辦公區-A4 會議室

參、主持人：周研究員志芳

肆、記錄人：李啓瑞

伍、會議紀錄日期文號：民國 104 年 01 月 06 日 水規源字第 10408051170 號

審查意見	處理情形	答覆說明納入報告	
		章節/圖/表	頁次
一、張委員添晉（書面意見）			
1.有關鹵水（海淡廠）回收再利用，仍宜規劃多元處理及資源化管道，並就法令面、技術面、成本面、通路面及管理面加以分析，並就最可行之方式，提出配套措施，據以推動。	海水淡化廠之排水其處理及資源化主要可作為發展休憩觀光產業、研發海鹽產品及提供予養殖漁業作為海藻養殖、培養餌料性浮游生物或設置供水站予養殖業，惟相關產業如需有相關配套措施，此部分已於另案環境影響評估之專題研究討論，本計畫亦摘述於報告中。	第一章	P1-23 ~ P1-24
2.海淡水質以至少符合自來水之水質標準即可，此水質可供各產業基本之需求，特殊水質需求之產業再自行處理，否則不計代價處理，反而花費更大之環境代價。	敬悉，本計畫規劃海淡水水質以符合公共用水之飲用水水質標準，建議如對水質有特殊需求之使用端再行針對其需求進一步處理。	—	—
3.部分管線位於濕地，未來施工時恐會耽誤期程，應及早因應。另鹵水資源化通路未成熟前，以海洋擴散似為優先選項之一，宜再強化鹵水之生態評估、以利推動。	關於濕地法因應部分，目前已彙整相關說明資料於另案環境影響評估。以影響較大之情境一（1 組排放口）而言，本計畫鹵水排放後至距離排放口 200 公尺處其海水鹽度約 34.75 psu，與背景值之增量僅有 0.7%，浮游生物對鹽度的耐受性較大，大部分無脊椎動物可藉由調節滲透壓之生理作用以適應鹽度改變，魚類亦可藉調節滲透壓之生理作用或迴避行為以適應鹽度變化；另相關影響及對策已補充於報告中說明。	第六章	P6-114 ~ P6-117
4.本計畫已完成原規劃所需進行之工作項目，未來應用時，仍宜動態調整。	感謝指導，未來實際推動時，應視現況進行動態調整。	—	—
二、簡委員連貴（書面意見）			
1.本案期中報告審查意見，大致已有回覆，應納入後續計畫辦理。本計畫綜合「臺南海水淡化廠可行性規劃－工程可行性規劃」（100 及	本計畫將前期規劃成果及因應產水規模擴大所需檢討之相關內容彙整於表中。	第一章、表 1-13	P1-34

附錄一　臺南海水淡化廠興辦計畫檢討與環境生態補充監測期末報告審查意見及辦理情形(2/23)

審查意見	處理情形	答覆說明納入報告	
		章節/圖/表	頁次
101 年）執行成果以及 102 年度計畫補充調查與重新檢討成果， 臺南海水淡化廠工程規劃內容彙整如表 1-11，大致已有探討評估。			
2.每日產水 20 萬立方公尺之海水淡化廠開發模式比較，原則同意目前規劃建議方案，惟建議應有整體規劃及保留後續依需求彈性調整時程之機制。	目前第一期每日產水 10 萬立方公尺定為民國 108 年及 110 年分二階段各 5 萬立方公尺供水，第二期每日產水 10 萬立方公尺則視後續用水需求滾動式檢討。	—	—
3.今年 8 月 4 日海岸管理法已公告海岸地區範圍(近岸海域及濱海陸地)，及濕地保育法公告之海岸濕地，請考量環境敏感區，強化說明本計畫區位及管線鋪設路線之適宜性及因應對策。	關於濕地法因應部分，目前已彙整相關說明資料，並於環評案中評析。另於海岸管理法部分，該法於 104 年 2 月公告實施，並於 104 年 8 月劃定海岸區域範圍。因本計畫部分管線位於國家級重要濕地(七股鹽田濕地)，後續該區域恐將被劃設為一級海岸保護區，然實際劃設成果需待整體海岸管理計畫公告，其管理計畫預定 106 年 2 月方公告實施，故在此之前尚無受海岸管理法影響，惟若於 106 年 2 月後方取得開發許可，則需依規定提出海岸利用管理說明書進行申請。	—	—
4.施工前應辦理海域地質調查，俾利進一步評析工法，應納入後續辦理工作規劃，以期降低計畫風險，確保工程安全。	施工前相關海域地質調查納入報告中之建議事項撰寫，以期降低計畫風險，確保工程安全。	結論與建議	結-2
5.排放口預定位置水深約 11.5 公尺，高於海床 2.2 公尺，為避免凸出海床之排放豎管遭受破壞，於排放豎管週邊應設置永久性警告浮標。請補充浮標設置方式與考量。	浮標設置方式與考量已補充於修正報告中，警告浮標佈設於排放豎管外圍約 200 公尺距離處，浮體直徑為 1.2 公尺以上，出水高為 2.5 公尺以上。	第四章	P4-23
6.廠區地質地層剖面圖顯示；地表下 7m，SPT-N 值約為 7~9，屬軟弱地盤，在最大考量地震下液化潛能指數 PL 值介於 10.05~22.57 之間，屬中至嚴重液化損害程度，請補充說明液化潛能空間分布與土地利用之規劃考量，以確保建築及相關設施安全，及降低地盤改良成本。另建議後續地盤改良成本應納入建造成本。	根據民國 101 年「臺南海水淡化廠可行性規劃-工程可行性規劃(2)」第五章第四節液化潛能分析及表 5-11 液化分析結果總表顯示，本案工址下方砂土層於設計地震下可能發生中度液化損害、於最大考量地震下可能發生中度至嚴重液化損害。基於大範圍地質改良成本昂貴，因此建議工址內結構物採用筏式基礎，於土壤液化發生時結構物將產生整體沉	—	—

附錄一　臺南海水淡化廠興辦計畫檢討與環境生態補充監測期末報告審查意見及辦理情形(3/23)

審查意見	處理情形	答覆說明納入報告	
		章節/圖/表	頁次
	陷，可避免基礎差異沉陷發生，造成結構物損壞。惟於後續設計階段，可能發生液化區域之土層參數應依據工址鑽探報告所提供之液化抵抗率 FL 值及「建築物耐震設計規範及解說」11.1.4 節之規定，於基礎設計時進行折減。此外，考量工址內各槽體間於液化發生時可能產生沉陷量之差異，建議槽體間之管線採用可撓性接頭，避免槽體間沉陷量差異造成管線損壞；另考量使用性需求，根據「建築物基礎構造設計規範」4.4.8 節規定，於設計階段筏式基礎之容許沉陷量不得超過 30 公分。地盤改良單價參考附近過去的工程經驗，每公頃以 1,700 萬元估算，地盤改良深度原則為土壤液化範圍。		
7.為避免近岸埋設管路曝露至海床上受浪流作用，灘線附近管路埋深至少 2 公尺，碎波帶內管路埋深至少 1 公尺。應說明目前埋深深度之合宜性，及近岸段是否有海堤，及管線穿越方式之規劃考量，另建議後續應針對海岸變遷進行海岸地變形監測，以作為路線檢討之依據。	報告已補充經濟部水利署水利規劃試驗所民國 104 年「臺南海水淡化廠可行性規劃-地形測量、海岸變遷分析與 3D 建模展示」計畫之地形變遷，取排水路線之海域段地形變遷特性於取水口處其最大侵淤幅度介於 1.08 至 -0.97 公尺間，地形水深斷面經夏季波浪作用後，其最大侵淤幅度介於 1.78 至-1.25 公尺間；於冬季波浪作用後，最大侵淤幅度介於 1.89 至-1.89 公尺間，相關規劃可避免侵淤影響，惟設計時仍需視實際狀況變更，並持續監測海岸變遷狀況。另於青山漁港北側近岸段如遇海堤則可採推進工法穿越海堤。	第二章、第四章	P2-27、P4-16
三、陳委員昌佑			
1.目前規劃之時程，改 115 年再評估是否增建 10 萬噸之用水，而環評送審中，屆時須再送變更嗎？	環境影響評估作業主要係以工程行為最大影響進行評估，而臺南海淡計畫規劃以 20 萬噸開發規模，採分期開發方式提送環保署進行審查。以第一期 10 萬噸工程期程而言，於土方整地及管線同時開挖時之影響最大，故進	—	—

附錄一　臺南海水淡化廠興辦計畫檢討與環境生態補充監測期末報告審查意見及辦理情形(4/23)

審查意見	處理情形	答覆說明納入報告	
		章節/圖/表	頁次
	行該時期之空氣及噪音等項目之增量模擬評估；另於第二期時，由於部分工程已於第一期完成(如取排水共同管溝)，故估計土木工程開挖最大影響應略小於第一期。故 20 萬噸開發可採最大影響(第一期)進行評估即可，原則上後續分階段開發無需再提送變更，惟最終結果仍需視環保署委員審查意見而決定。		
2.供水規劃以再生水供應是替補方案，此部分之輸水設施等是否一併建置？	再生水方案目前由臺南市政府規劃中，目前規劃利用永康及安平水資源中心之排水經再生水廠處理後送至南科，惟海水淡化廠與再生水廠基地區位不同，故再生水輸水設施將不考量一併建置。	—	—
3.P1-27 起之經濟評估，是相當值得參考之部分，惟要為後續經營考量，此海淡增加建設部分，是否亦同時考量未來配合之單元設計？	跨域加值係為週邊可行之開發方案，惟須與相關單位併同協商，始具開發可行性。	—	—
4.是否初期即以再生水混海淡水混合供水，對南科廠商的衝擊反而可再降低？	再生水及海淡水水質不同且再生水為中水，依法不得作為飲用水，海淡水為清水，兩者供水定位不同，混合後水質是否符合需求尚待評估。	—	—
四、水利署 李正工程司棕蒼			
1.目前針對取排水管的規劃係採一、二期取排水管各自分離方式規劃，建議增加考量將一、二期的取排水合併，以取水及排水各一單一管線方式布設，並與前方案進行優劣比較。	本計畫考量海域段取排水管線如採取一次開發，如遇斷管狀況下則取水風險較分二期開發高、如海淡廠前後期興辦主體不同，則取排水之權責難以釐清，營運管理較困難且取排水管一次開發管徑較大，須維持管線內之流量。茲將佈設情境之方案及兩方案之比較加強補述於報告。	表 4-11	P4-44
2.由於台南地區豐枯明顯，對於海淡水供水需求係以枯水期為主，有關營運策略部分，雖有回應「可配合豐枯期，以機組輪用方式減量降低營運成本」，惟因前述僅定性進行肯定描述，應請再深入對於豐枯期產水量調配彈性補強定量分析。（例如維持低量營運的人力需求，產水量、產水單價、枯水期增量供水的增額產水單價等。）	豐枯水期產水量彈性調配定量分析已補充於報告中，豐水期假設能耗、藥品為枯水期全量之 1 成(以維持最低單套運轉量，約為 1 萬立方公尺)、人事費為枯水期全量之 1/3、其他費用維持不變的情況下重新估算年維護運轉費用。惟土木、機械維護費用無法依比例減少，單位運轉成本反而將會增加。	第五章 表 5-21	P5-30

附錄一　臺南海水淡化廠興辦計畫檢討與環境生態補充監測期末報告審查意見及辦理情形(5/23)

審查意見	處理情形	答覆說明納入報告	
		章節/圖/表	頁次
3.由於本案另外 10 萬 CMD（二期）係規劃以專管方案提供工業用水，現階段對於上開水量有需求的潛在用水戶應為科學園區的半導體大廠，用水戶側面表示，該產業對用水含硼問題確有疑慮，爰請承辦單位針對二期部分考量以蒸餾法方案規劃，俾供未來用水戶投資參考。	海淡水處理程序主要分為熱法（蒸餾法）與膜法，熱法包含多級閃蒸法(MSF)及多效蒸餾法(MED)。膜法每立方公尺產水耗電能約 3.3~4.2 kWh/m^3，而 MSF 法及 MED 法除電能外尚需蒸汽能，總能源消耗約為 5.2~6.0 kWh/m^3 及 3.2~3.8 kWh/m^3；故淡化程序如使用熱法則多與電廠結合，利用電廠提供之餘熱進行。惟本計畫廠址周遭並無既存或規劃中之電廠，以熱法之淡化方式則須另行設置蒸汽裝置，將比逆滲透法產水更為耗能。如爾後在廠址附近另有規劃電廠或汽電共生廠下，亦可再另行檢討合併第二期海水淡化廠之可能性。	第一章	P1-29
4.建議輸水路線將方案 B（麻豆區新設混合池）一節，是否係以溪北地區為供水標的？查台南地區供水需求主要在溪南，如海淡僅供溪北地區，則對於本案海淡的效益將打折扣，且無法為供水吃緊的南化水庫提供最佳助益，請釐清與考量。	以往報告已規劃於安南地區新設混合池或直接併入自來水管網系統，惟因供水方向不同或既有管網系統因壓力及管徑問題，需大幅改善既有管網系統方可供水；故目前以麻豆區新設混合池為較可行方案，並以供應麻豆，惟相關路線規劃為供後續建置參考，仍視未來需求調整。	—	—
五、水利署 李助理工程司桂呈			
1.有關不同季節硼離子濃度不同之問題，是否有較經濟的方式解決？	硼離子濃度因國內飲用水並無規劃，而海淡水之硼離子濃度可符合 WHO 規範；惟對硼離子濃度有要求之用水戶，主要為第二期之供水對象，而產水水質硼濃度隨季節變化，夏季高，冬季低，因應方式可採用除硼 RO 膜、2pass RO 與 1pass RO 隨季節調配處理程序或採用硼離子交換樹脂處理。	—	—
2.海淡係利用耗能產水的方式，惟本報告並無列入相關能源開發資料，請補充，俾利分析分期開發之可能性。	如以分期開發模式，則臺南海淡產水每日 10 萬立方公尺預估耗電量每立方公尺為 4.25 度，每年約 1.55 億度；經查經濟部能源局民國 103 年之全國長期負載預測與電源開發規劃，民國 108 年需電量 2,760.1 億度，供電量 2,865.1 億度，民國 110 年需電量	第三章	P3-31

附錄一　臺南海水淡化廠興辦計畫檢討與環境生態補充監測期末報告審查意見及辦理情形(6/23)

審查意見	處理情形	答覆說明納入報告	
		章節/圖/表	頁次
	2,845.3 億度，供電量 2,957.7 億度。第一期海水淡化廠兩階段開發於民國 108 年及 110 年之用電應無虞；相關內容已補充於報告中。		
六、台灣自來水第六區管理處 徐工程員靖焉			
1.海淡水併入目前供水系統，將改變現有送水及操作模式，造成本處營運上之衝擊，及為避免水質改變衍生之問題與民眾對用水安全之疑慮等，建議避免將海淡水併入現有自來水管網系統中；且基於供需缺口主要為工業用水及使用者付費原則，建議以專管供應工業區以滿足工業用水缺口。	本案海淡廠為公共建設，旨在提供公共用水，初步規劃分期開發，第一階段 10 萬噸為公共用水，採併入自來水系統方式，採政府統包發包模式，解決現有臺南地區枯水期用水缺口。第二階段 10 萬噸為進一步因應工業用水增加而造成之未來用水缺口，規劃專管供應南科。	—	—
七、自來水公司工務處 朱工程師明華			
1.本案名稱為臺南海水淡化廠興建計畫檢討，故應對台南地區水源量缺口解決方法以興建海水淡化廠解決，在目前自來水公司用戶對於飲用海淡水接受度意願不高情況下，建議海淡水供應戶仍以工業用水為對象且以專管方式供應至工業區，可避免興建混合池（與自來水混合比例）之土地購得困難及減少成本。	本計劃第一期海淡廠，旨在提供公共用水，採併入自來水系統方式，採政府統包發包模式，解決現有臺南地區枯水期用水缺口。第二期 10 萬噸為進一步因應工業用水增加而造成之未來用水缺口，規劃專管供應南科。	—	—
2.目前屬規劃階段係解決供水缺口方式，興建方式於設計報告再行檢討不宜於規劃時即明訂興辦方式，建議發包方式如統包或 BTO 方式等建議刪除。	建議之興辦方式僅提供相關推動單位參考，後續興辦方式及興辦主體建議仍依政府政策導向及實際狀況進行滾動式檢討調整之。	—	—
3.基於開發成本與目前水價之差距很大，對於近 20 年水價調漲皆有困難之處，如要政府補貼方式可能亦有困難，故建議供應工業區（專管）為主，以減輕台灣自來水公司之財務負擔。	目前水源開發不易，應朝減量節約用水及尋找新興水資源方向為主；惟政策面上第一期之海水淡化廠仍以供應公共用水為主，而第二期用水則可視用水戶之用水需求由專管供應。	—	—
4.海淡產水成本依其規模而異，其成本較自來水成本偏高甚多，（幾乎差 1.5 倍），故納入自來水系統，將影響輸送之供水管網，考量設置專管及配水池，以緩衝供水水質及水量變動所需建設及操作營運費用，應一併納入計畫考量。	本計畫已將海淡水及自來水 1:1 混合水質模擬於報告中，並納入麻豆區新設混合池之管網水力分析；惟自來水管網系統之建設及操作營運費用非本計畫範圍，建議另行規劃。	表 3-14	P3-24

附錄一　臺南海水淡化廠興辦計畫檢討與環境生態補充監測期末報告審查意見及辦理情形(7/23)

審查意見	處理情形	答覆說明納入報告	
		章節/圖/表	頁次
八、自來水公司 蔡組長文魁			
1.認同以 1+1 模式作開發，惟第一期仍以專管供南科工業區並於園區內增設配水池之方式調混供水，原因如下： (1)需求面：成長均屬工業用水且本年度枯旱，工業區均希望以專管來供水，確保其產能與信譽。 (2)增加供水穩定度：若發生枯旱現象非十分嚴重，且海淡廠在使用者付費前提興建，倘工業用水（使用者）補全缺口後尚有餘裕，則可反供民生（另裝表計量計價），增加供水穩度及調度彈性。 (3)簡報 P.19：學甲地區亦有食品製造業，水質的改善是否衍生其他困擾，應謹慎的考量。	1.本計畫第一期供水於政策面上以供應公共用水為主，而擴增之第二期供水則可以專管供應工業用水，以穩定水源供應其用水需求。 2.如一、二期供水皆以工業用水為主，則其要求水質需求恐與公共用水不同，反供民生用水尚有水質疑慮。且反供之用水如何與自來水混合操作營運，豐枯期尚有相當不同情境，營管上另需詳加考量。 3.佳里及學甲地區之食品製造業主要以罐頭、冷凍食品、脫水及醃漬食品工廠為多數，較無直接用水口感問題。	—	—
2.本年度行政院院長指示，工業用水自來水零成長，工業用水應自覓水源，爰海淡廠之興建與營運均由使用者付費為宜。	第一期海水淡化廠供水每日 10 萬立方公尺，於政策面上主要以供公共用水為主；而第二期供水則可以做為工業用水，興辦及營運主體可為工業區使用者為主體。	—	—
九、自來水南區工程處 蔡工程師慶祥（書面意見）			
1.依本報告附錄一(1.2-8 頁）八之 2 處理情形：「本案海淡廠為公共建設，旨在提供公共用水，初步規劃 1+1 開發，第一階段 10 萬噸為公共用水，採併入自來水系統方式，採政府統包發包模式，解決現有臺南地區枯水期用水缺口。第二階段 10 萬噸為進一步因應工業用水增加而造成之未來用水缺口，規劃專管供應南科，無論是促參或廠商自辦，均由使用者支付海淡水成本，預計需水量大之廠商將會是第二階段主要使用者。」之說明第一階段 10 萬噸為公共用水，採併入自來水系統方式，考量本公司現有之設備及營運操作，建議以專管供應用水使用者，或建議與本公司總管理處及第六區管理處協調後再依據執行。	第一期海水淡化廠供水每日 10 萬立方公尺，於政策面上主要以供公共用水為主，故建議以於麻豆區新設混合池，與自來水以 1:1 水量混合後再配送至自來水管網系統中。惟相關輸水路線係為建議方案，後續仍應視實地測量、試挖等成果再行擇定最終路線。	—	—
2.第一階段 10 萬噸為公共用水，依報告採政府統包發包模式，其經費來源係以使用者付費方式支應（須	第一期每日 10 萬立方公尺供水以公共用水為主，故建議採用統	—	—

附錄一　臺南海水淡化廠興辦計畫檢討與環境生態補充監測期末報告審查意見及辦理情形(8/23)

<table>
<tr><th rowspan="2">審查意見</th><th rowspan="2">處理情形</th><th colspan="2">答覆說明納入報告</th></tr>
<tr><th>章節/圖/表</th><th>頁次</th></tr>
<tr><td>配合說明探討用水人及量評估計畫設備），或政府投資支應（須配合說明計畫供應方式及設備維修）。</td><td>包發包模式；而政府採用該方式興辦則為政府投資支應。</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="4">十、南水利署南區水資源局 楊正工程司瑞隆（書面意見）</td></tr>
<tr><td>1.P4-33，鹵水擴散模擬結果，僅針對鹽度影響分析，對當地生態影響如溫度及動植物影響等，請參酌現有海淡廠排放情形，評估本案可能的狀況酌予分析說明。</td><td>1.海淡廠對生態的影響分為施工階段及營運階段，施工階段主要的影響為取排水管線的埋設以及廠房建置的擾動；營運階段的影響主要在高鹽度鹵水排放對海域生態的影響。
2.營運期間主要影響在鹵水排放，故進行鹵水擴散模擬以及鹵水生物試驗。以影響較大之情境一（1 組排放口）而言，鹵水擴散模擬的結果，鹽度影響多半集中於底部，在距離排放口 200 公尺處海水鹽度約 34.75psu，與背景值之增量僅有 0.7%；其影響範圍多半集中在距離排放口 100 公尺處，此處鹽度最大約為 34.85psu。浮游生物對鹽度的耐受性較大，大部分無脊椎動物可藉由調節滲透壓之生理作用以適應鹽度改變，魚類亦可藉調節滲透壓之生理作用或迴避行為以適應鹽度變化
3.以大金門海淡廠為例，海域生態調查結果未有明顯因營運而使生物資源衰減的現象(詳下表)。
<table>
<tr><th>物種</th><th>施工</th><th>營運</th></tr>
<tr><td>底棲生物</td><td>2~13</td><td>3~22</td></tr>
<tr><td>浮游動物</td><td>3~16</td><td>2~24</td></tr>
</table>
<table>
<tr><th>數量</th><th>施工</th><th>營運</th></tr>
<tr><td>底棲生物(隻次)</td><td>5~487</td><td>4~1,950</td></tr>
<tr><td>浮游植物(細胞數/公升)</td><td>71,000~680,000</td><td>3,078~487,000</td></tr>
<tr><td>浮游動物(個體數/1000 m^3)</td><td>20,881~5,804,555</td><td>9,300~1,763,863</td></tr>
</table></td><td>第六章</td><td>P6-89 ~ P6-97</td></tr>
<tr><td>2.P4-59，表 4-15 用地取得依土地公</td><td>土地協議價購取得主要仍依據</td><td>—</td><td>—</td></tr>
</table>

附錄一　臺南海水淡化廠興辦計畫檢討與環境生態補充監測期末報告審查意見及辦理情形(9/23)

審查意見	處理情形	答覆說明納入報告	
		章節/圖/表	頁次
告現值概估,與現況土地協議價購取得方式不符,請參考現況酌予修正。	土地公告現值進行議定，因本案尚未實際進行土地取得，故部分暫以土地公告現值作爲計算基準，未來再依實際土地協議價調整。		
3.P5-19 推動期程評估，建議加入本案經費取得，提報跨域加值時程。	已修正報告相關內容，加入報院計畫核定、經費取得及總顧問遴選。	第五章 表 5-9	P5-20 ~ P5-21
4.P7-8，後續每日產水 10 萬立方公尺之海淡廠則視用水需求滾動式檢討開發期程，與結-1，第二期供水時程明確建議為民國 115 年,是否可一致訂出。	因第二期用水需求時程尚未明確，故統一修正為視用水需求滾動式檢討開發期程。	—	—
5.本報告各項評估分析及內容，建議應基於可妥善回應後續環境影響評估作業外界疑慮及有利海淡廠推動等為報告結果呈現原則。	謹遵辦理。	—	—
十一、本所 蔡課長展銘（書面意見）			
1.摘-1 針對民國 120 年用水缺口約為 0.6~11.8 萬 CMD，惟依摘圖 1 各供水量合計應為 0.3~9.5 萬 CMD，請再檢核修訂或說明，另摘圖 1 內增補綠色供水(即本案第二期 10 萬 CMD 海淡水)之圖例。	1.本計畫規劃新增水源包含海淡廠原規劃 10 萬立方公尺、南化第二水庫 14 萬立方公尺、高雄區支援 7 萬立方公尺。經本計畫檢討民國 120 年時需水量為 111.2 萬立方公尺，扣除 82.4 萬立方公尺水源供給基準及新增水源量，另因南化第二水庫 14 萬立方公尺為不確定的供水量，故本計畫推算 120 年用水缺口約為每日 11.8 萬立方公尺。 2.已補增第二期 10 萬噸海淡水之圖例。	摘要、 第二章	摘-1 P2-14 P2-15
2.鹵水排放模擬分析分為一次施做及兩期施做等兩情況,亦均有排水路 A（青山漁港排放）及 B（將軍漁港排放)與排放口南北及東西豎管排列 2×2×2=8 方案,故共分析成果應系統性分為該 8 種且檢附相關圖表呈現，另本次分析成果為 2013/05/06（圖 4-25 及 26）嗎？若然，應增補今（2015 年）成果且與前期（民國 102 年）成果之差異比較。	本計畫係擇定兩期施作及最佳路線（青山漁港排放）做為路線最佳考量進行模擬，另排放口南北向與東西向為近域影響較明顯，而模式主要以遠域做為影響範圍考量，故未來應併同排放口型式及現況做為設計考量。 模擬時，模式驗證須利用實測海物資料進行，因 2014~2015 年模擬區附近並未進行海物實測作業,故本次模式模擬仍利用 2013 年 5 月於青山港外海(靠近預計	—	—

附錄一　臺南海水淡化廠興辦計畫檢討與環境生態補充監測期末報告審查意見及辦理情形(10/23)

審查意見	處理情形	答覆說明納入報告	
		章節/圖/表	頁次
	排放口的位置)之實測海流資料進行水動力模式率定及驗證，作為後續鹵水模擬依據。		
3.本計畫興辦方式（如摘表 5 及表 5-4）定性或文字說明過於繁雜，應請再系統性精簡表述為宜，另文內提及 PFI 經洽財政部促參司表示暫不採此方法（P.5-10）且該方法亦於桃園海淡相關計畫評析（P.5-9），若然，請於摘要或建議內簡述。	桃園海淡 PFI 評析已納入結論與建議中簡述。因國內尚無生命周期完整之 PFI 海淡廠工程案例，計算參數並無依據，直接引用國外數據無法真正反映國內狀況，評估亦只能作爲參考。目前公共工程案仍依循現行既有之推動方式進行評估，待未來 PFI 制度相關各項配套措施確定後，宜再辦理評估。	結論與建議	結-2
4.輸水路線應分為一次施作（可送 20 萬 CMD）及兩期施作，但用地如分期徵收是否與執行困難？	輸水路線皆選擇於現有計畫道路上，並無用地徵收問題。	—	—
5.環境生態補充調查結果目前尚有缺漏（P.6-3）？如何補救，另應將完整 4 次（含前期）成果進行系統性評析及整理（圖表較佳），且提出因應策略及環評計畫據以研擬減輕措施。	1.海域生態調查相關結果已納入報告。 2.將各大類兩年調查結果整理如表 6-1 及表 6-14。 3.海淡廠對生態的影響分為施工階段及營運階段，施工階段主要的影響為取排水管線的埋設以及廠房建置的擾動；營運階段的影響主要在高鹽度鹵水排放對海域生態的影響。 4.施工方法應搭配海域環境狀況，考量對海域環境影響較小之工法以及低污染船隻和機具，如海面曳拉工法、海床開挖原土回填、定向鑽掘法…等，並設置污染防止膜，限縮挖掘造成懸浮物體擴散範圍 5.營運期間主要影響在鹵水排放，故進行鹵水擴散模擬以及鹵水生物試驗。以影響較大之情境一（1 組排放口）而言，鹵水擴散模擬的結果，鹽度影響多半集中於底部，在距離排放口 200 公尺處約 34.75 psu，與背景值之增量僅有 0.7%；其影響範圍多半集中在距離排放口 100 公尺處，此處鹽度最大約為 34.85psu。浮游生物對鹽度的耐受性較大，大部分無	第六章	P6-4 P6-49 P6-89 ~ P6-97 P6-114 ~ P6-117

附錄一　臺南海水淡化廠興辦計畫檢討與環境生態補充監測期末報告審查意見及辦理情形(11/23)

審查意見	處理情形	答覆說明納入報告	
		章節/圖/表	頁次
	脊椎動物可藉由調節滲透壓之生理作用以適應鹽度改變，魚類亦可藉調節滲透壓之生理作用或迴避行為以適應鹽度變化 6.以上影響及對策補充於報告第6章		
十二、本所水資源規劃課			
1.摘-3 內文第二期擴增 10 萬 CMD 供水期程定為 115 年，但臺南海淡廠後 10 萬 CMD 需求與開發期程尚有變數，請修正相關內容保留相關彈性。	已修正報告中相關敘述，第二期擴增之開發時程由於使用需求時程未定，故建議未來以滾動式檢討其上場時程。	摘要	摘-3
2.摘圖-1 請補充說明綠色虛線代表意思，另外圖中 108 年第一期 5 萬 CMD 與第二期 5 萬 CMD 有誤，請修正為第一期第一階段 5 萬 CMD 與第一期第二階段 5 萬 CMD。	已修正報告中相關敘述，綠色虛線應為南化二庫；另圖中已修正為第一期第一階段 5 萬 CMD 與第一期第二階段 5 萬 CMD。	摘圖-1	摘-2
3.摘-7 中排放管之豎管間距”暫以”15 公尺，本計畫現階段為期末階段，請提出合理的規劃邏輯與依據做出合理的規劃，請加強檢討並修正。	已修正相關描述；因目前國內並無法規或相關規定明確指出排放管排列方式及豎管間距等設計方式，另參考國內最近之馬公增建 4,000 噸海水淡化廠之基本設計報告，其亦無相關規範，是以施工廠商提出經審核同意；本計畫排放管之豎管間距係參考國外海淡廠之設計以 15~50 公尺為主，考量本區域特性，若豎管間距過大，未來招致拖網捕魚破壞之風險較大，且工程經費亦較高，故豎管間距以 15 公尺規劃，以利後續海淡廠排水之模擬使用。	第四章	P4-23
4.摘-7 中模擬擴散部份只有看見退潮時的擴散模擬說明，並沒有漲潮時的擴散模擬說明，請補充說明。	本計畫鹵水模擬已針對漲退潮進行模擬(內容詳見第四章及附錄四)，由於當地水動力特性，在潮流轉向(一開始漲潮或退潮)時影響擴散最明顯，漲潮時往北擴散，而退潮時則往南擴散。	第四章 附錄四	P4-27 ~ P4-35
5.摘-9 請簡略說明本計畫檢討之取排水管線經費檢討比前期規檢討便宜 4.71 億元之合理性。	已補充說明於摘要中，民國 102 年規劃報告將民國 101 年規劃之滲流式取水改為開放式取水，惟相關工程經費仍沿用滲流式取水之工程經費，導致總工程經費計算較為保守，經檢討檢視後一	摘要	摘-8

附錄一　臺南海水淡化廠興辦計畫檢討與環境生態補充監測期末報告審查意見及辦理情形(12/23)

審查意見	處理情形	答覆說明納入報告	
		章節/圖/表	頁次
	併修正。		
6.摘-10 內文表示針對不同興辦模式之特性如總經費、單價成本等等...詳摘表 5，但摘表 5 並沒有興辦模式之總經費、單價成本之比較，請補充或修正。	摘表 5 主要針對針對不同興辦模式之特性、優缺點、相關採用案例、推動困難點或問題點及適用範圍進行評析說明，已修正摘要相關文敘。	摘要	摘-10
7.摘-15 環境生態補充監測調查結果除了摘述調查成果數據外，應對數據成果做簡單的評析。	1.本計畫對陸域生態主要影響為施工落塵、機具及施工車輛的噪音及增加路死機率，對海域生態影響主要為工程擾動造成懸浮固體增加、生物撞擊及汲入以及高濃度鹵水影響。 2.建議對策有加強灑水；避免使用老舊機具及考慮對海域環境影響較小之施工工法...等。 3.相關內容已補充於摘表 6 及摘表 7。	摘要	摘-11
8.摘-16 排水設施採用南北排列，其摘述成果並未見於後面第四章檢討成果請做修正。	已修正摘要表中內文文述。	摘表 8	摘-12
9.P1-6 請將 104 年「臺南海水淡化廠可行性規劃-地形測量、海岸變遷分析與 3D 建模展示」納入表 1-1。	已將「臺南海水淡化廠可行性規劃-地形測量、海岸變遷分析與 3D 建模展示」及內容摘要納入表 1-1。	表 1-1	P1-6
10.請將彭委員期中審查第一點意見有關於鹵水養活餌相關資料納入本計畫中，而非只有意見回應。	已將鹵水相關資料納入報告中，臺南海水淡化廠周邊尚有養殖漁業，可參考台肥花蓮廠運用海洋深層水低溫及富營養鹽之特性，利用海淡廠排放水加以培養餌料性浮游生物及海藻養殖，提供附近之養殖漁業業者。	第一章	P1-23 P1-24
11.請將海岸法相關蒐集資料(海岸防護區、海岸保護區等)之檢討成果及因應對策補充於本計畫內。	海岸管理法於 104 年 2 月公告實施，並於 104 年 8 月劃定海岸區域範圍。因本計畫部分管線位於國家級重要濕地(七股鹽田濕地)，後續該區域恐將被劃設為一級海岸保護區，然實際劃設成果需待整體海岸管理計畫公告，其管理計畫預定 106 年 2 月方公告實施，故在此之前尚無受海岸管理法影響，惟若於 106 年 2 月後方取得開發許可，則需依規定提出海岸利用管理說明書進行申請。	—	—
12.請標註圖 1-7、圖 1-8 的來源。	已補充相關圖說來源	圖 1-7、圖 1-8	P1-22、

附錄一　臺南海水淡化廠興辦計畫檢討與環境生態補充監測期末報告審查意見及辦理情形(13/23)

審查意見	處理情形	答覆說明納入報告	
		章節/圖/表	頁次
			P1-24
13.P1-28 經計算結合跨域加值...，請列表補充相關數據及計算方式，而非在內文直接得出數據結論。	已補充跨域加值之淨現值法、內部報酬率、自償率等相關數據計算方式內容於報告中。	第一章	P1-25 ~ P1-28
14.P2-14 圖 2-6 請補充說明綠色虛線代表意思，另外圖中 108 年第一期 5 萬 CMD 與第二期 5 萬 CMD 有誤，請修正為第一期第一階段 5 萬 CMD 與第一期第二階段 5 萬 CMD。	已修正報告中相關敘述，綠色虛線應為南化二庫；另圖中應為 108 年第一階段與第二階段 5 萬 CMD 與第二期 5 萬 CMD。	圖 2-6	P2-14
15.P3-5 請補充說明表 3-4 中 SDI 以 3 為分界為分界的依據，另外此表過於簡陋請將評估因子確實補強且相關技術評估應有技術資訊依據。	淤泥密度指數 (Silt Density Index, SDI)用於評估水質進入處理單元之適宜性，不同前處理程序將影響後續濾材之更換頻率，一般而言當 SDI 小於 2～3，方適於進入 RO 處理單元；惟目前海淡廠操作並無一定標準，SDI 值係參考 IDA2012~2014 年報、Voutchkov, N. (2010)等相關研究之建議值。而經傳統處理或 UF 處理後之產水水質一般而言可達 SDI ≤ 3。	第三章 表 3-4	P3-5
16.P3-12 中依水力停留時間及表面溢流率換算土木結構尺寸，而勘誤表有修正各單元之水力停留時間，因此各單元之土木結構尺寸是否需要重新檢討修正，請加強說明。	勘誤表中之水力停留時間係為誤植未更新，已於定稿報告修正，並依相關參數重新檢視修正土木結構尺寸。	第三章	P3-14 ~ P3-21
17.P3-30 除硼設施經費估算於表 3-20 沒有看到相關經費數據，請補充並加強說明。	除硼設施經費估算已補充說明於報告中。	表 3-20	P3-29
18.表 4-4 中之潮流海流請補充秋季海流之流向。	已補充於報告中，平均海流春、秋兩季流向為北北西向。	表 4-4	P4-15
19.P4-23 請補充說明為何一般豎管間距約 15 到 50 公尺，本計畫要”暫時”採用 15 公尺為豎管間距，再者現階段為期末報告，應有條理的論述規劃原則，而非以暫以作為依據，請加強檢討。	已修正並加強相關描述；因目前國內並無法規或相關規定明確指出排放管排列方式及豎管間距等設計方式，另參考國內最近之馬公增建 4,000 噸海水淡化廠之基本設計報告，其亦無相關規範，是以施工廠商提出經審核同意；本計畫排放管之豎管間距係參考國外海淡廠之設計以 15~50 公尺為主，考量本區域特性，若豎管間距過大，未來招致拖網捕魚破壞之風險較大，且工程經費	—	—

附錄一　臺南海水淡化廠興辦計畫檢討與環境生態補充監測期末報告審查意見及辦理情形(14/23)

審查意見	處理情形	答覆說明納入報告	
		章節/圖/表	頁次
	亦較高，故豎管間距以 15 公尺規劃，以利後續海淡廠排水之模擬使用。		
20.P4-23 豎管排列方式南北排列或東西排列，請加強比較此兩者排列方式的差異後，依廠商的專業提出一個最佳的方案，而非這種似是而非的結論。	海淡廠之排水，其影響範圍可分為近域影響及遠域影響，不同排列方式之因素影響範圍為近域影響較大；然本計畫排水之影響範圍應視遠域影響較為重要，因其可視其整體區域影響範圍多大多廣。近域之影響除豎管排列方式外亦牽涉豎管排放頭型式，影響因素眾多，如需詳加探討近域影響，建議以另案辦理討論。	第四章	P4-23
21.請補充鹵水模擬所使用的垂直分層間距為何?劃分幾層?哪一層代表海底等等。另外也請說明在此 3 維模式下模擬的垂直模擬精度是否具有代表性。	本計畫鹵水模擬設定係依照當地潮差特性及模式穩定性測試後選定垂直方向共有 7 層，每層厚度由上(自由液面為第 1 層)往下(海底底床為第 7 層)分別為 3 m、2m、2m、2m、2m、2m 及 2m，相關內容已補充至報告第 4 章。另本模式已經過嚴謹的演算法測試，並已與實測資料海流資料進行比對，垂直方向的精確度具有代表性。	第四章	P4-27
22.P4-28 請補充二維鹵水擴散模擬條件表。	本研究主要係三維鹵水擴散模擬，並非二維，故僅呈現三維模式模擬條件表。	—	—
23.P4-29 模擬結果中只有列出在退潮時的模擬成果，並沒有看見漲潮時的模擬成果，請補充說明。	本計畫鹵水模擬已針對漲退潮進行模擬(內容詳見第 4 章及附錄四)，由於當地水動力特性，在潮流轉向(一開始漲潮或退潮)時影響擴散最明顯，漲潮時往北擴散，而退潮時則往南擴散。	第四章 附錄四	P4-29 ~ P4-35
24.P4-33 如豎管排列之方式在模擬成果上無法呈現差異，請補充說明本計畫要如何來規劃豎管排列的方式。	海淡廠之排水，其影響範圍可分為近域影響及遠域影響，不同排列方式之因素影響範圍為近域影響較大；然本計畫排水之影響範圍應視遠域影響較為重要，因其可視其整體區域影響範圍多大多廣。近域之影響除豎管排列方式外亦牽涉豎管排放頭型式，影響因素眾多。另參考國內最近之馬公增建 4,000 噸海水淡化廠之基本設計報告，其亦無相關規範，是以施工廠商提出經審	—	—

附錄一　臺南海水淡化廠興辦計畫檢討與環境生態補充監測期末報告審查意見及辦理情形(15/23)

審查意見	處理情形	答覆說明納入報告	
		章節/圖/表	頁次
	核同意。考量未來工程施工尚需針對取排水路線詳加調查以利設計，故建議視未來施工廠商針對現況提出最佳方案。		
25.P4-41 本計畫所估算的工程經費比前期規劃之工程經費減少約4.71億，請加強檢討是否合理。	本計畫經重新檢討工程經費，主要為取水方式從滲流式改爲開放式，故工程經費下降；以採用滲流式取水之日本福岡海淡廠為例，每立方公尺水達2塊美金（約新台幣60元），高於一般海淡水成本一倍以上。	—	—
26.P4-42 註3語意不清，易造成誤會請修正。	已修正論述於報告中。	第四章	P4-45
27.P5-10 針對不同興辦模式之特性、優缺點、總經費、單價成本、相關案例...詳表5-4，但表5-4並沒有看見總經費與單價成本的比較，請修正。	已修正於報告中，表5-4主要針對不同興辦模式之特性、優缺點、相關採用案例、推動困難點或問題點及適用範圍進行評析說明。	第五章	P5-10
28.P5-26 內文雖有提出在特殊情境(含除硼設備)下之相關成本，但並沒有看到相關數據及計算方法，請列表補充說明。	除硼設施經費估算及方法已補充於報告中。	第三章	P3-29
29.P6-3 調查結果除了現有的調查數據摘要外，應針對相關分析進行簡單說明介紹並做小結論。	已於報告第6章針對各大類進行綜合性分析。	第六章	P6-42 P6-43 P6-47 P6-74 P6-79 P6-89
30.第六章頁碼格式不一致請修正。	已修正報告頁碼格式。	第六章	P6-50 ~ P6-88
31.P7-2 表7-1請根據前面章節之檢討後修正排放豎管是否採南北排列，豎管的排放間距是否採15公尺。	本計畫排放管之豎管間距係參考國外海淡廠之設計以15~50公尺為主，考量本區域特性，若豎管間距過大，未來招致拖網捕魚破壞之風險較大，且工程經費亦較高，故豎管間距以15公尺規劃，以利後續海淡廠排水之模擬使用。	—	—
32.於勘誤表內有修正相關海淡廠功能單元之水力停留時間，但第七章內廠區配置卻沒有修正相關數據，請加強修訂正並提升品管品質。	已重新檢視相關數據修訂於報告中。	第七章	—
33.報告書附錄四模擬成果圖請用彩色列印以利閱讀。	謹遵辦理。	—	—

附錄一　臺南海水淡化廠興辦計畫檢討與環境生態補充監測期末報告審查意見及辦理情形(16/23)

審查意見	處理情形	答覆說明納入報告	
		章節/圖/表	頁次
34.工作範圍界定未清，報告成果請再整理。第 1 至 6 章內容內既有資料與本計畫補充調查工作多所混淆不清，建議撰擬架構應先呈現所蒐集之舊資料、本計畫補充調查資料、及最後綜合評析等至少三層次之說明。	已重整報告，報告內容第一章將前期各海水淡化廠規劃報告分期摘述，惟因各期規劃範圍內容不盡相同，故摘述各期報告之最新內容於內。餘二至六章段落因內容特性不一，盡量區分為既有資料、本計畫規劃檢討及綜合評析等階段撰述。	—	—
35.報告分析之邏輯、依據請加強。如計畫緣起之論述未有邏輯順序，請重新撰擬；結論 1 再生水之供給定位不符現況(及 3-1 頁)，並應將其現階段之再生水規劃現況納入報告內；結論第 7 點及 5-16 頁興辦方式之論述邏輯亦應修訂；建議第 2 點 10%之彈性供水亦不妥，未經充分評估、無依據者不應遽下 10%之論述。	已加強報告相關內容描述； 1.計畫緣起論述已加強依邏輯順序撰寫。 2.再生水資源發展條例已於民國 104 年 12 月 14 日立法院三讀通過，依該條例第四條，興辦或變更開發行為位於水源供應短缺之虞地區者，應使用一定比率之系統再生水，惟本計畫主要探討海淡水供應大臺南地區之公共用水及擴增用水量主要供應工業用水使用。 3.興辦方式之海淡水第二階段供應亦已修正，建議以有償 BTO 辦理。 4.國內目前並無營運中之大型海淡廠，豐枯期間之海淡廠操作並無相關經驗，故本計畫係參考新加坡海淡廠營運模式，並依本計畫規劃之產水 10 萬 CMD 海淡廠產水機組每套 1 萬 CMD（總產水量之 10 %），據以建議每套機組輪用產水，以維持機組正常運作。	—	—
36.本計畫檢討內容重點之一為興辦規模一次到位或分期開發，分期開發又分海淡廠(分 2 廠)與取、排、輸水管線工程分期開發與否，土建分期或一次到位等，其關鍵評估因子為供需水對象可能不同、興辦主體不同、興辦模式不同、經費分攤與來源不同、未來兩廠操作單位不同等等，因而又涉及取水(阻塞防治)、排水(濃度監控)之風險分散與責任歸屬等問題，此皆應納入分析。各種方案評比皆應充分分析其優劣勢，目前僅多述及海淡廠之分次開發 1+1(即分 2 廠)，但土建	本計畫已加強相關開發方式比較於報告中，海淡廠本身開發方式依分期模式及一次開發，並以分期模式為建議方案，且就各種興辦模式之特性、優缺點、相關採用案例、推動困難點或問題點及適用範圍進行評析說明；取排水路線亦以兩開方方式評估，並就風險面、營運面、工程面及技術面做為評析；另輸水路線則建議以新設混合池後併入自來水管網及專管送至工業區使用。	表 3-22、 表 4-11、 表 5-5	P3-33 P4-43 P5-16

附錄一　臺南海水淡化廠興辦計畫檢討與環境生態補充監測期末報告審查意見及辦理情形(17/23)

審查意見	處理情形	答覆說明納入報告	
		章節/圖/表	頁次
作業搭配及管線規劃理由分析仍需予以加強評估說明。			
37.原規劃管線之空間是否可容納新規模所需的管線埋設空間?第2-22頁及23頁所述無名小路路寬應遠不足19公尺，其與4米扇形鹽田路段要容納 4 管上下共同管溝近4米管線，恐有疑慮，請再仔細確認。	已修正報告相關敘述，無名小路19 公尺係為誤植，已於報告修正；民國101年報告內規劃取排水路線所需寬度為5.5公尺，經查「臺南海水淡化廠可行性規劃-地形測量、海岸變遷分析與3D建模展示」（水利規劃試驗所，民國104年）之地形測量資料，扇型鹽田旁小徑道路寬度為6公尺以上，經檢討可容納取排水管之置放與施工。如採一次開發之取排水管徑合計為4,750mm，施工空間僅剩1.25公尺左右;如採分期施作最大管徑寬度為 3,800 mm，施工空間尚餘 2.2 公尺左右，較為充裕。	表 2-9、圖 4-28	P2-23 P4-40
38.本案為興辦計畫檢討，應就前期規劃(5+5 萬噸)相關規劃說明、本案規劃(20 萬噸)重新修訂之工程可行性分析，就這2種規劃規模之差異說明(而非報告所呈現的 3~4 種規劃規模變動)，依據相關演算或時空背景參數等條件，把相關調整緣由、論述合理清楚。(故亦從未有結論所謂 48 套 RO 縮減…等等狀況)。	已修正相關報告內容；前期規劃(5+5萬噸)係以整廠10萬噸做為整體規劃其處理程序及設備計算；本計畫考慮原 10 萬噸及擴增10萬噸共20萬噸產水量，規劃以不同配置方式，分別為 10 萬噸(1+1 開發)、20 萬噸(1 次開發)做為描述。	第三章	—
39.經費估算部分，廠址土地成本是否納入?徵收或有償、無償撥用等應有所評析註記;且與過去之檢討修正處，應提出差異原因之分析說明，以利理解。	土地成本已納入經費估算，該區土地屬國有，規劃為有償撥用，此部分與100年及101年土地成本相同。相關註記已補充於報告中。	—	—
40.第6章生態監測之撰擬亦未有邏輯順序、工作界限不明，建議應先將相關法規或作業規定說明、次以所蒐集之既有資料說明、再以本計畫工作與調查作業情形補充、最後綜合評析之，請以有層次的說明來呈現，以明瞭工作完成度，並利於閱讀。	第六章內容已調整章節編排如後下： 一、環境現況與調查範圍及依據 二、調查成果及綜合比較 三、開發行為對生態影響評估 四、對策研擬	第六章	—
41.興辦方式:目前政策偏向鼓勵民間參與之相關方式，惟本報告認不可行，但近年的馬祖案亦以促參法辦理，因此應有所說明原因。若有相關依據，應蒐納進報告內。	相關內容已加強論述於報告中，民間參與馬祖南竿海水淡化廠興建及營運計畫係於民國 96 年期間推動，後續工程會函示(附錄五)，政府支付費用取得海	第五章	P5-13

附錄一　臺南海水淡化廠興辦計畫檢討與環境生態補充監測期末報告審查意見及辦理情形(18/23)

審查意見	處理情形	答覆說明納入報告	
		章節/圖/表	頁次
	淡水，不適用促參法，建議依「政府採購法」辦理；故海淡水如以供應公共用水，目前推動方式若以促參方式辦理尚有疑義。		
42.目前本案經費估算與國際大廠相比仍有偏高之情，上次意見回應本案已參考澎湖案例，惟澎湖案在離島且規模小，相關估算依據建議搜集近年國際實際發包案例或洽訪市場行情。	本計畫工程導入能源回收設施，能源回收效率達 90%以上，會使整體動力需求量及用電量下降，推估海淡廠營運經費與國際行情相近。海淡廠工程費亦均以市場行情為基準，但與採用工法與設備成正相關。國際大廠日本福岡海淡採用滲流式取水，每立方公尺水達 2 塊美金（約 60 NTD），澳洲雪梨海淡取排水採用隧道式開挖，並同時設置一條備用取水管，廠內鋼管內襯亦比一般內襯要厚，故興建費高出一般水平。以色列 Sorek 海淡廠因海水水質好且穩定，加上操作經驗豐富，該廠只採雙介質過濾前處理後直接進 RO，成本較低。綜合上述，本案在既有工法與配置下所估經費符合市場行情，至於未來發包時是否考量改變工法（例如不用 UF）而降低工程經費將視實際情況決定。	—	—
43.經費估算部分:RO 重置年限究為 3 年(5-22)或 4 年(5-24)?表 5-10 輸水路線為哪方案?工程經費所謂的第 2 期若是指後期 10 萬，因 1、2 期興辦主體不同，則其土地成本如何分攤，應有論述；表 5-11、表 5-14 缺前期規劃資料欄。	RO 重置年限為 3 年，土地成本分攤已補充論述於報告中。另因前期規劃均有包含輸水工程，但表 5-11、表 5-14 為不含輸水工程之費用，因此並無前期規劃資料欄。	第五章	—
44.RO 機組改用除硼能力高(估價基準因而變動)、以及除硼設備規劃原因(5-26 提供經費參考)，其考量原由、目的有所不同，報告書內應再個別說明清楚。因第 1 期供水標的為民生用水，在此加裝除硼設備之用意為何(5-26)?	第一期供水標的為民生用水，雖目前臺灣地區飲用水標準並未針對硼離子濃度規範，然參考國外先進國家之硼離子濃度及未來整體供水調度使用，故調整 RO 機組設備。而第二期供水標的為工業用水，因用水端可能對於硼離子有特殊要求，故估算含除硼設備之產水單價提供未來推動之參考。	—	—
45.請補充鹵水擴散模擬模式在本案的應用合宜性說明。	本計畫鹵水模擬，係使用成功大學水利工程試驗所自行研發之模擬模式，其模擬流場已與實際	第四章	P4-27

附錄一　臺南海水淡化廠興辦計畫檢討與環境生態補充監測期末報告審查意見及辦理情形(19/23)

審查意見	處理情形	答覆說明納入報告	
		章節/圖/表	頁次
	調查成果進行率定及驗證，且本計畫使用之數值模式也成功應用於臺灣西部河口與海域相關研究計畫；已將相關敘述加強補充於報告中。		
46.在 4-2 節鹵水模擬結果之說明，2 情境之模擬分析應有相對、一致性的結果說明，以利對照比較。模擬結果並請回饋至取排水管線佈設規劃之檢討；並就未來若以 2 廠(1+1)個別排放管排放鹵水或共同排放管之優劣點予以說明。	針對兩情境之模擬比較分析，已統一採距排放口 100 公尺及 200 公尺之模擬成果進行說明，以利進行比較，詳見報告內文所述。情境一與情境二相互比較下，情境二因為多一組排放口，可分擔鹵水排放量，加以排放口位置更屬於深水區域，海流流速較大，相對稀釋能力較優異，惟其要負擔與維護的建造成本增加，後續設計階段應視現況需求配置。	第四章、附錄四	P4-35
47.第 4-2 節相關擴散模擬圖示為 M2 模式模擬，但文中敘述為 M3 模式及 M1 模式，論述片段無法串聯閱讀?報告主文內應先有重要摘錄簡述，細節再參閱附錄；且圖示擴散點圖不清無法辨識，請改善。	本計畫模擬安平漁港與將軍漁港之間的大範圍(M1)之水動力變化（包含潮汐與波浪效應），將其結果作為小區域(M2)三維分層擴散模式計算邊界條件；原工作執行計畫書內容設定 M2 網格為 50×50 公尺，再取 M2 計算結果作為小區域 M3 (網格為 25×25 公尺)模擬之邊界條件，惟報告執行模擬作業時，已依 M2 範圍，直接設定網格為 25×25 公尺進行三維模擬，故已無 M3 模式，已於報告中將相關論敘修正為 M2 模式。另已補充模式說明及主要設定內容，相關圖呈現亦已進行改善，內容詳見報告。	第四章	P4-27 ~ P4-35
48.本文與附錄相關鹵水模擬案例圖示上之模擬時距及相關標示符碼(如同心圓距離、圖軸單位等)皆請加註說明，以利閱讀，黑白不清者(如標示綠點紅點者未能辨識)請以彩圖呈現;另請加標示排放口或排放管相對位置，以利判讀。	已修改呈現方式。	第四章	P4-27 ~ P4-35
49.鹵水擴散模擬之主要參數、重要模擬條件等應摘述補充於內文，如排放口高程設定值、水深、排放速度與方向、模擬時距、以及考量波浪潮汐漂砂洋流侵淤等相關設定有無等等，應有所陳述。	已加強補充模式說明及主要設定內容。	第四章	P4-27
50.鹵水模擬之網格大小，附錄所述	已修正，原規劃 M2 模式網格大	附錄四	—

附錄一　臺南海水淡化廠興辦計畫檢討與環境生態補充監測期末報告審查意見及辦理情形(20/23)

審查意見	處理情形	答覆說明納入報告	
		章節/圖/表	頁次
M1 為 100×100，M2 為 50×50 公尺,但期中會議回應三維模擬會有 25×25 公尺，模擬工作是否尚未完成?	小原設定為 50×50 公尺，利用 M2 模式模擬結果再選取小範圍作為 M3 模式(網格設定為 25x25 公尺)邊界條件，惟後來模式模擬時已直接將 M2 模擬範圍之網格大小設定為 25×25 公尺進行三維相關模擬，並已完成相關模擬作業。		
51.鹵水擴散之模擬是否有敏感度的分析影響,如調整不同水深或距離，以了解其變化尺度?	本計畫鹵水模擬係採遠域模式，主要係瞭解鹵水擴散最大影響範圍，並不適用於進行敏感度分析。	—	—
52.本案為興辦計畫檢討，應務實就各種方案、作法予以評估可行性，報告書內多有教科書式的資料陳列，應依據本案特性需求、務實評估提出建議方案。	已加強補充本案之興辦方式適用性於報告中，依據計畫特性需求，各興辦方式之可行性、困難點說明，並分別針對第一期與第二期之推動模式建議。	表 5-5	P5-16
53.第 1.4 節前期資料與本計畫工作混淆不清,請區分以利掌握本計畫工作項目作業狀況。	已加強報告撰寫描述，區分為各期規劃報告及補充之資料。	第一章	—
54.推動期程表 5-28 應納入總顧問遴選、招商等所需期程。	前置作業已納入總顧問遴選所需時程。	表 5-28	P5-21
55.南化二庫應為 14 萬噸非 11.2 萬噸(表 2-7、2-15 頁及 3-1 頁等)，且其期程與可行性尚不確定,列入情境分析是否合宜?	11.2 萬噸係為誤植已修正，南化二庫期程與可行性尚不確定，故本計畫推算 120 年用水缺口約為每日 11.8 萬立方公尺。	第二章、表 2-7、第三章	P2-15、P3-1
56.淡化程序檢討之依據請補充說明(3-3 頁第 4 段)。	淡化程序相關依據已補充於報告表中註解。	表 3-4	P3-5
57.第 2-11 頁提及以 100 年經理計畫為基準?未有更新?	臺南地區水資源相關計畫計有台灣南部區域水資源經理基本計畫(民國 100 年)、水資源開發利用總量管制策略推動規劃報告(民國 101 年)及臺南區系統供水檢討(民國 104 年)，本計畫亦已蒐集彙整於第二章內；惟僅台灣南部區域水資源經理基本計畫經行政院核定，故本計畫據以做為計算基準。	第二章、表 2-2	P2-11
58.開發規模之分期或分階段敘述，多所混淆不清，請改善。	本計畫開發規模共 20 萬噸分二期實施，每期 10 萬噸；第一期 10 萬噸再分為二階段實施,每階段 5 萬噸；相關報告敘述內容已修正。	—	—
59.後續工作建議乙節，請將可能衍生的問題、需待解決或協商的對象與議題等，皆請列入說明。	已修正工作建議之相關描述。	第七章	P7-9

附錄一　臺南海水淡化廠興辦計畫檢討與環境生態補充監測期末報告審查意見及辦理情形(21/23)

審查意見	處理情形	答覆說明納入報告	
		章節/圖/表	頁次
60.請再檢核各小節及圖表之標題合宜性，應能反映該章節、圖、表之內容。如表 1-3 標題指何處之液化分析?第 6.1 節生態環境如何??	第六章內容已調整章節編排，原 6.1 節生態環境已修改為環境現況與調查範圍及依據。	表 1-3、第六章	P1-9、P6-1
61.論述不妥處，請刪修:工作目標第 7~9 行請刪除；第 1-10 頁~1-30 頁若為舊資料請摘錄濃縮;若為本計畫新資料請區分清楚。跨域加值內容(1-28)未摘錄到重點，請再酌修；第 1 章工作進度請刪除；附錄 3 之薄膜設計模擬—為何需”設計”?報告內容請勿用”…”帶過、摘表 1 請修正、摘-11 參考文文獻、摘 16 摘表 7 規劃成果最後論述”財政不佳”不妥-如何定義?	1.工作目標第 7~9 行已刪除修正 2.第 1-10 頁~1-30 頁為呈現前期規劃及報告完整性已分年度報告摘錄濃縮修正，另區分本計畫資料補充彙整說明。 3.跨域加值內容已加強摘錄內容 4.工作進度已刪除修正。 5.附錄 3 之”設計”已刪除修正。 6.摘要相關敘述已加強修正。	第一章、附錄 3、摘要	P1-2、P1-9~P1-35 P1-24 附錄 3
綜合決議：			
1.報告請依本所規定之格式編撰，並補充報告英文名稱及英文摘要,期末正式報告請刪除工作進度及說明，第六、七章各小節之名稱請與水源課再研商確認。	已補充英文名稱及英文摘要，並刪除工作進度及說明；第六、七章小節名稱已作修正。	—	—
2.請於報告中補充說明臺南地區各種水源替代方案之相關規劃及成果，再說明本廠扮演之角色。	已補充臺南地區再生水水源規劃包含永康及安平再生水廠，永康再生水廠規劃供水量每日 4 萬立方公尺，安平再生水廠規劃供水量每日 5 萬立方公尺，惟部分內容及供水量尚未定案；餘臺南地區水源已說明於報告中。本計畫於民國 100 年行政院核定之「臺灣南部區域水資源經理基本計畫」，已列於中程水資源開發計畫，惟經理基本計畫並未將再生水納入水源考量，且再生水亦需整合既有污水廠，建設及營運仍需時間辦理；故目前在考量多元供水及預防未來水庫庫容減少下，據此辦理相關規劃。	第一章、第二章	P1-32 P2-1
3.取排水管規劃請評估合併與分開兩方案，並比較其優劣。	已加強補述取排水管開發方式比較，考量海域段取排水管線如採取一次單管開發，如遇斷管狀況下，則取水風險較分二期開發高，且因管徑較大，技術上如須維持管線內之流量，則於第一期會過度取水。如採取一次雙管開發，雖無取水風險與過度取水問題，但於第一期即投入全部取排	第四章 表 4-11	P4-44

附錄一　臺南海水淡化廠興辦計畫檢討與環境生態補充監測期末報告審查意見及辦理情形(22/23)

審查意見	處理情形	答覆說明納入報告	
		章節/圖/表	頁次
	水費用與設備，除資源浪費外，亦會造成取排水之權責難以釐清，增加營運管理困難。		
4.取排水管規劃設計應參考本所「臺南海水淡化廠可行性規劃－地形測量、海岸變遷分析與3D建模展示」計畫成果，充分考慮海域漂砂及海岸變遷之影響。	已摘錄該計畫成果於報告中，並由其成果加強考慮海域漂砂及海岸變遷對於取排水路線之影響，經檢視其侵淤影響皆位於規劃範圍內。	第二章、第四章	P4-17 P4-21
5.請加強說明本計畫各興辦方式之適用及不適用之理由。	已加強補充本案之興辦方式適用性於報告中，依據計劃特性需求，各興辦方式之可行性、困難點說明，並分別針對第一期與第二期之推動模式建議。	第五章 表 5-5	P5-13 ~ P5-17
6.請依據前期及本年度計畫環境生態調查成果,針對未來施工及鹵水排放加強評估與說明對環境生態之可能影響，並據以研擬改善對策。	1.海淡廠對生態的影響分為施工階段及營運階段，施工階段主要的影響為取排水管線的埋設以及廠房建置的擾動；營運階段的影響主要在高鹽度鹵水排放對海域生態的影響。 2.施工方法應搭配海域環境狀況，考量對海域環境影響較小之工法以及低污染船隻和機具，如海面曳拉工法、海床開挖原土回填、定向鑽掘法…等，並設置污染防止膜，限縮挖掘造成懸浮物體擴散範圍 3.營運期間主要影響在鹵水排放，故進行鹵水擴散模擬以及鹵水生物試驗。以影響較大之情境一（1 組排放口）而言，鹵水擴散模擬的結果，鹽度影響多半集中於底部，在距離排放口 200 公尺處海水鹽度值約 34.75psu，與背景值之增量僅有 0.7%；其影響範圍多半集中在距離排放口 100 公尺處，此處鹽度最大約 34.85psu。浮游生物對鹽度的耐受性較大，大部分無脊椎動物可藉由調節滲透壓之生理作用以適應鹽度改變，魚類亦可藉調節滲透壓之生理作用或迴避行為以適應鹽度變化。	第六章	P6-89 ~ P6-97
7.請徵詢未出席委員提供書面意見，以利報告書修訂成果更臻完整。	謹遵辦理。	—	—

附錄一　臺南海水淡化廠興辦計畫檢討與環境生態補充監測期末報告審查意見及辦理情形(23/23)

審查意見	處理情形	答覆說明納入報告	
		章節/圖/表	頁次
8.請艾奕康工程顧問股份有限公司儘速參酌各位委員及各單位代表意見修正報告，於民國 105 年 1 月 11 日前提送期末報告修正稿乙式 15 份至本所，再由水源課召開工作會議審查。	謹遵辦理。	—	—

附錄二
薄膜模擬成果及相關型錄

CONCENTRATE RECIRCULATION

RO program licensed to:
Calculation created by: AECOM
Project name: TNSW4

HP Pump flow:	1071.9	m3/hr	Permeate flow:	420.00	m3/hr
			Raw water flow:	1050.0	m3/hr
			Total system recovery:	40.0	%
Feed pressure:	66.5	bar	Permeate recovery:	39.2	%
Feedwater Temperature:	15.0	C(59F)	Concentrate recirculation:	21.8	m3/hr
Feed water pH:	6.88		Element age:	3.0	years
Chem dose, ppm (100%):	22.7	H2SO4	Flux decline % per year:	5.0	
			Fouling Factor	0.86	
			Salt passage increase, %/yr:	7.0	
Average flux rate:	15.3	lm2hr	Feed type:	Seawater-well or MF/UF Pretreatment	

Stage	Perm. Flow	Flow/Vessel Feed	Flow/Vessel Conc	Flux	Beta	Conc.&Throt. Pressures		Element Type	Elem. No.	Array
	m3/hr	m3/hr	m3/hr	l/m2-hr		bar	bar			
1-1	420.0	11.2	6.8	15.3	1.02	64.3	0.0	SWC4B MAX	672	96x7

	Raw water		Feed water		Permeate		Concentrate	
Ion	mg/l	meq/l	mg/l	meq/l	mg/l	meq/l	mg/l	meq/l
Ca	390.0	19.5	395.3	19.7	0.265	0.0	649.8	32.4
Mg	1200.0	98.8	1216.2	100.1	0.814	0.1	1999.4	164.6
Na	11985.1	521.1	12146.9	528.1	39.021	1.7	19948.8	867.3
K	566.0	14.5	573.6	14.7	2.303	0.1	941.8	24.1
NH4	0.2	0.0	0.2	0.0	0.001	0.0	0.3	0.0
Ba	0.007	0.0	0.007	0.0	0.000	0.0	0.0	0.0
Sr	5.080	0.1	5.149	0.1	0.003	0.0	8.5	0.2
CO3	24.4	0.8	24.7	0.8	0.000	0.0	1.5	0.0
HCO3	250.0	4.1	253.3	4.2	1.320	0.0	341.8	5.6
SO4	2170.0	45.2	2199.4	45.8	1.601	0.0	3615.6	75.3
Cl	21404.1	603.8	21693.1	611.9	63.117	1.8	35630.8	1005.1
F	0.8	0.0	0.8	0.0	0.005	0.0	1.3	0.1
NO3	0.1	0.0	0.1	0.0	0.002	0.0	0.2	0.0
B	4.20		4.25		0.316		6.79	
SiO2	0.1		0.1		0.00		0.17	
CO2	1.22		42.38		42.38		42.38	
TDS	38000.1		38513.2		108.8		63146.7	
pH	8.10		6.88		4.77		6.58	

	Raw water	Feed water	Concentrate
CaSO4 / Ksp * 100:	17%	17%	31%
SrSO4 / Ksp * 100:	13%	14%	25%
BaSO4 / Ksp * 100:	21%	22%	39%
SiO2 saturation:	0%	0%	0%
Langelier Saturation Index	1.23	0.02	-0.03
Stiff & Davis Saturation Index	0.33	-0.88	-1.00
Ionic strength	0.74	0.75	1.22
Osmotic pressure	27.2 bar	27.6 bar	45.3 bar

Product performance calculations are based on nominal element performance when operated on a feed water of acceptable quality. The results shown on the printouts produced by this program are estimates of product performance. No guarantee of product or system performance is expressed or implied unless provided in a separate warranty statement signed by an authorized Hydranautics representative. Calculations for chemical consumption are provided for convenience and are based on various assumptions concerning water quality and composition. As the actual amount of chemical needed for pH adjustment is feedwater dependent and not membrane dependent, Hydranautics does not warrant chemical consumption. If a product or system warranty is required, please contact your Hydranautics representative. Non-standard or extended warranties may result in different pricing than previously quoted.
(8/63)

CONCENTRATE RECIRCULATION

RO program licensed to:
Calculation created by: AECOM
Project name: TNSW4

HP Pump flow:	1071.9	m3/hr	Permeate flow:	420.00	m3/hr
			Raw water flow:	1050.0	m3/hr
			Total system recovery:	40.0	%
Feed pressure:	66.5	bar	Permeate recovery:	39.2	%
Feedwater Temperature:	15.0	C(59F)	Concentrate recirculation:	21.8	m3/hr
Feed water pH:	6.88		Element age:	3.0	years
Chem dose, ppm (100%):	22.7	H2SO4	Flux decline % per year:	5.0	
			Fouling Factor	0.86	
			Salt passage increase, %/yr:	7.0	
Average flux rate:	15.3	lm2hr	Feed type:	Seawater-well or MF/UF Pretreatment	

Stage	Perm. Flow	Flow/Vessel Feed	Conc	Flux	Beta	Conc.&Throt. Pressures		Element Type	Elem. No.	Array
	m3/hr	m3/hr	m3/hr	l/m2-hr		bar	bar			
1-1	420.0	11.2	6.8	15.3	1.02	64.3	0.0	SWC4B MAX	672	96x7

Stg	Elem no.	Feed pres bar	Pres drop bar	Perm flow m3/hr	Perm Flux lm2hr	Beta	Perm sal TDS	Conc osm pres	Cumulative Perm Ion levels Ca	Mg	Cl	B	SiO2
1-1	1	66.5	0.4	0.9	22.1	1.03	59.2	30.0	0.15	0.47	33	0.18	0.00
1-1	2	66.1	0.4	0.8	19.6	1.03	65.5	32.5	0.17	0.51	37	0.19	0.00
1-1	3	65.7	0.3	0.7	17.3	1.03	72.4	35.2	0.18	0.57	40	0.21	0.00
1-1	4	65.4	0.3	0.6	15.0	1.02	80.1	37.8	0.20	0.63	45	0.24	0.00
1-1	5	65.1	0.3	0.5	12.9	1.02	88.6	40.4	0.23	0.69	49	0.26	0.00
1-1	6	64.8	0.2	0.4	10.9	1.02	97.8	42.9	0.25	0.77	55	0.29	0.00
1-1	7	64.6	0.2	0.4	9.2	1.02	108.2	45.3	0.28	0.85	60	0.32	0.00

Stage	NDP bar
1-1	29.1

Product performance calculations are based on nominal element performance when operated on a feed water of acceptable quality. The results shown on the printouts produced by this program are estimates of product performance. No guarantee of product or system performance is expressed or implied unless provided in a separate warranty statement signed by an authorized Hydranautics representative. Calculations for chemical consumption are provided for convenience and are based on various assumptions concerning water quality and composition. As the actual amount of chemical needed for pH adjustment is feedwater dependent and not membrane dependent, Hydranautics does not warrant chemical consumption. If a product or system warranty is required, please contact your Hydranautics representative. Non-standard or extended warranties may result in different pricing than previously quoted.
(8/63)

CONCENTRATE RECIRCULATION

RO program licensed to:
Calculation created by: AECOM
Project name: TNSW4B

HP Pump flow:	2125.0	m3/hr	Permeate flow:	20000.00	m3/d
			Raw water flow:	50000.0	m3/d
			Total system recovery:	40.0	%
Feed pressure:	61.3	bar	Permeate recovery:	39.2	%
Feedwater Temperature:	15.0	C(59F)	Concentrate recirculation:	1000.0	m3/d
Feed water pH:	6.88		Element age:	2.0	years
Chem dose, ppm (100%):	21.6	H2SO4	Flux decline % per year:	5.0	
			Fouling Factor	0.86	
			Salt passage increase, %/yr:	7.0	
Average flux rate:	15.3	lm2hr	Feed type:	Seawater-well or MF/UF Pretreatment	

Stage	Perm. Flow	Flow/Vessel Feed	Flow/Vessel Conc	Flux	Beta	Conc.&Throt. Pressures		Element Type	Elem. No.	Array
	m3/hr	m3/hr	m3/hr	l/m2-hr		bar	bar			
1-1	833.3	11.2	6.8	15.3	1.02	59.1	0.0	SWC4B MAX	1330	190x7

	Raw water		Feed water		Permeate		Concentrate	
Ion	mg/l	meq/l	mg/l	meq/l	mg/l	meq/l	mg/l	meq/l
Ca	390.0	19.5	395.1	19.7	0.250	0.0	649.8	32.4
Mg	1200.0	98.8	1215.7	100.1	0.768	0.1	1999.5	164.6
Na	10934.0	475.4	11076.3	481.6	33.580	1.5	18200.7	791.3
K	566.0	14.5	573.4	14.7	2.172	0.1	941.9	24.2
NH4	0.2	0.0	0.2	0.0	0.001	0.0	0.3	0.0
Ba	0.007	0.0	0.007	0.0	0.000	0.0	0.0	0.0
Sr	5.080	0.1	5.146	0.1	0.003	0.0	8.5	0.2
CO3	23.0	0.8	9.8	0.3	0.000	0.0	1.4	0.0
HCO3	250.0	4.1	253.2	4.2	1.234	0.0	341.7	5.6
SO4	2170.0	45.2	2198.3	45.8	1.497	0.0	3615.7	75.3
Cl	19800.0	558.5	20057.9	565.8	54.583	1.5	32963.2	929.8
F	0.8	0.0	0.8	0.0	0.004	0.0	1.3	0.1
NO3	0.1	0.0	0.1	0.0	0.002	0.0	0.2	0.0
B	4.20		4.25		0.298		6.80	
SiO2	0.1		0.1		0.00		0.17	
CO2	1.25		42.81		42.81		42.81	
TDS	35330.2		35790.3		94.4		58731.1	
pH	8.10		6.88		4.74		6.58	

	Raw water	Feed water	Concentrate
CaSO4 / Ksp * 100:	17%	18%	33%
SrSO4 / Ksp * 100:	14%	14%	27%
BaSO4 / Ksp * 100:	23%	23%	41%
SiO2 saturation:	0%	0%	0%
Langelier Saturation Index	1.18	-0.03	-0.03
Stiff & Davis Saturation Index	0.30	-0.91	-0.99
Ionic strength	0.69	0.70	1.15
Osmotic pressure	25.2 bar	25.5 bar	41.9 bar

Product performance calculations are based on nominal element performance when operated on a feed water of acceptable quality. The results shown on the printouts produced by this program are estimates of product performance. No guarantee of product or system performance is expressed or implied unless provided in a separate warranty statement signed by an authorized Hydranautics representative. Calculations for chemical consumption are provided for convenience and are based on various assumptions concerning water quality and composition. As the actual amount of chemical needed for pH adjustment is feedwater dependent and not membrane dependent, Hydranautics does not warrant chemical consumption. If a product or system warranty is required, please contact your Hydranautics representative. Non-standard or extended warranties may result in different pricing than previously quoted.
(8/63)

CONCENTRATE RECIRCULATION

RO program licensed to:
Calculation created by: AECOM
Project name: TNSW4B

HP Pump flow:	2125.0	m3/hr	Permeate flow:	20000.00	m3/d
			Raw water flow:	50000.0	m3/d
			Total system recovery:	40.0	%
Feed pressure:	61.3	bar	Permeate recovery:	39.2	%
Feedwater Temperature:	15.0	C(59F)	Concentrate recirculation:	1000.0	m3/d
Feed water pH:	6.88		Element age:	2.0	years
Chem dose, ppm (100%):	21.6	H2SO4	Flux decline % per year:	5.0	
			Fouling Factor	0.86	
			Salt passage increase, %/yr:	7.0	
Average flux rate:	15.3	lm2hr	Feed type:	Seawater-well or MF/UF Pretreatment	

Stage	Perm. Flow	Flow/Vessel Feed	Conc	Flux	Beta	Conc.&Throt. Pressures		Element Type	Elem. No.	Array
	m3/hr	m3/hr	m3/hr	l/m2-hr		bar	bar			
1-1	833.3	11.2	6.8	15.3	1.02	59.1	0.0	SWC4B MAX	1330	190x7

Stg	Elem no.	Feed pres bar	Pres drop bar	Perm flow m3/hr	Perm Flux lm2hr	Beta	Perm sal TDS	Conc osm pres	Cumulative Perm Ion levels Ca	Mg	Cl	B	SiO2
1-1	1	61.3	0.4	0.9	22.0	1.03	51.7	27.7	0.14	0.44	29	0.17	0.00
1-1	2	60.9	0.4	0.8	19.6	1.03	57.1	30.1	0.16	0.48	32	0.18	0.00
1-1	3	60.5	0.3	0.7	17.3	1.03	63.0	32.5	0.17	0.53	35	0.20	0.00
1-1	4	60.2	0.3	0.6	15.1	1.02	69.6	34.9	0.19	0.59	39	0.22	0.00
1-1	5	59.9	0.3	0.5	13.0	1.02	76.9	37.4	0.21	0.65	43	0.24	0.00
1-1	6	59.6	0.2	0.5	11.0	1.02	84.9	39.7	0.23	0.72	48	0.27	0.00
1-1	7	59.4	0.2	0.4	9.3	1.02	93.9	41.9	0.26	0.79	52	0.30	0.00

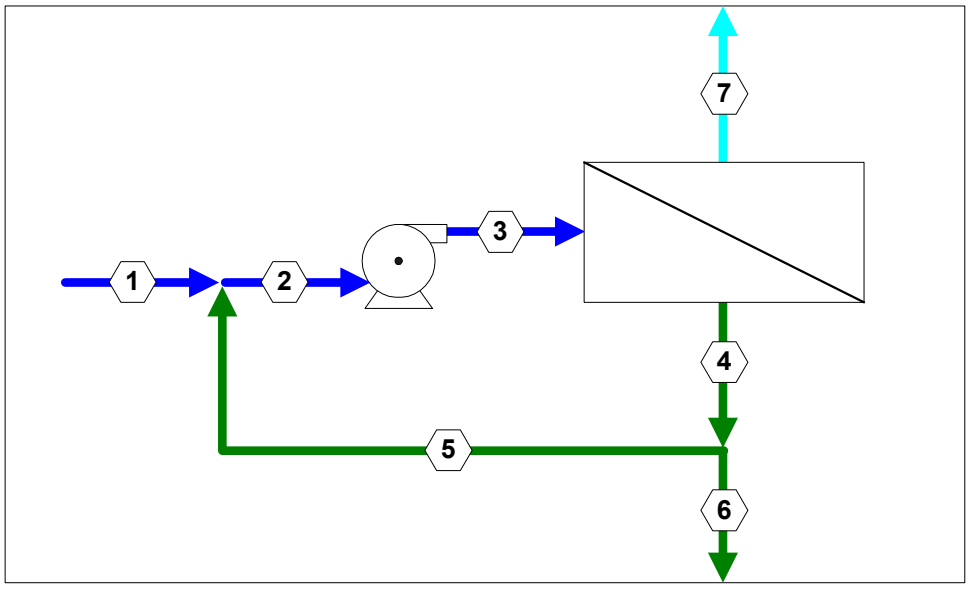
Stage	NDP bar
1-1	26.6

Product performance calculations are based on nominal element performance when operated on a feed water of acceptable quality. The results shown on the printouts produced by this program are estimates of product performance. No guarantee of product or system performance is expressed or implied unless provided in a separate warranty statement signed by an authorized Hydranautics representative. Calculations for chemical consumption are provided for convenience and are based on various assumptions concerning water quality and composition. As the actual amount of chemical needed for pH adjustment is feedwater dependent and not membrane dependent, Hydranautics does not warrant chemical consumption. If a product or system warranty is required, please contact your Hydranautics representative. Non-standard or extended warranties may result in different pricing than previously quoted.
(8/63)

TNSW4

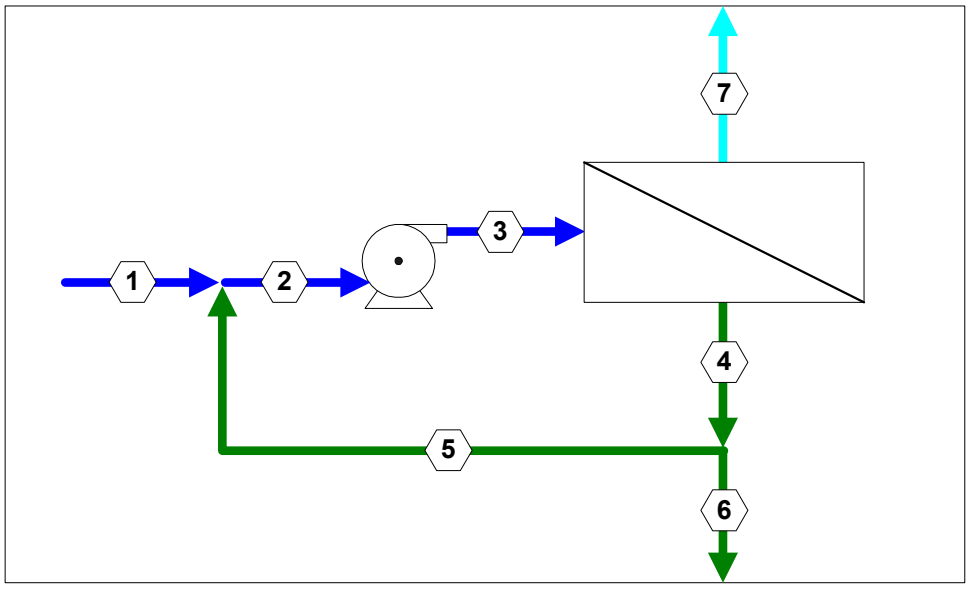
11/29/15

CONCENTRATE RECYCLING



		1	2	3	4	5	6	7
Flow	m3/hr	1050.0	1071.9	1071.9	651.9	21.8	630.1	420.0
Pressure	bar	0.0	0.0	66.5	64.3	0.0	0.0	0.0
TDS (ppm)		38000.1	38513.2	38513.2	63146.7	63146.7	63146.7	108.8

CONCENTRATE RECYCLING



		1	2	3	4	5	6	7
Flow	m3/hr	2083.3	2125.0	2125.0	1291.7	41.7	1250.0	833.3
Pressure	bar	0.0	0.0	61.3	59.1	0.0	0.0	0.0
TDS (ppm)		35330.2	35790.3	35790.3	58731.1	58731.1	58731.1	94.4

Project name: TNSW4

Permeate COMPOSITION AFTER TREATMENT

pH	8.29	
Turb	0.0	
E. cond	333	uS/cm
CO2	0.60	ppm
H2S	0.0	ppm
Temp	15.0	C
SDI	0.0	15min
TDS	187.0	ppm
Fe	0.000	ppm

Ion	mg/l	meq/l
Ca	15.9	0.80
Mg	0.8	0.07
Na	43.6	1.90
K	2.3	0.06
NH4	0.0	0.00
Ba	0.000	0.00
Sr	0.003	0.00
CO3	0.5	0.02
HCO3	59.1	0.97
SO4	1.6	0.03
Cl	63.1	1.78
F	0.0	0.00
NO3	0.0	0.00
B	0.3	0.00
SiO2	0.00	

CaSO4 / Ksp * 100:	0%
SrSO4 / Ksp * 100:	0%
BaSO4 / Ksp * 100:	0%
SiO2 saturation:	0%
Langelier Saturation Index	-0.49
RI	9.28
Ionic strength	0.003
Osmotic pressure	1.8 psi

Chemicals added, ppm:

NaOH	8.0
NaHCO3	0.0
Na2CO3	0.0
Ca(OH)2	29.0
H2SO4	0.0
HCl	0.0
CO2	-41.8

Product performance calculations are based on nominal element performance when operated on a feed water of acceptable quality. The results shown on the printouts produced by this program are estimates of product performance. No guarantee of product or system performance is expressed or implied unless provided in a separate warranty statement signed by an authorized Hydranautics representative. Calculations for chemical consumption are provided for convenience and are based on various assumptions concerning water quality and composition. As the actual amount of chemical needed for pH adjustment is feedwater dependent and not membrane dependent, Hydranautics does not warrant chemical consumption. If a product or system warranty is required, please contact your Hydranautics representative. Non-standard or extended warranties may result in different pricing than previously quoted.
(8/63)

Project name: TNSW4B

Permeate COMPOSITION AFTER TREATMENT

pH	8.08	
Turb	0.0	
E. cond	302	uS/cm
CO2	0.90	ppm
H2S	0.0	ppm
Temp	15.0	C
SDI	0.0	15min
TDS	173.0	ppm
Fe	0.000	ppm

Ion	mg/l	meq/l
Ca	15.4	0.77
Mg	0.8	0.06
Na	38.8	1.68
K	2.2	0.06
NH4	0.0	0.00
Ba	0.000	0.00
Sr	0.003	0.00
CO3	0.3	0.01
HCO3	59.3	0.97
SO4	1.5	0.03
Cl	54.6	1.54
F	0.0	0.00
NO3	0.0	0.00
B	0.3	0.00
SiO2	0.00	

CaSO4 / Ksp * 100:	0%
SrSO4 / Ksp * 100:	0%
BaSO4 / Ksp * 100:	0%
SiO2 saturation:	0%
Langelier Saturation Index	-0.72
RI	9.52
Ionic strength	0.003
Osmotic pressure	1.6 psi

Chemicals added, ppm:

NaOH	9.0
NaHCO3	0.0
Na2CO3	0.0
Ca(OH)2	28.0
H2SO4	0.0
HCl	0.0
CO2	-41.9

Product performance calculations are based on nominal element performance when operated on a feed water of acceptable quality. The results shown on the printouts produced by this program are estimates of product performance. No guarantee of product or system performance is expressed or implied unless provided in a separate warranty statement signed by an authorized Hydranautics representative. Calculations for chemical consumption are provided for convenience and are based on various assumptions concerning water quality and composition. As the actual amount of chemical needed for pH adjustment is feedwater dependent and not membrane dependent, Hydranautics does not warrant chemical consumption. If a product or system warranty is required, please contact your Hydranautics representative. Non-standard or extended warranties may result in different pricing than previously quoted.
(8/63)

CONCENTRATE RECIRCULATION

RO program licensed to:
Calculation created by: AECOM
Project name: TNSW4

HP Pump flow:	1071.9	m3/hr	Permeate flow:	420.00	m3/hr
			Raw water flow:	1050.0	m3/hr
			Total system recovery:	40.0	%
Feed pressure:	58.3	bar	Permeate recovery:	39.2	%
Feedwater Temperature:	33.0	C(91F)	Concentrate recirculation:	21.8	m3/hr
Feed water pH:	6.88		Element age:	3.0	years
Chem dose, ppm (100%):	42.3	H2SO4	Flux decline % per year:	5.0	
			Fouling Factor	0.86	
			Salt passage increase, %/yr:	7.0	
Average flux rate:	15.3	lm2hr	Feed type:	Seawater-well or MF/UF Pretreatment	

Stage	Perm. Flow	Flow/Vessel Feed	Flow/Vessel Conc	Flux	Beta	Conc.&Throt. Pressures		Element Type	Elem. No.	Array
	m3/hr	m3/hr	m3/hr	l/m2-hr		bar	bar			
1-1	420.0	11.2	6.8	15.3	1.01	56.2	0.0	SWC4B MAX	672	96x7

	Raw water		Feed water		Permeate		Concentrate	
Ion	mg/l	meq/l	mg/l	meq/l	mg/l	meq/l	mg/l	meq/l
Ca	390.0	19.5	395.3	19.7	0.519	0.0	649.6	32.4
Mg	1200.0	98.8	1216.2	100.1	1.596	0.1	1998.9	164.5
Na	11986.7	521.2	12148.0	528.2	76.443	3.3	19926.5	866.4
K	566.0	14.5	573.6	14.7	4.510	0.1	940.3	24.1
NH4	0.2	0.0	0.2	0.0	0.002	0.0	0.3	0.0
Ba	0.007	0.0	0.007	0.0	0.000	0.0	0.0	0.0
Sr	5.080	0.1	5.149	0.1	0.007	0.0	8.5	0.2
CO3	47.5	1.6	48.1	1.6	0.000	0.0	3.3	0.1
HCO3	250.0	4.1	253.4	4.2	2.600	0.0	399.1	6.5
SO4	2170.0	45.2	2199.4	45.8	3.142	0.1	3614.6	75.3
Cl	21379.3	603.1	21667.1	611.2	123.623	3.5	35549.1	1002.8
F	0.8	0.0	0.8	0.0	0.009	0.0	1.3	0.1
NO3	0.1	0.0	0.1	0.0	0.004	0.0	0.2	0.0
B	4.20		4.25		0.741		6.51	
SiO2	0.1		0.1		0.00		0.17	
CO2	0.86		34.21		34.21		34.21	
TDS	38000.0		38511.6		213.2		63098.4	
pH	8.10		6.88		5.05		6.58	

	Raw water	Feed water	Concentrate
CaSO4 / Ksp * 100:	15%	15%	28%
SrSO4 / Ksp * 100:	12%	12%	23%
BaSO4 / Ksp * 100:	21%	22%	39%
SiO2 saturation:	0%	0%	0%
Langelier Saturation Index	1.68	0.47	0.43
Stiff & Davis Saturation Index	0.69	-0.52	-0.61
Ionic strength	0.74	0.75	1.22
Osmotic pressure	28.9 bar	29.3 bar	48.1 bar

Product performance calculations are based on nominal element performance when operated on a feed water of acceptable quality. The results shown on the printouts produced by this program are estimates of product performance. No guarantee of product or system performance is expressed or implied unless provided in a separate warranty statement signed by an authorized Hydranautics representative. Calculations for chemical consumption are provided for convenience and are based on various assumptions concerning water quality and composition. As the actual amount of chemical needed for pH adjustment is feedwater dependent and not membrane dependent, Hydranautics does not warrant chemical consumption. If a product or system warranty is required, please contact your Hydranautics representative. Non-standard or extended warranties may result in different pricing than previously quoted.
(8/63)

CONCENTRATE RECIRCULATION

RO program licensed to:
Calculation created by: AECOM
Project name: TNSW4

HP Pump flow:	1071.9	m3/hr	Permeate flow:	420.00	m3/hr
			Raw water flow:	1050.0	m3/hr
			Total system recovery:	40.0	%
Feed pressure:	58.3	bar	Permeate recovery:	39.2	%
Feedwater Temperature:	33.0	C(91F)	Concentrate recirculation:	21.8	m3/hr
Feed water pH:	6.88		Element age:	3.0	years
Chem dose, ppm (100%):	42.3	H2SO4	Flux decline % per year:	5.0	
			Fouling Factor	0.86	
			Salt passage increase, %/yr:	7.0	
Average flux rate:	15.3	lm2hr	Feed type:	Seawater-well or MF/UF Pretreatment	

Stage	Perm. Flow	Flow/Vessel Feed	Conc	Flux	Beta	Conc.&Throt. Pressures		Element Type	Elem. No.	Array
	m3/hr	m3/hr	m3/hr	l/m2-hr		bar	bar			
1-1	420.0	11.2	6.8	15.3	1.01	56.2	0.0	SWC4B MAX	672	96x7

Stg	Elem no.	Feed pres bar	Pres drop bar	Perm flow m3/hr	Perm Flux lm2hr	Beta	Perm sal TDS	Conc osm pres	Cumulative Perm Ion levels Ca	Mg	Cl	B	SiO2
1-1	1	58.3	0.4	1.1	27.0	1.04	94.5	32.5	0.24	0.74	53	0.34	0.00
1-1	2	57.9	0.4	0.9	22.1	1.03	109.4	35.7	0.28	0.86	61	0.39	0.00
1-1	3	57.5	0.3	0.7	17.9	1.02	126.0	38.8	0.32	0.99	70	0.45	0.00
1-1	4	57.2	0.3	0.6	14.2	1.02	144.5	41.6	0.37	1.13	80	0.51	0.00
1-1	5	56.9	0.3	0.4	10.9	1.02	165.5	44.1	0.42	1.29	92	0.58	0.00
1-1	6	56.7	0.2	0.3	8.5	1.02	188.0	46.3	0.48	1.47	105	0.66	0.00
1-1	7	56.4	0.2	0.3	6.6	1.01	212.7	48.1	0.54	1.66	118	0.74	0.00

Stage	NDP bar
1-1	18.8

Product performance calculations are based on nominal element performance when operated on a feed water of acceptable quality. The results shown on the printouts produced by this program are estimates of product performance. No guarantee of product or system performance is expressed or implied unless provided in a separate warranty statement signed by an authorized Hydranautics representative. Calculations for chemical consumption are provided for convenience and are based on various assumptions concerning water quality and composition. As the actual amount of chemical needed for pH adjustment is feedwater dependent and not membrane dependent, Hydranautics does not warrant chemical consumption. If a product or system warranty is required, please contact your Hydranautics representative. Non-standard or extended warranties may result in different pricing than previously quoted.
(8/63)

CONCENTRATE RECIRCULATION

RO program licensed to:
Calculation created by: AECOM
Project name: TNSW4B

HP Pump flow:	2125.0	m3/hr	Permeate flow:	20000.00	m3/d
			Raw water flow:	50000.0	m3/d
			Total system recovery:	40.0	%
Feed pressure:	53.7	bar	Permeate recovery:	39.2	%
Feedwater Temperature:	33.0	C(91F)	Concentrate recirculation:	1000.0	m3/d
Feed water pH:	6.88		Element age:	2.0	years
Chem dose, ppm (100%):	40.0	H2SO4	Flux decline % per year:	5.0	
			Fouling Factor	0.86	
			Salt passage increase, %/yr:	7.0	
Average flux rate:	15.3	lm2hr	Feed type:	Seawater-well or MF/UF Pretreatment	

Stage	Perm. Flow	Flow/Vessel Feed	Flow/Vessel Conc	Flux	Beta	Conc.&Throt. Pressures		Element Type	Elem. No.	Array
	m3/hr	m3/hr	m3/hr	l/m2-hr		bar	bar			
1-1	833.3	11.2	6.8	15.3	1.01	51.6	0.0	SWC4B MAX	1330	190x7

	Raw water		Feed water		Permeate		Concentrate	
Ion	mg/l	meq/l	mg/l	meq/l	mg/l	meq/l	mg/l	meq/l
Ca	390.0	19.5	395.1	19.7	0.490	0.0	649.7	32.4
Mg	1200.0	98.8	1215.6	100.1	1.508	0.1	1999.0	164.5
Na	10934.0	475.4	11075.9	481.6	65.852	2.9	18179.2	790.4
K	566.0	14.5	573.3	14.7	4.259	0.1	940.5	24.1
NH4	0.2	0.0	0.2	0.0	0.002	0.0	0.3	0.0
Ba	0.007	0.0	0.007	0.0	0.000	0.0	0.0	0.0
Sr	5.080	0.1	5.146	0.1	0.006	0.0	8.5	0.2
CO3	44.8	1.5	9.8	0.3	0.000	0.0	3.2	0.1
HCO3	250.0	4.1	253.2	4.2	2.429	0.0	396.9	6.5
SO4	2170.0	45.2	2198.3	45.8	2.937	0.1	3614.7	75.3
Cl	19800.0	558.5	20057.1	565.8	107.037	3.0	32928.2	928.9
F	0.8	0.0	0.8	0.0	0.009	0.0	1.3	0.1
NO3	0.1	0.0	0.1	0.0	0.004	0.0	0.2	0.0
B	4.20		4.25		0.699		6.53	
SiO2	0.1		0.1		0.00		0.17	
CO2	0.87		34.45		34.45		34.45	
TDS	35330.2		35789.1		185.2		58728.3	
pH	8.10		6.88		5.02		6.58	

	Raw water	Feed water	Concentrate
CaSO4 / Ksp * 100:	15%	16%	29%
SrSO4 / Ksp * 100:	13%	13%	24%
BaSO4 / Ksp * 100:	23%	23%	41%
SiO2 saturation:	0%	0%	0%
Langelier Saturation Index	1.57	0.36	0.43
Stiff & Davis Saturation Index	0.59	-0.62	-0.60
Ionic strength	0.69	0.70	1.15
Osmotic pressure	26.8 bar	27.1 bar	44.5 bar

Product performance calculations are based on nominal element performance when operated on a feed water of acceptable quality. The results shown on the printouts produced by this program are estimates of product performance. No guarantee of product or system performance is expressed or implied unless provided in a separate warranty statement signed by an authorized Hydranautics representative. Calculations for chemical consumption are provided for convenience and are based on various assumptions concerning water quality and composition. As the actual amount of chemical needed for pH adjustment is feedwater dependent and not membrane dependent, Hydranautics does not warrant chemical consumption. If a product or system warranty is required, please contact your Hydranautics representative. Non-standard or extended warranties may result in different pricing than previously quoted.
(8/63)

CONCENTRATE RECIRCULATION

RO program licensed to:
Calculation created by: AECOM
Project name: TNSW4B

HP Pump flow:	2125.0	m3/hr	Permeate flow:	20000.00	m3/d
			Raw water flow:	50000.0	m3/d
			Total system recovery:	40.0	%
Feed pressure:	53.7	bar	Permeate recovery:	39.2	%
Feedwater Temperature:	33.0	C(91F)	Concentrate recirculation:	1000.0	m3/d
Feed water pH:	6.88		Element age:	2.0	years
Chem dose, ppm (100%):	40.0	H2SO4	Flux decline % per year:	5.0	
			Fouling Factor	0.86	
			Salt passage increase, %/yr:	7.0	
Average flux rate:	15.3	lm2hr	Feed type:	Seawater-well or MF/UF Pretreatment	

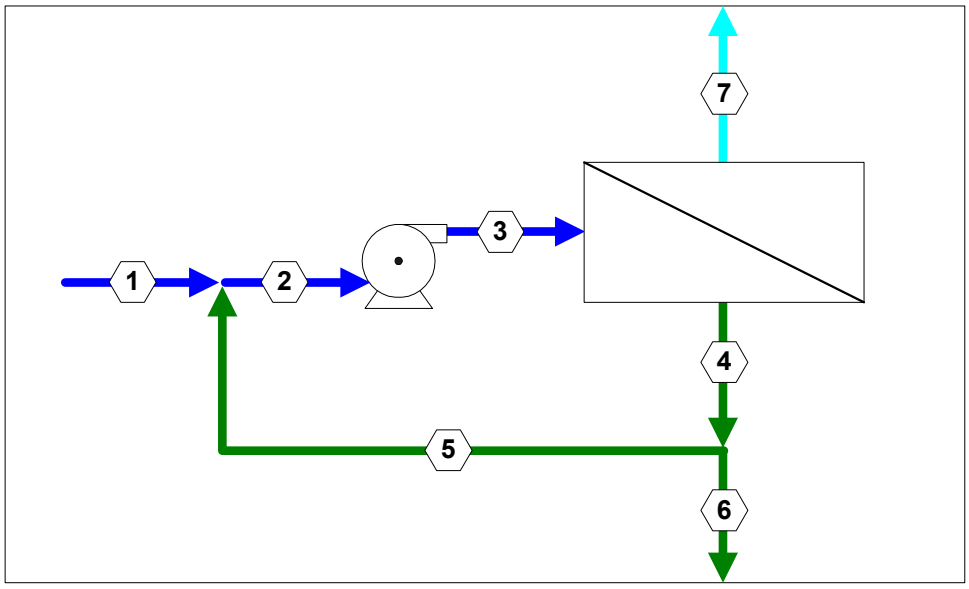
Stage	Perm. Flow	Flow/Vessel Feed	Conc	Flux	Beta	Conc.&Throt. Pressures		Element Type	Elem. No.	Array
	m3/hr	m3/hr	m3/hr	l/m2-hr		bar	bar			
1-1	833.3	11.2	6.8	15.3	1.01	51.6	0.0	SWC4B MAX	1330	190x7

Stg	Elem no.	Feed pres bar	Pres drop bar	Perm flow m3/hr	Perm Flux lm2hr	Beta	Perm sal TDS	Conc osm pres	Cumulative Perm Ion levels Ca	Mg	Cl	B	SiO2
1-1	1	53.7	0.4	1.1	27.0	1.04	82.5	30.1	0.23	0.70	46	0.32	0.00
1-1	2	53.3	0.4	0.9	22.2	1.03	95.2	33.0	0.26	0.81	53	0.37	0.00
1-1	3	52.9	0.3	0.7	17.9	1.02	109.5	35.9	0.30	0.93	61	0.42	0.00
1-1	4	52.6	0.3	0.6	14.3	1.02	125.5	38.5	0.34	1.06	70	0.48	0.00
1-1	5	52.3	0.3	0.4	11.0	1.02	143.7	40.9	0.39	1.21	80	0.55	0.00
1-1	6	52.1	0.2	0.3	8.5	1.02	163.3	42.9	0.45	1.38	91	0.62	0.00
1-1	7	51.9	0.2	0.3	6.5	1.01	184.8	44.5	0.51	1.56	103	0.70	0.00

Stage	NDP bar
1-1	17.1

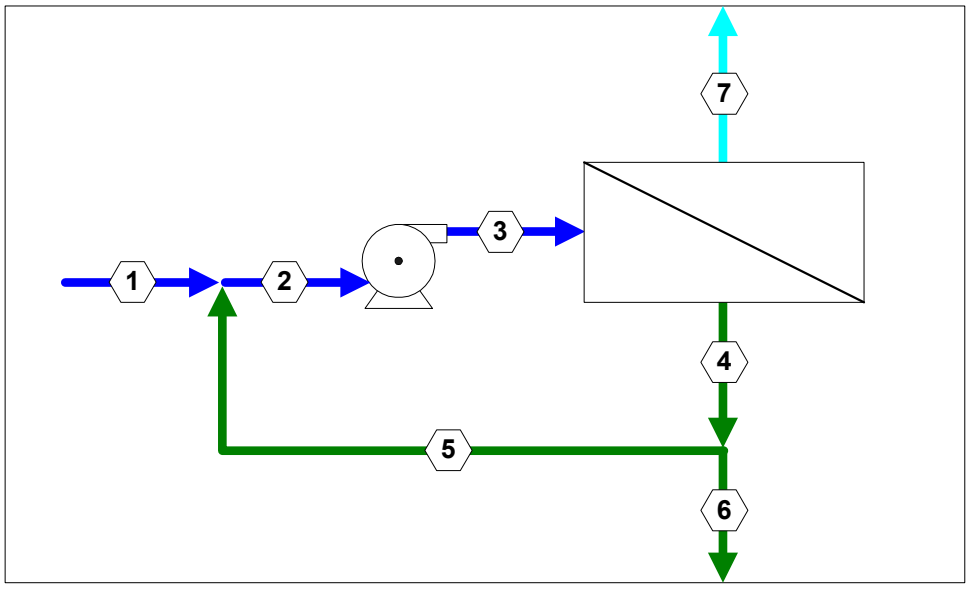
Product performance calculations are based on nominal element performance when operated on a feed water of acceptable quality. The results shown on the printouts produced by this program are estimates of product performance. No guarantee of product or system performance is expressed or implied unless provided in a separate warranty statement signed by an authorized Hydranautics representative. Calculations for chemical consumption are provided for convenience and are based on various assumptions concerning water quality and composition. As the actual amount of chemical needed for pH adjustment is feedwater dependent and not membrane dependent, Hydranautics does not warrant chemical consumption. If a product or system warranty is required, please contact your Hydranautics representative. Non-standard or extended warranties may result in different pricing than previously quoted.
(8/63)

CONCENTRATE RECYCLING



		1	2	3	4	5	6	7
Flow	m3/hr	1050.0	1071.9	1071.9	651.9	21.8	630.1	420.0
Pressure	bar	0.0	0.0	58.3	56.2	0.0	0.0	0.0
TDS (ppm)		38000.0	38511.6	38511.6	63098.4	63098.4	63098.4	213.2

CONCENTRATE RECYCLING



		1	2	3	4	5	6	7
Flow	m3/hr	2083.3	2125.0	2125.0	1291.7	41.7	1250.0	833.3
Pressure	bar	0.0	0.0	53.7	51.6	0.0	0.0	0.0
TDS (ppm)		35330.2	35789.1	35789.1	58728.3	58728.3	58728.3	185.2

Project name: TNSW4

Permeate COMPOSITION AFTER TREATMENT

pH	8.03	
Turb	0.0	
E. cond	535	uS/cm
CO2	0.70	ppm
H2S	0.0	ppm
Temp	33.0	C
SDI	0.0	15min
TDS	275.0	ppm
Fe	0.000	ppm

Ion	mg/l	meq/l
Ca	12.4	0.62
Mg	1.6	0.13
Na	80.5	3.50
K	4.5	0.12
NH4	0.0	0.00
Ba	0.000	0.00
Sr	0.007	0.00
CO3	0.4	0.01
HCO3	48.2	0.79
SO4	3.1	0.07
Cl	123.6	3.49
F	0.0	0.00
NO3	0.0	0.00
B	0.7	0.00
SiO2	0.00	

CaSO4 / Ksp * 100:	0%
SrSO4 / Ksp * 100:	0%
BaSO4 / Ksp * 100:	0%
SiO2 saturation:	0%
Langelier Saturation Index	-0.58
RI	9.18
Ionic strength	0.005
Osmotic pressure	3.0 psi

Chemicals added, ppm:

NaOH	7.0
NaHCO3	0.0
Na2CO3	0.0
Ca(OH)2	22.0
H2SO4	0.0
HCl	0.0
CO2	-33.5

Product performance calculations are based on nominal element performance when operated on a feed water of acceptable quality. The results shown on the printouts produced by this program are estimates of product performance. No guarantee of product or system performance is expressed or implied unless provided in a separate warranty statement signed by an authorized Hydranautics representative. Calculations for chemical consumption are provided for convenience and are based on various assumptions concerning water quality and composition. As the actual amount of chemical needed for pH adjustment is feedwater dependent and not membrane dependent, Hydranautics does not warrant chemical consumption. If a product or system warranty is required, please contact your Hydranautics representative. Non-standard or extended warranties may result in different pricing than previously quoted.
(8/63)

Project name: TNSW4B

Permeate COMPOSITION AFTER TREATMENT

pH	7.83	
Turb	0.0	
E. cond	474	uS/cm
CO2	1.10	ppm
H2S	0.0	ppm
Temp	33.0	C
SDI	0.0	15min
TDS	247.0	ppm
Fe	0.000	ppm

Ion	mg/l	meq/l
Ca	11.3	0.56
Mg	1.5	0.12
Na	71.0	3.09
K	4.3	0.11
NH4	0.0	0.00
Ba	0.000	0.00
Sr	0.006	0.00
CO3	0.2	0.01
HCO3	48.1	0.79
SO4	2.9	0.06
Cl	107.0	3.02
F	0.0	0.00
NO3	0.0	0.00
B	0.7	0.00
SiO2	0.00	

CaSO4 / Ksp * 100:	0%
SrSO4 / Ksp * 100:	0%
BaSO4 / Ksp * 100:	0%
SiO2 saturation:	0%
Langelier Saturation Index	-0.82
RI	9.46
Ionic strength	0.004
Osmotic pressure	2.6 psi

Chemicals added, ppm:

NaOH	9.0
NaHCO3	0.0
Na2CO3	0.0
Ca(OH)2	20.0
H2SO4	0.0
HCl	0.0
CO2	-33.3

Product performance calculations are based on nominal element performance when operated on a feed water of acceptable quality. The results shown on the printouts produced by this program are estimates of product performance. No guarantee of product or system performance is expressed or implied unless provided in a separate warranty statement signed by an authorized Hydranautics representative. Calculations for chemical consumption are provided for convenience and are based on various assumptions concerning water quality and composition. As the actual amount of chemical needed for pH adjustment is feedwater dependent and not membrane dependent, Hydranautics does not warrant chemical consumption. If a product or system warranty is required, please contact your Hydranautics representative. Non-standard or extended warranties may result in different pricing than previously quoted.
(8/63)

Membrane Element SWC4+

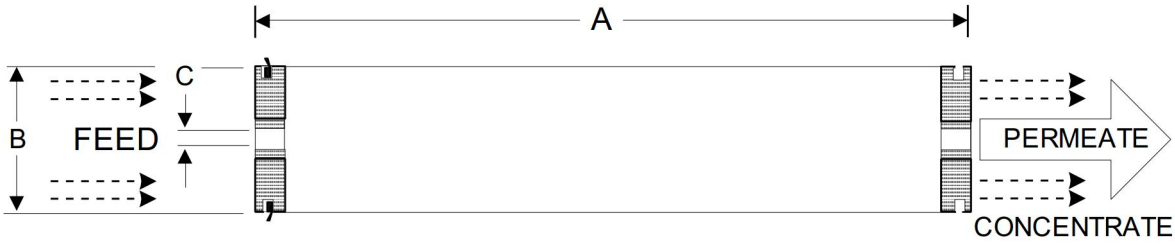
Performance:	Permeate Flow:	6,500 gpd (24.6 m^3/d)
	Salt Rejection:	99.8 % (99.7 % minimum)
	Boron Rejection (Typical):	93.0%†
Type	Configuration:	Spiral Wound
	Membrane Polymer:	Composite Polyamide
	Membrane Active Area:	400 ft^2 (37.1m^2)
Application Data*	Maximum Applied Pressure:	1200 psig (8.27 MPa)
	Maximum Chlorine Concentration:	< 0.1 PPM
	Maximum Operating Temperature:	113 °F (45 °C)
	pH Range, Continuous (Cleaning):	2-11 (1-13)*
	Maximum Feedwater Turbidity:	1.0 NTU
	Maximum Feedwater SDI (15 mins):	5.0
	Maximum Feed Flow:	75 GPM (17.0 m^3/h)
	Minimum Ratio of Concentrate to Permeate Flow for any Element:	5:1
	Maximum Pressure Drop for Each Element:	10 psi

* The limitations shown here are for general use. For specific projects, operating at more conservative values may ensure the best performance and longest life of the membrane. See Hydranautics Technical Bulletins for more detail on operation limits, cleaning pH, and cleaning temperatures.

Test Conditions

The stated performance is initial (data taken after 30 minutes of operation), based on the following conditions:

32,000 ppm NaCl
800 psi (5.5 MPa) Applied Pressure
77 °F (25 °C) Operating Temperature
10% Permeate Recovery
6.5 - 7.0 pH Range



A, inches (mm)	B, inches (mm)	C, inches (mm)	Weight, lbs. (kg)
40.0 (1016)	7.89 (200)	1.125 (28.6)	36 (16.4)

Notice: Permeate flow for individual elements may vary + or - 15 percent. Membrane active area may vary +/-4%. Element weight may vary. All membrane elements are supplied with a brine seal, interconnector, and o-rings. Elements are enclosed in a sealed polyethylene bag containing less than 1.0% sodium meta-bisulfite solution, and then packaged in a cardboard box.

† When tested at standard test conditions with 5.0ppm Boron in feed solution.

Hydranautics believes the information and data contained herein to be accurate and useful. The information and data are offered in good faith, but without guarantee, as conditions and methods of use of our products are beyond our control. Hydranautics assumes no liability for results obtained or damages incurred through the application of the presented information and data. It is the user's responsibility to determine the appropriateness of Hydranautics' products for the user's specific end uses. 10/07/13

Hydranautics Corporate: 401 Jones Road, Oceanside, CA 92058
1-800-CPA-PURE Phone: 760-901-2500 Fax: 760-901-2578 info@Hydranautics.com

Membrane Element SWC4B MAX

Performance:

Permeate Flow:	7,200 gpd (27.3 m^3/d)
Salt Rejection:	99.8 % (99.7 % minimum)
Boron Rejection (Typical):	95.0%†

Type

Configuration:	Spiral Wound
Membrane Polymer:	Composite Polyamide
Membrane Active Area:	440 ft^2 (40.8m^2)

Application Data*

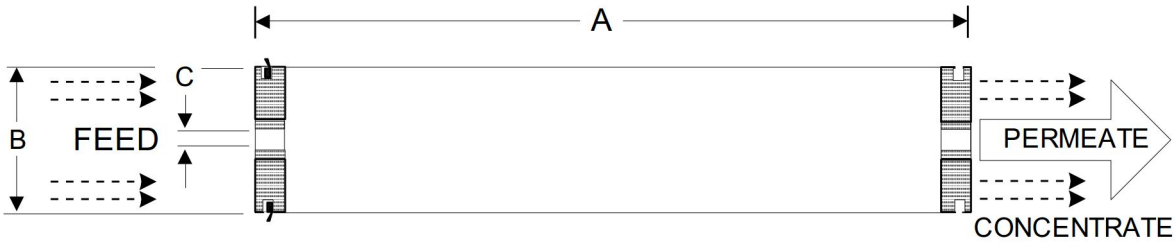
Maximum Applied Pressure:	1200 psig (8.27 MPa)
Maximum Chlorine Concentration:	< 0.1 PPM
Maximum Operating Temperature:	113 °F (45 °C)
pH Range, Continuous (Cleaning):	2-11 (1-13)*
Maximum Feedwater Turbidity:	1.0 NTU
Maximum Feedwater SDI (15 mins):	5.0
Maximum Feed Flow:	75 GPM (17.0 m^3/h)
Minimum Ratio of Concentrate to Permeate Flow for any Element:	5:1
Maximum Pressure Drop for Each Element:	10 psi

* The limitations shown here are for general use. For specific projects, operating at more conservative values may ensure the best performance and longest life of the membrane. See Hydranautics Technical Bulletins for more detail on operation limits, cleaning pH, and cleaning temperatures.

Test Conditions

The stated performance is initial (data taken after 30 minutes of operation), based on the following conditions:

32,000 ppm NaCl
800 psi (5.5 MPa) Applied Pressure
77 °F (25 °C) Operating Temperature
10% Permeate Recovery
6.5 - 7.0 pH Range



A, inches (mm)	B, inches (mm)	C, inches (mm)	Weight, lbs. (kg)
40.0 (1016)	7.89 (200)	1.125 (28.6)	36 (16.4)

Notice: Permeate flow for individual elements may vary + or - 15 percent. Membrane active area may vary +/-4%. Element weight may vary. All membrane elements are supplied with a brine seal, interconnector, and o-rings. Elements are enclosed in a sealed polyethylene bag containing less than 1.0% sodium meta-bisulfite solution, and then packaged in a cardboard box.

† When tested at standard test conditions with 5.0ppm Boron in feed solution.

Hydranautics believes the information and data contained herein to be accurate and useful. The information and data are offered in good faith, but without guarantee, as conditions and methods of use of our products are beyond our control. Hydranautics assumes no liability for results obtained or damages incurred through the application of the presented information and data. It is the user's responsibility to determine the appropriateness of Hydranautics' products for the user's specific end uses. 10/7/13

Hydranautics Corporate: 401 Jones Road, Oceanside, CA 92058
1-800-CPA-PURE Phone: 760-901-2500 Fax: 760-901-2578 info@Hydranautics.com

附錄三
鹵水擴散模擬

臺南海水淡化廠鹵水擴散數值模擬

1 研究動機

為因應未來南部水資源之需求，水利單位規劃在七股海域興建一座海水淡化廠，產生之鹵水總計排放量約為360,000 CMD，並規劃4個或8個潛式排放管由底床將處理後之鹵水直接排入海域中。本研究目標係將規劃之鹵水排放口與排放條件，應用二維及三維擴散傳輸模式模擬鹵水排放至海域後之擴散傳輸現象，模擬結果可以作為規劃設計之參考依據。

2 數值模式理論架構

本模擬之區域南起安平漁港南側，北至將軍漁港北側，並以將軍漁港潮位站與安平港潮位站作為計算使用之水位邊界條件。在考量邊界條件之限制下，先利用國立成功大學水工試驗研發之二維水動力擴散模式（THL2D）模擬安平漁港與將軍漁港之間的大範圍（M1）之水動力變化（包含潮汐與波浪效應），分析其鹵水擴散的範圍，將其結果將作為選取小區域（M2）三維分層擴散模式計算範圍之依據與邊界條件；本計畫建立之三維與二維數值模式簡介如下。

(1) 三維水動力及鹽度擴散模式

在近岸海域，海流主要在水平方向流動，此時海流在水深方向的加速度遠小於重力加速度，其值可被合理地忽略，則水深方向之動量方程式將可簡化成靜水壓方程式，則主導近岸海域海流運動之控制方程式可以表示如下:

- 連續方程式 （continuity equation）

$$\frac{\partial \rho}{\partial t}+\frac{\partial u}{\partial t}+\frac{\partial v}{\partial x}+\frac{\partial w}{\partial z}=0 \qquad (1)$$

- x-方向動量方程式 （momentum equations）

$$\frac{\partial u}{\partial t}+\frac{\partial (uu)}{\partial x}+\frac{\partial (uv)}{\partial y}+\frac{\partial (uw)}{\partial z}=fv-\frac{1}{\rho}\frac{\partial p}{\partial x}+\frac{1}{\rho}\left(\frac{\partial \tau_{xx}}{\partial x}+\frac{\partial \tau_{xy}}{\partial y}+\frac{\partial \tau_{xz}}{\partial z}\right) \qquad (2)$$

- y-方向動量方程式 （momentum equations）

$$\frac{\partial v}{\partial t}+\frac{\partial(uv)}{\partial x}+\frac{\partial(vv)}{\partial y}+\frac{\partial(vw)}{\partial z}=-fu-\frac{1}{\rho}\frac{\partial p}{\partial y}+\frac{1}{\rho}\left(\frac{\partial \tau_{yx}}{\partial x}+\frac{\partial \tau_{yy}}{\partial y}+\frac{\partial \tau_{yz}}{\partial z}\right) \quad (3)$$

- z-方向動量方程式 （momentum equations）

$$\frac{\partial p}{\partial z}+\rho g=0 \quad (4)$$

- 狀態方程式 （equation of state）

$$\rho=(5890+38T-0.375T^2+3s)/[(1779.5+11.25T-0.0745T^2) -(3.8+0.01T)s+0.698(5890+38T-0.375T^2+3s)] \quad (5)$$

本研究考量密度 r 僅為鹽度 s 之函數，並不會隨著溫度而改變。

- 鹽度擴散傳輸方程式 （transport equation of salinity）

$$\frac{\partial s}{\partial t}+\frac{\partial(us)}{\partial x}+\frac{\partial(vs)}{\partial y}+\frac{\partial(ws)}{\partial z} =\frac{\partial\left[D_x(\partial s/\partial x)\right]}{\partial x}+\frac{\partial\left[D_y(\partial s/\partial y)\right]}{\partial y}+\frac{\partial\left[\kappa(\partial s/\partial z)\right]}{\partial z} \quad (6)$$

- 紊流動能擴散傳輸方程式 （transport equation of turbulent kinematic energy）

$$\frac{\partial e}{\partial t}+\frac{\partial(ue)}{\partial x}+\frac{\partial(ve)}{\partial y}+\frac{\partial(we)}{\partial z} =\frac{\partial\left[D_x(\partial e/\partial x)\right]}{\partial x}+\frac{\partial\left[D_y(\partial e/\partial y)\right]}{\partial y}+\frac{\partial\left[E_e(\partial T/\partial z)\right]}{\partial z}+D_e-S_e \quad (7)$$

式中 x、y 及 z 分別為卡式座標系統三軸，u、v 及 w 分別為相對於卡式座標系統之流速分量，t 為時間，ρ 為海水密度，g 為重力加速度，f 為科氏力係數，p 為錶壓力，s 為鹽度，T 為溫度，e 為紊流動能，τ_{xx} τ_{xy} τ_{xz} τ_{yx} τ_{yy} τ_{yz} 為紊流剪應力，D_x、D_y、κ、κ'、E_e 分別為鹽度、溫度及紊流動能於卡式座標系統下所對應之離散係數，D_e 與 S_e 分別為紊流動能損失項及生成項。如對式（1）-（7）於每一水層進行垂直積分，並將紊流剪應力項之交換係數及流速梯度參數化，可得相對於第 k 層之水層平均方程式。控制方程式利用有限差分法進行空間離散，時間步階計算過程則利用蛙跳法（Leapfrog scheme）求解，並加入平滑模組 （smooth algorithm）確保模式疊帶計算時之穩定性。模式理論與基礎驗證可參見 Liou （1991）。

(2) 二維水動力模式

二維水動力模式之基本方程式係假設不可壓縮流體與靜水壓分佈來簡化Navier-Stokes方程式，再根據水深積分概念獲得模式使用之控制方程組。

- 連續方程式 （continuity equation）

$$\frac{\partial \zeta}{\partial t}+\frac{\partial (HU)}{\partial x}+\frac{\partial (HV)}{\partial y}=0 \qquad (8)$$

- 動量方程式 （momentum equations）

$$\frac{\partial U}{\partial t}+U\frac{\partial U}{\partial x}+V\frac{\partial U}{\partial y}+g\frac{\partial \zeta}{\partial x}+g\frac{U(U^2+V^2)^{1/2}}{C^2H}-\left(K_x\frac{\partial^2 U}{\partial x^2}+K_y\frac{\partial^2 U}{\partial y^2}\right)+\frac{1}{\rho H}\left(\frac{\partial S_{xx}}{\partial x}+\frac{\partial S_{xy}}{\partial y}\right)=0 \qquad (9)$$

$$\frac{\partial V}{\partial t}+U\frac{\partial V}{\partial x}+V\frac{\partial V}{\partial y}+g\frac{\partial \zeta}{\partial Y}+g\frac{V(U^2+V^2)^{1/2}}{C^2H}-\left(K_x\frac{\partial^2 V}{\partial y^2}+K_y\frac{\partial^2 V}{\partial x^2}\right)+\frac{1}{\rho H}\left(\frac{\partial S_{xy}}{\partial x}+\frac{\partial S_{yy}}{\partial y}\right)=0 \qquad (10)$$

式（8）（9）（10）構成求解水動力之控制方程組，式中ζ為水位變化，H為總水深，g為重力加速度，K_x與K_y分別為渦動黏滯係數，S_{xx}、S_{xy}、S_{yx}及S_{yy}為波浪引致之輻射應力（radiation stress）分量。本研究中考量引致流場變化的驅使力有水位變化梯度、底床摩擦力、紊流擾動及波浪碎波後釋放出之輻射應力，而表面風剪應力與科式力不予考慮。如將式（8）-（10） 搭配適當潮位邊界條件可利用交替方向隱式差分法（Alternating Direction Implicit, ADI）求解計算領域內未知之水位變化z與水平方向之平均流速U與V。潮間帶乾濕變化之處理部份則假設當平均水深小於 0.1公尺時，其相對流速分量即設定為零，不予計算，藉以模擬乾濕邊界。底床摩擦係數與渦動粘性係數需藉由實測資料來決定，詳述如后。完整的模式理論可見 Leendertse等人（1971） 及 Liou（1991）。

(3) RCPWAVE 波浪模式

式（9）與（10）中的輻射應力係根據 Longuet-Higgins 與Stewart （1964）提出之理論進行計算

$$\begin{bmatrix} S_{xx} & S_{xy} \\ S_{yx} & S_{yy} \end{bmatrix} = \frac{\rho g H_a^2}{8} \begin{bmatrix} n(1+\cos^2\theta) - \frac{1}{2} & \frac{n}{2}\sin 2\theta \\ \frac{n}{2}\sin 2\theta & n(1+\sin^2\theta) - \frac{1}{2} \end{bmatrix} \quad (11)$$

其中

$$n = \frac{c_g}{c} = \frac{1}{2}\left(1 + \frac{2kh}{\sinh 2kh}\right)$$

式中c為波速，c_g為群波速，k為週波數，q為波浪入射角，H_a為入射波波高，h為水深。式（11）計算輻射應力所需要的資料為波高、週期及波向，可根據不同物理問題來選用不同類型的波浪模式而獲得。波浪與潮汐共存時，在空間與時間量級尺度上，均有很顯著差別，兩者均需要同時模擬時仍有著困難性存在。然如不考慮波浪運動的瞬時變化，而只考慮波浪場之作用，即可大幅度的降低模擬的困難性。回顧本研究的主題，排放鹵水區域位處於青山港外海，考慮之範圍屬於水深較深之區域，結構物造成之波浪反射現象可以忽略，利用RCPWAVE （Regional Coastal Processes WAVE propagation model）（見Ebersole, 1985; Ebersole 等人，1986）做為波場計算之工具實為恰當之選擇。RCPWAVE 求解拋物線型態的緩坡方程式，能夠快速且準確地用於大範圍海域之計算，波浪折射（refraction）與底床導致之繞射（diffraction）現象。RCPWAVE控制方程式為

$$\frac{1}{a}\left\{\frac{\partial^2 a}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 a}{\partial y^2} + \frac{1}{cc_g}\left[\nabla a \cdot \nabla\left(cc_g\right)\right]\right\} + k^2 - |\nabla s|^2 = 0 \quad (12)$$

$$\frac{\partial}{\partial x}\left(a^2 cc|\nabla s|\cos\theta\right) - \frac{\partial}{\partial y}\left(a^2 cc|\nabla s|\sin\theta\right) = 0 \quad (13)$$

$$\frac{\partial}{\partial x}\left(|\nabla s|\sin\theta\right) - \frac{\partial}{\partial y}\left(|\nabla s|\cos\theta\right) = 0 \quad (14)$$

式中a為振幅，s為相位函數。模擬波浪碎波部分則採用碎波指標$g = H_a / h = 0.78$之指標進行判斷，碎波帶內流速則根據 Longuet-Higgins 與 Stewart （1964） 沿岸流理論進行估算。

整體來說，式（8）-（10） 搭配適當潮位邊界條件可利用交替方向隱式差分法（Alternating Direction Implicit, ADI）求解計算領域內未知之水位變化z與水平方向之平均流速U與V。潮間帶乾濕變化之處理部份則假設當平均水深小於0.1公尺時，其相對流速分量即設定為零，不予計算，藉以模擬乾濕邊界。底床摩擦係數與渦動粘性係數需藉由實測資料來決定，詳述如后。完整的模式理論可見Leendertse等人（1971）及Liou（1991）水動力模式建置、參數率定與驗證，

本計畫以2013/04/30/11:00-2013/05/16/00:00 於青山港鄰近海域實測海流資料（包含流速與流向）、安平與將軍漁港兩個潮位站之實測潮位為依據進行率定與驗證，以下進行說明。

2.1 計算範圍之選取與資料蒐集

圖1與圖2分別為本次計畫選定之模擬範圍及蒐集之七股海域地形原始資料，作為建構數值模式計算用地形之用。圖3呈現本研究計算時採用之大範圍之水深分佈圖，模擬時先計算大範圍（M1）之海流特性，其結果將利用於計算小範圍（M2）三維鹵水擴散模擬之用，整體計算條件彙整於表1。

2.2 率定與驗證

M1模式計算時南側與北側邊界分別採用安平漁港潮位站及將軍漁港潮位站之實測資料(圖4)。水動力驗證則採用2013年4月30日11:00至2013年5月19日00:00於（i）青山港外海區域之實測海況資料（包含沿岸流速、離岸流速及流向）、（ii）安平漁港實測潮位站（簡稱AP）及（iii）將軍漁港實測潮位站（簡稱JJ）作為水動力模式驗證用（詳細計算條件如表1及2）。波浪入射條件則根據國立成功大學近海水文中心於頂頭鵝汕外海佈設之浮標（見圖1），取每天的逐時資料進行平均作為計算條件（圖5）。模式計算時將領域旋轉至平行海岸線，左右兩側分別以AP與JJ實測潮位作為邊界條件，外海與陸地區域則採用開放及無滑移邊界條件。計算時，以2013年4月30日11:00至2013年5月3日00:00（共計61小時）作為冷啟動預備時間（spin-up time），忽略計算初期因數值震盪之不合理結果；後續2013年5月3日00:00至2013年5月19日00:00（共計16天）則為水動力驗證之用。圖6為模式與實測資料之比較結果，經敏感度測試選用K_x = 500(m^2/s)、K_y = 200（m^2/s）及C = 40.0其準確性可利用能力（Skill）進行量化，U 、V 、z 、AP及JJ之值分別為0.893、0.799、0.857、0.836及0.836，屬於高度準確性（Fisher等人, 1979）。

$$\text{SKILL} = 1 - \frac{\sum_{i=1}^{m} \left| x^* - y^* \right|^2}{\sum_{i=1}^{m} \left(\left| x^* - \bar{y} \right| + \left| y^* - \bar{y} \right| \right)^2} \qquad (15)$$

圖7為M1模式模擬七股海域漲潮與退潮之流速分布圖，由圖中可以觀察出漲潮時海域流況向東北，退潮往西南之區域，整體海流流向大致平行海岸線，與實

測海況相符。整體而言，M1可合理地重現當地海域流場，此結果有助於瞭解當地海潮流動力因素及鹵水擴散之影響，其計算結果亦可作為M2模式之潮位邊界條件。值得一提的是，圖8為波浪模式計算之輻射應力S_{xx}空間分布圖與碎波線位置，如加以利用Google衛星實測照片進行比對，碎波線與輻射應力均分布在碎波帶內，與衛星照片有"定性上"的符合程度。整體而言，本計畫規劃之排放口位置（圖8中site 1與site 2）屬於外海未碎波區域，距離碎波帶仍有相當程度之距離，因此建議本計畫於三維模擬時，並不需要考量波浪碎波後造成之波浪造流（wave-induced longshore current）之影響。M2模式計算時，依照當地潮差特性及模式穩定性測試後選定垂直方向共有七層，每層厚度由上（自由液面）往下（海底底床）分別為3公尺、2公尺、2公尺、2公尺、2公尺、2公尺及2公尺。圖9為M2模式使用之潮位邊界條件（由M1模式計算而得），與實測海況資料（包含沿岸流速、離岸流速及流向）及將軍漁港潮汐水位比較則呈現於圖10。圖中可以觀察出M2模式與實測資料吻合，U 、V 、z 、AP及JJ之值均分別大於 0.8，屬於高度準確性（Fisher等人, 1979）範圍。圖11為三維模式計算所得七股海域流場變化圖，漲潮時海域流況向東北，退潮往西南之區域，整體海流流向大致平行海岸線。整體而言，M1及M2模式在水動力部分均能夠合理地模擬當地主要的海流特性，其流場計算結果將可作為鹵水擴散模式計算之輸入條件。

3 鹵水三維擴散數值模擬

根據本計畫之規劃設計，鹵水預計於青山港外海底床位置進行2種可能方式排放，分別由4個或8個排放口經處理後排放入海，排放之鹵水鹽度均為55.5 psu，設計排放之放流水量則分別為176,983 CMD及353,967 CMD，而設置在青山漁港防北側近岸區域之取水口則分別抽取277,008 CMD及554,017 CMD鹵水排放之情境模擬有二：（案例1）4個排放口位置之水深約11公尺，於位址1排放353,967 CMD之鹵水，排放方式為24小時之連續排放；（案例2）8個排放口在外海處的約12公尺，靠近近岸的約11公尺，分別於位址1及2排放176,983 CMD之鹵水，排放方式為24小時之連續排放。整體排放條件及情境模擬案例彙整於表3及表4。以下就案例1與2分別進行敘述：

案例1係鹵水由靠近海側之4個排放口，由底部往上施放之方式進行鹵水施放，設計排放鹵水總計有353,967 CMD，每1個排放口平均施放88491.75 CMD之鹵水，排放鹵水的鹽度維55.0 psu，計算時排放口位置設置於M2模式之第5層。圖12呈現M2模式計算之三維鹵水於漲退潮時之擴散現象，由圖中可以看出鹵水排放後在漲退潮時受到當地潮汐特性影響，漲潮時往北擴散，而退潮時則往南擴

散。而計算結果也顯示，在靠近底層的鹽度相較於上層的鹽度來得高，此現象係鹽度密度比海水重所導致。圖13分別呈現第5、3、1層的空間鹽度分布圖，圖中可以觀察出鹵水在海底底部（第5層）排放後，其濃度分布在距離底部排放口200公尺處僅有約34.75 psu，其與背景值之增量僅有0.7%；其影響範圍多半集中在距離排放口100公尺處，此處鹽度最大約為34.85 psu，與海域鹽度背景值之增量也僅有約1.0%。在較淺水層之鹽度擴散現象進行觀察，其影響較小。圖14為排放口1之分層濃度歷線於計算最後8天之比較圖，圖中呼應上述的陳述，因鹵水密度較大，鹽度多半集中在底層（即距離水面約11公尺）處，往上層濃度影響十分有限。

案例2係鹵水由靠近海側4個排放口與其北側之4個排放口（共計8個排放口），由底部往上施放之方式進行鹵水施放，設計排放鹵水分別為176,983 CMD，即每1個排放口平均施放44245.75 CMD之鹵水，排放鹵水的鹽度為55.0 psu，計算時排放口位置設置於M2模式之第5層。圖15呈現M2模式計算之三維鹵水於漲退潮時之擴散現象，其結果與案例1相同，鹵水排放後在漲退潮時受到當地潮汐特性影響，漲潮時往北擴散，而退潮時則往南擴散。圖16分別呈現第5、3、1層的空間鹽度分布圖，圖中可以觀察出鹵水在海底底部（第5層）排放後，其鹽度分布在距離底部排放口100公尺處最大值僅有約34.75 psu，其與背景值之增量僅有 0.7%；其影響範圍多半集中在距離排放口100公尺處。在較淺水層之鹽度擴散現象進行觀察，其影響較小。圖17為排放口1之分層濃度歷線於計算最後8天之比較圖，與案例1相同，因鹵水密度較大，鹽度影響多半集中於底部（即距離水面約11公尺）處，往上層濃度影響十分有限。

4 結果與討論

本研究結果討論與建議彙整如下：

(1)與實測海況資料比較下，二維與三維水動力模式在與實測海況資料比較下，均能夠合理地重現當地海域流場特性。計算結果顯示，漲潮時海域流況向東北，退潮往西南之區域，整體海流流向大致平行海岸線，與實測海況相符。此結果有助於瞭解當地海潮流動力因素及鹵水擴散之影響。

(2)三維鹵水擴散模擬結果顯示，不論是案例1與案例2所排放之鹵水，其擴散方向均以西南-東北向為主，此與當地海流特性係有關。位處於青山漁港外海處之取水口與基地南側七股潟湖受到鹽度擴散之影響也十分有限。

(3)案例1之鹵水擴散模擬，因鹵水密度較大，其鹽度影響多半集中於底部，在距

離排放口200公尺處僅有約34.75 psu，其與背景值之增量僅有0.7%；其影響範圍多半集中在距離排放口100公尺處，此處鹽度最大約為34.85 psu，與海域鹽度背景值之增量也僅有約1.0%。在較淺水層之鹽度擴散現象進行觀察，其影響較小。

(4) 案例2鹵水擴散模擬，因鹵水密度較大，其鹽度影響多半集中於底部，其濃度分布在距離底部排放口200公尺處僅有約34.65 psu，其與背景值之增量僅有0.4%；在距離排放口100公尺處僅有約34.75 psu，其與背景值之增量僅有0.7%，在較淺水層之鹽度擴散現象進行觀察，其影響較小。

(5) 整體而言，案例2的擴散現象比案例1來的優異，此結果係與直觀判斷相同。案例2因為多了4個排放口，可以分擔單一出口的鹵水濃度，加以排放口位置更屬於深水區域，海流流速較大，相對稀釋能力自然更為優異。

參考文獻

1. Elder, J. W. (1959) “The dispersion of marked fluid in turbulent shear flow,” *J. Fluid Mech.*, 5, Part 4, 544-560
2. Fisher, H. B. (1973) “Longitudinal dispersion and turbulent mixing in open channel flow,” *A. Rev. Fluid Mech.*, 5, 59-78
3. Fisher, H. B., List, E. J., Koh, R. C. J., Imberger, J., Brooks, N. H. (1979) “Mixing in inland and coastal waters,” Academic Press Inc., San Diego.
4. Leendertse, J. J., Gritton, E. C. (1971) “A water-quality simulation model for well-mixed estuaries and coastal seas,” Vol. II, principles of computation. The Rand Corporation, July, Report No. R-708-NYC, 53
5. Liou, J. Y. (1991) Numerical modeling of tides and currents in central Puget Sound and Elliott Bay, Ph.D dissertation, University of Washington
6. Longuet-Higgins, M. S., Stewart, R. W. (1964) Radiation stress in water waves: a physical discussion with application, Deep-Sea Research, 11, 529-562

表1 模式計算條件

項目	水動力模式計算條件
M1模式面積	35公里× 21公里
M1格網大小	100公尺×100公尺
選轉原點座標（TWD67）	（165000,2535000）
轉角 （由正北向逆時針）	–90°
時間步長	5.0秒
M2模式面積	15公里× 12.3公里
M2格網大小	25公尺×25公尺
選轉原點座標（TWD67）	（156500,2555000）
轉角 （由正北向逆時針）	–90°
時間步長	2.0秒

表2 數值模式使用潮位測站及海流測站

	TWD67座標 （x, y）	M1模式座標 （x, y）	M2模式座標 （x, y）
將軍漁港 潮位站	（161216,2856563）	（333,101）	（265,31）
安平漁港 潮位站	（155903,2587319）	（73,6）	-
海流測站	（157860,2585786）	（308,125）	（215,79）

表3　鹵水排放口座標與排放條件

排放口	Site 1 TWD67 座標（x,y）	Site 2 TWD67 座標（x,y）	產水量 10 萬 CMD		產水量 20 萬 CMD	
			排/抽水量（CMD）	排放鹵水濃度（psu）	排/抽水量（CMD）	排放鹵水濃度（psu）
1	152394.92	151926.97	44245.75	55.0	88491.75	55.0
	2565708.21	2565887.20				
2	152399.38	151922.57	44245.75	55.0	88491.75	55.0
	2565722.53	2565872.86				
3	152403.89	151918.06	44245.75	55.0	88491.75	55.0
	2565736.84	2565858.56				
4	152408.30	151913.60	44245.75	55.0	88491.75	55.0
	2565751.18	2565844.23				
合計			176983.0	--	353967.0	--
取水口	153262.64		277008.0	--	554017.0	--
	2565479.90					
海域鹽度背景值			34.5 （psu）			
排放方式			24小時連續排放			

表4　三維鹵水擴散模擬條件

案例編號	說明	排放方式
1	Site1 排放 353967 CMD鹵水	24小時連續排放
2	Site 1 排放 176983 CMD鹵水 Site2 排放 176983 CMD鹵水	24小時連續排放

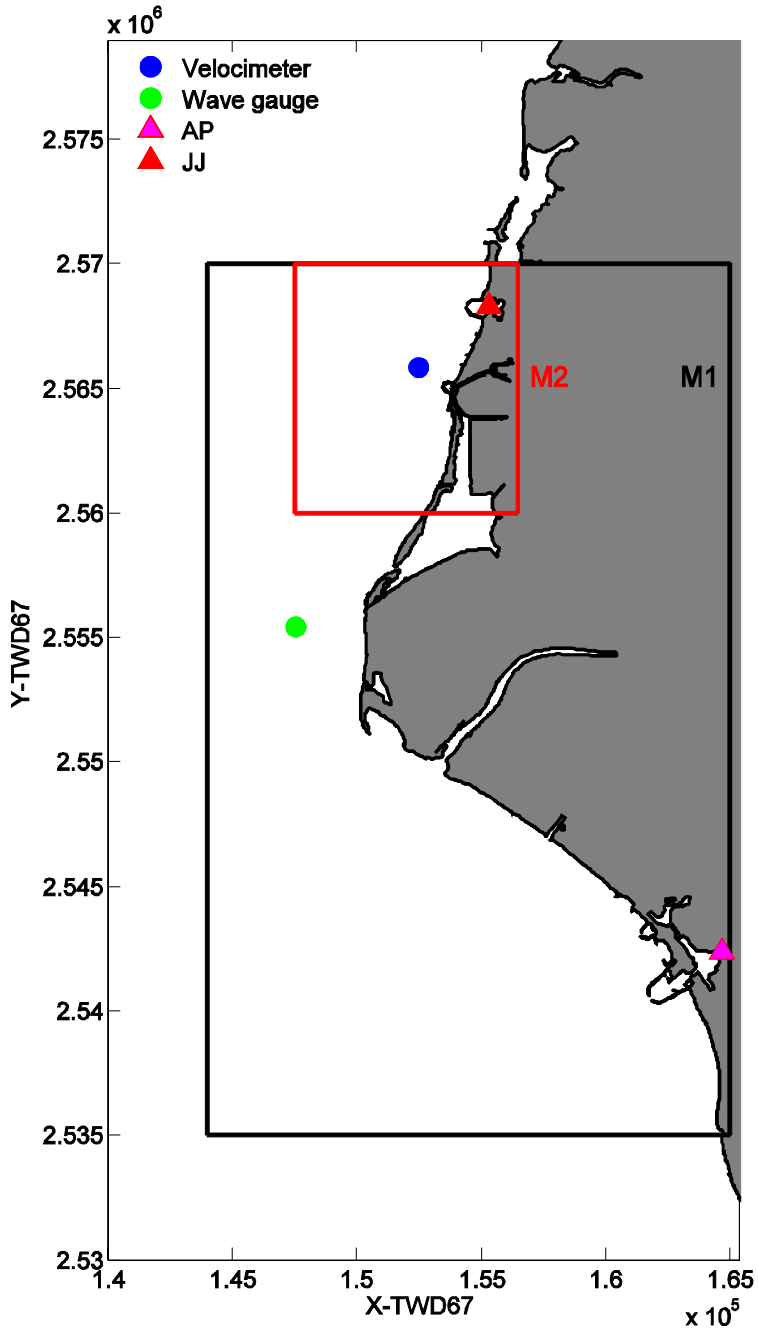


圖1　M1與M2計算範圍、潮位站(AP:安平漁港潮位站; JJ:將軍漁港潮位站)與實測海流測點

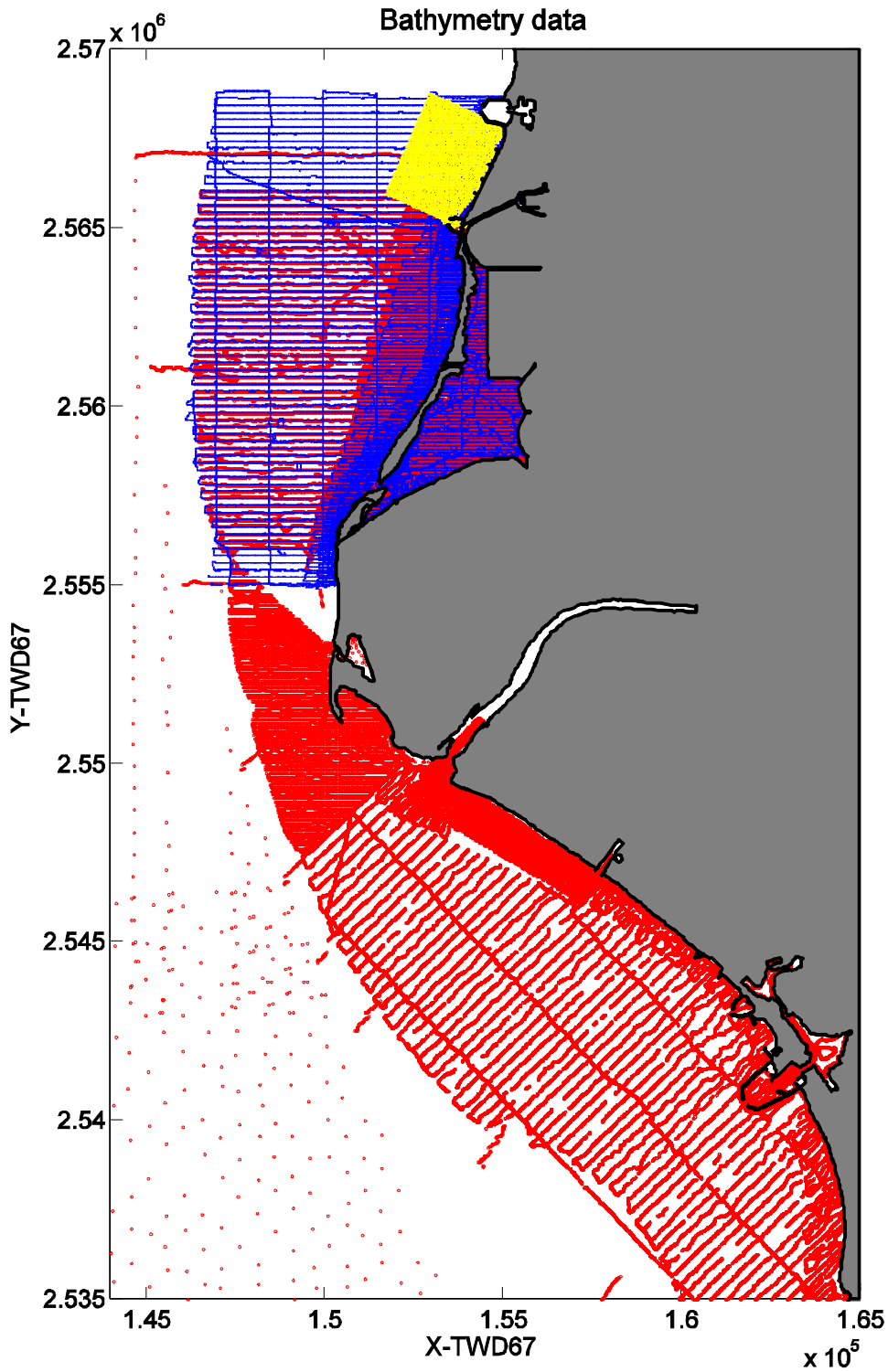


圖2　原始地形資料(紅點:成大水工所歷年蒐集之七股海域水深;藍點:科技部計畫101年實測水深;黃點:自強公司104年實測水深;綠點:科技部計畫101年實測沙洲高程變化)

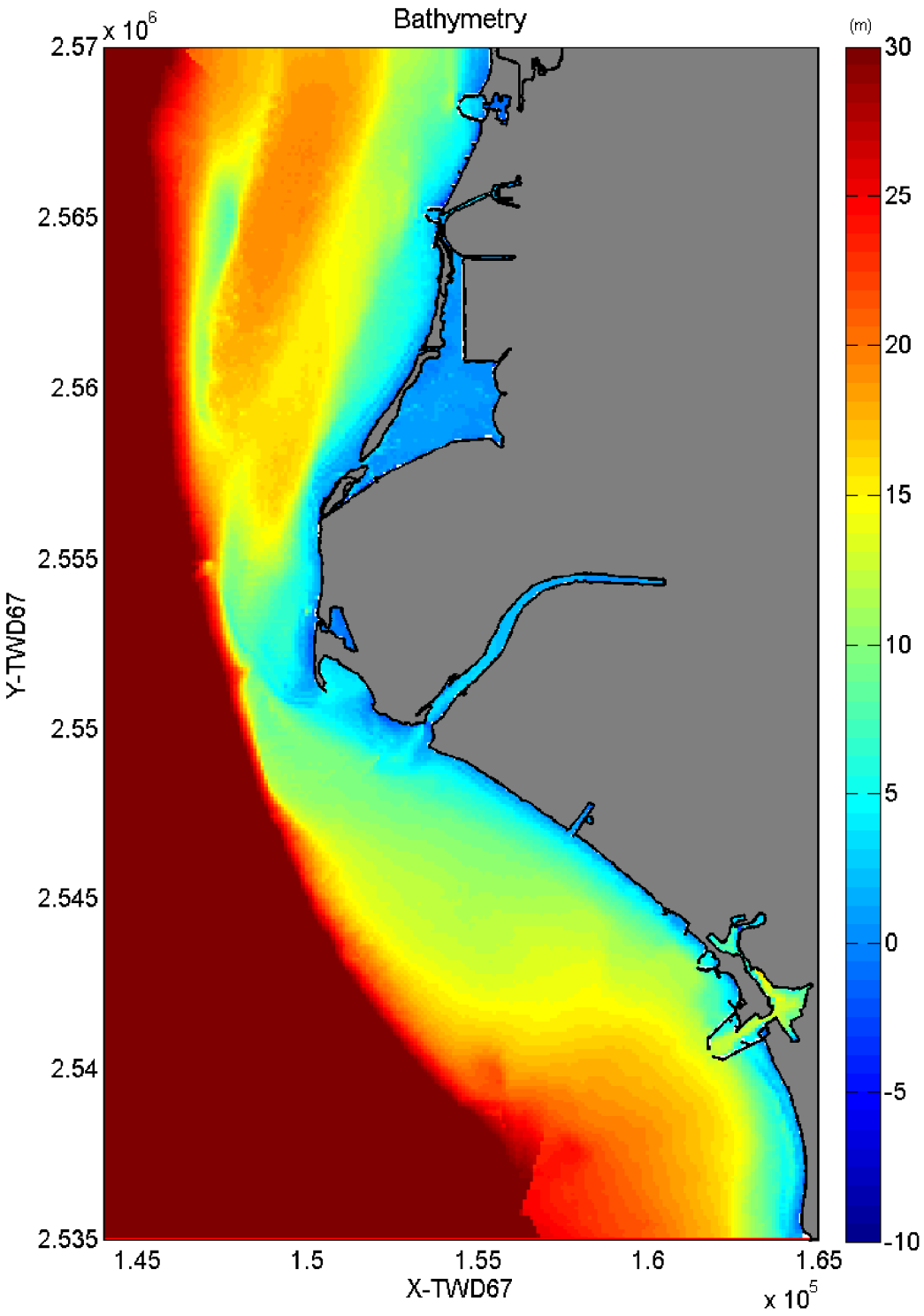


圖3　M1模式水深分佈圖

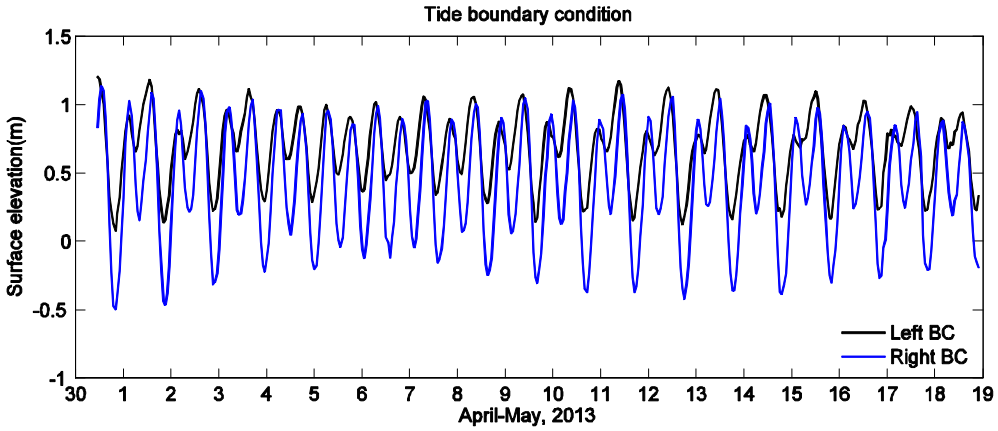
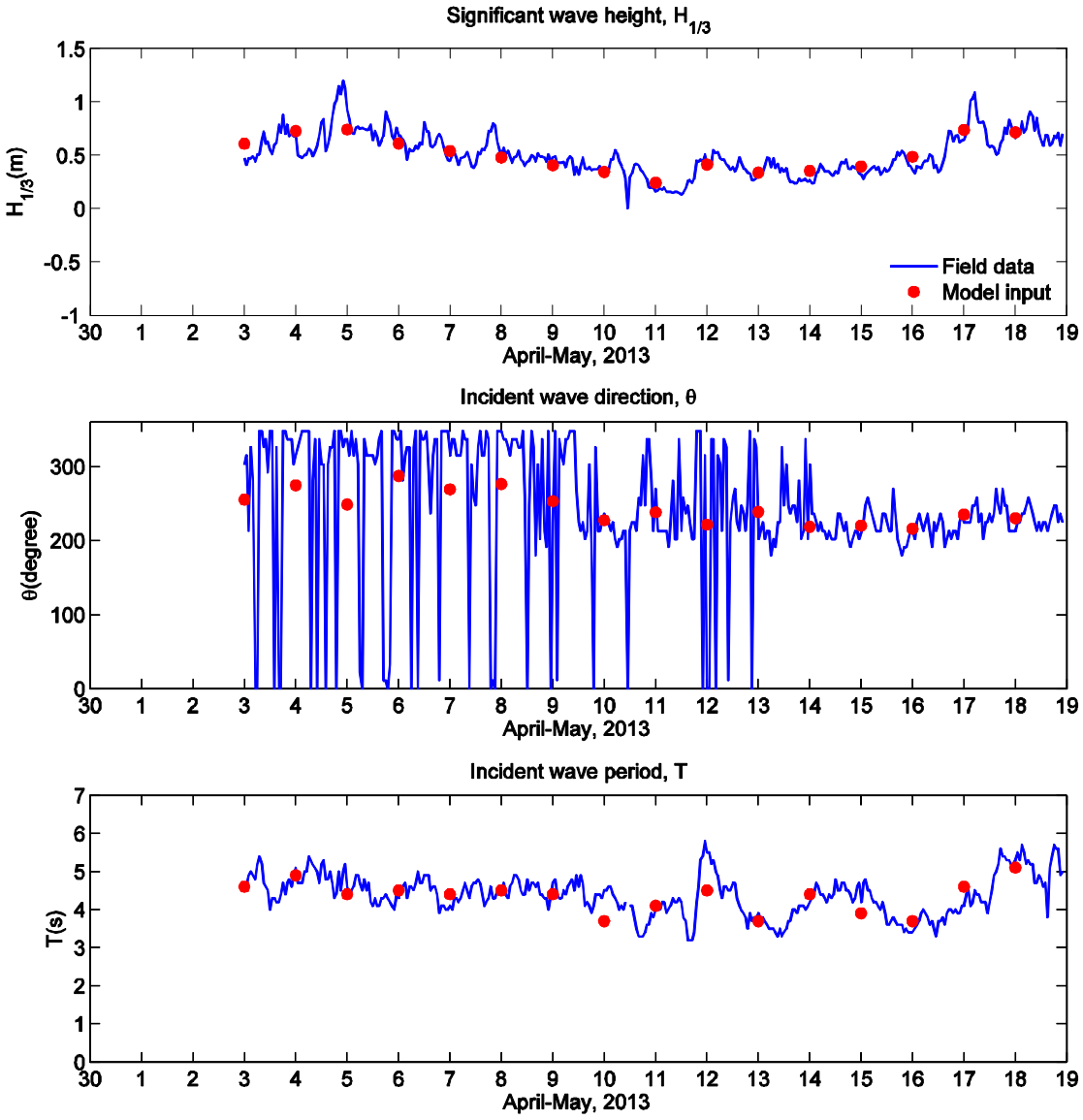


圖4　M1模式使用之潮位邊界條件（2013/4/30/11:00-2013/5/18/00:00）



註：圖中紅點為模式輸入條件。

圖5　七股外海浮標逐時波浪資料與波浪模式計算資料（2013/5/3/00:00-2013/5/18/00:00）

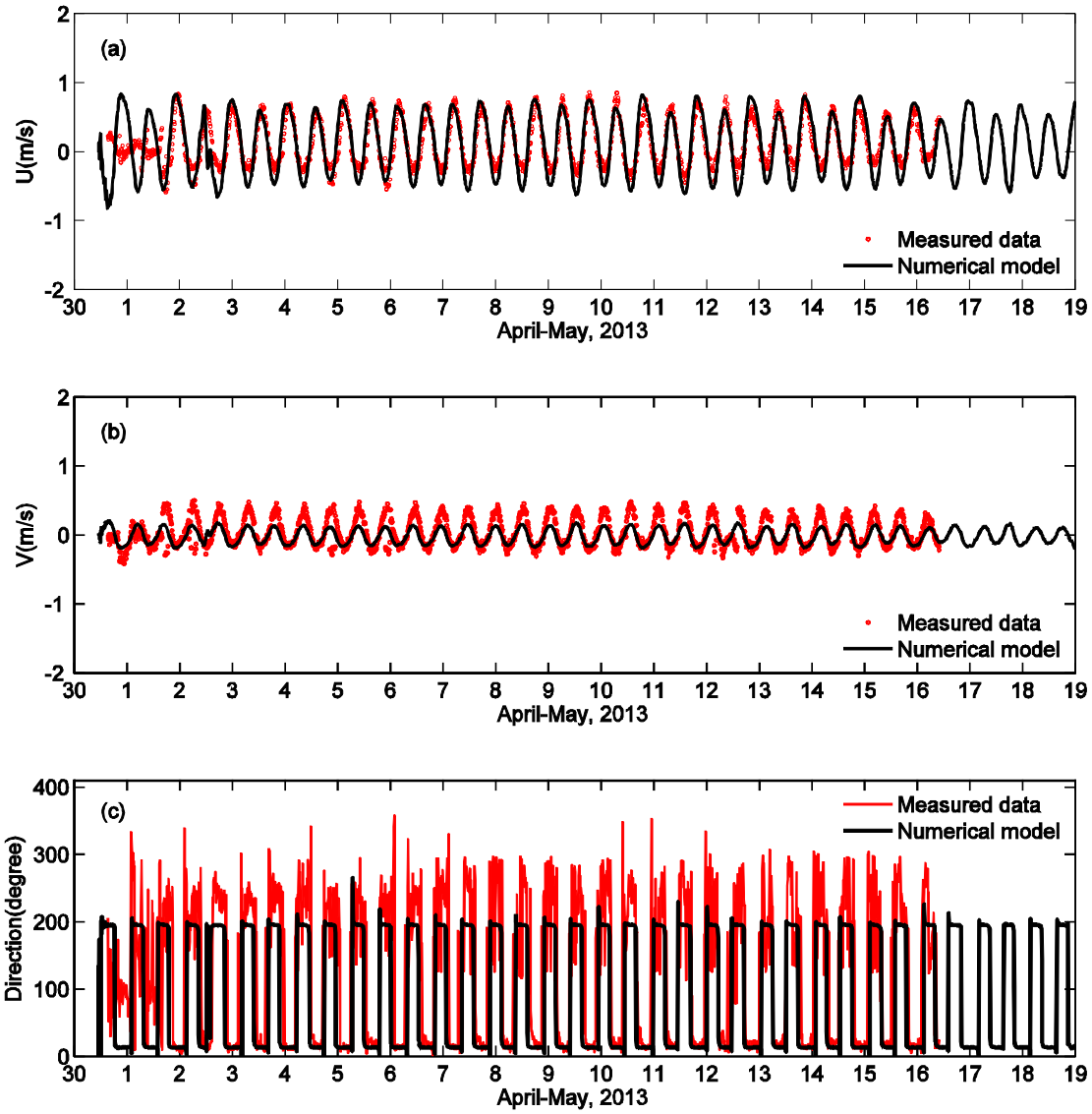


圖6　M1模式模擬結果與實測沿岸流速(a)、離岸流速(b)及海流流向(c)比較圖

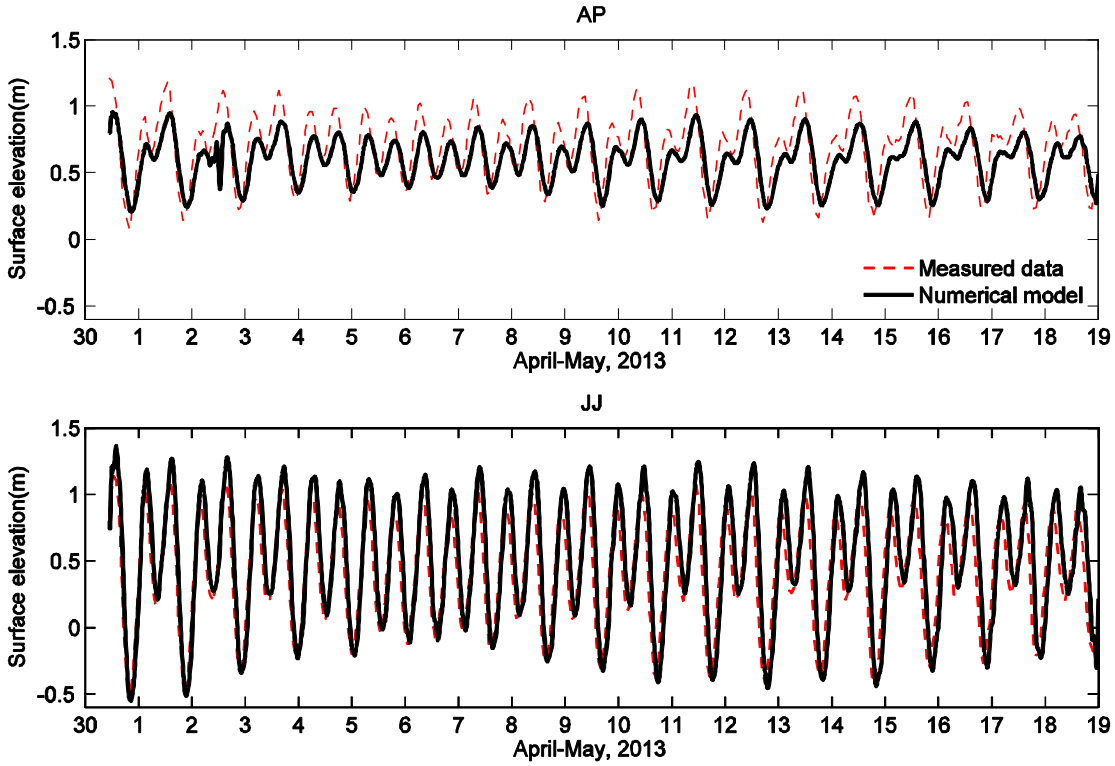


圖6（續） M1模式模擬結果與實測潮位（AP:安平漁港潮位站; JJ:將軍漁港潮位站）比較圖

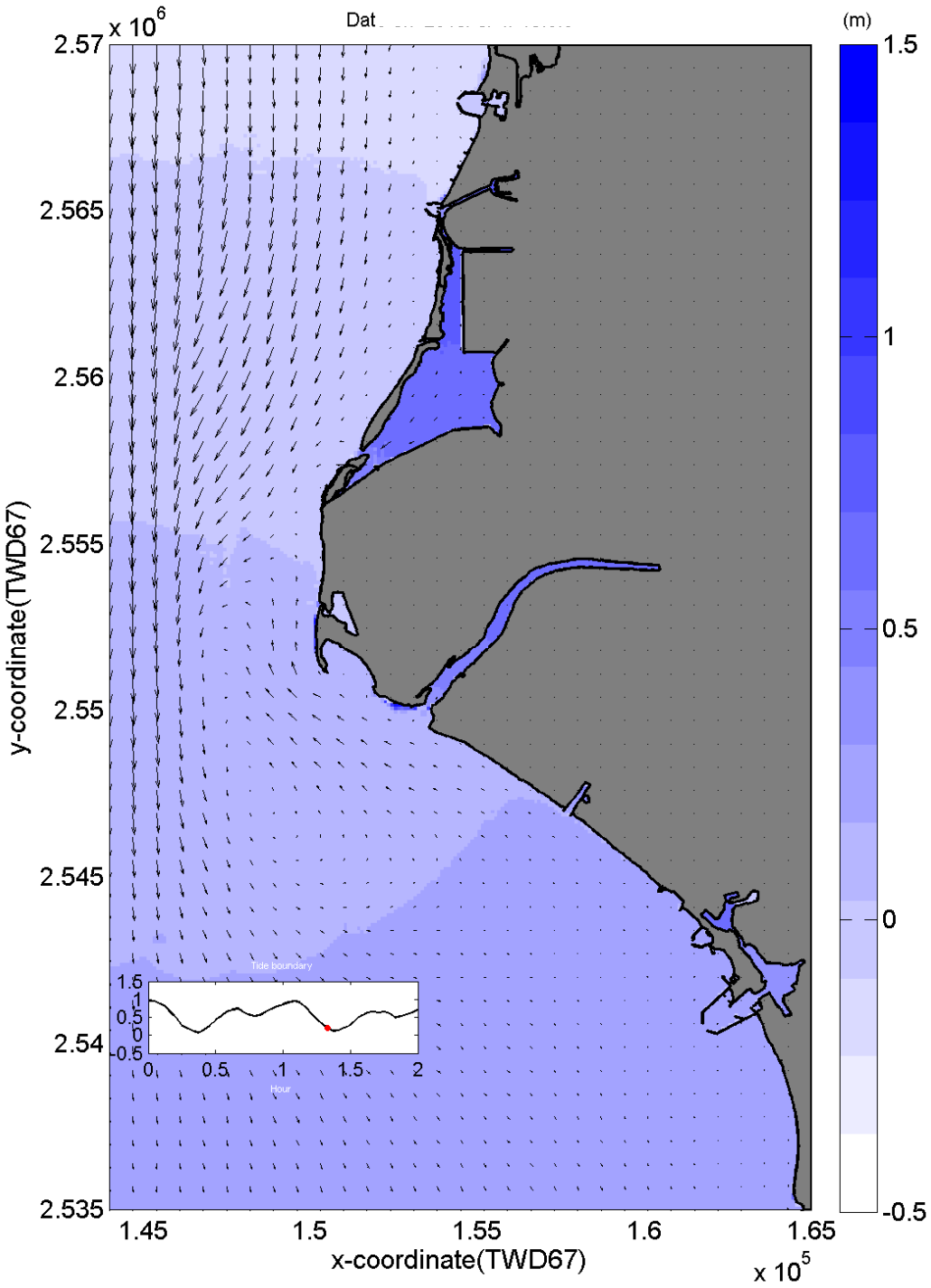


圖7　M1模式流場與水位空間圖（退潮）

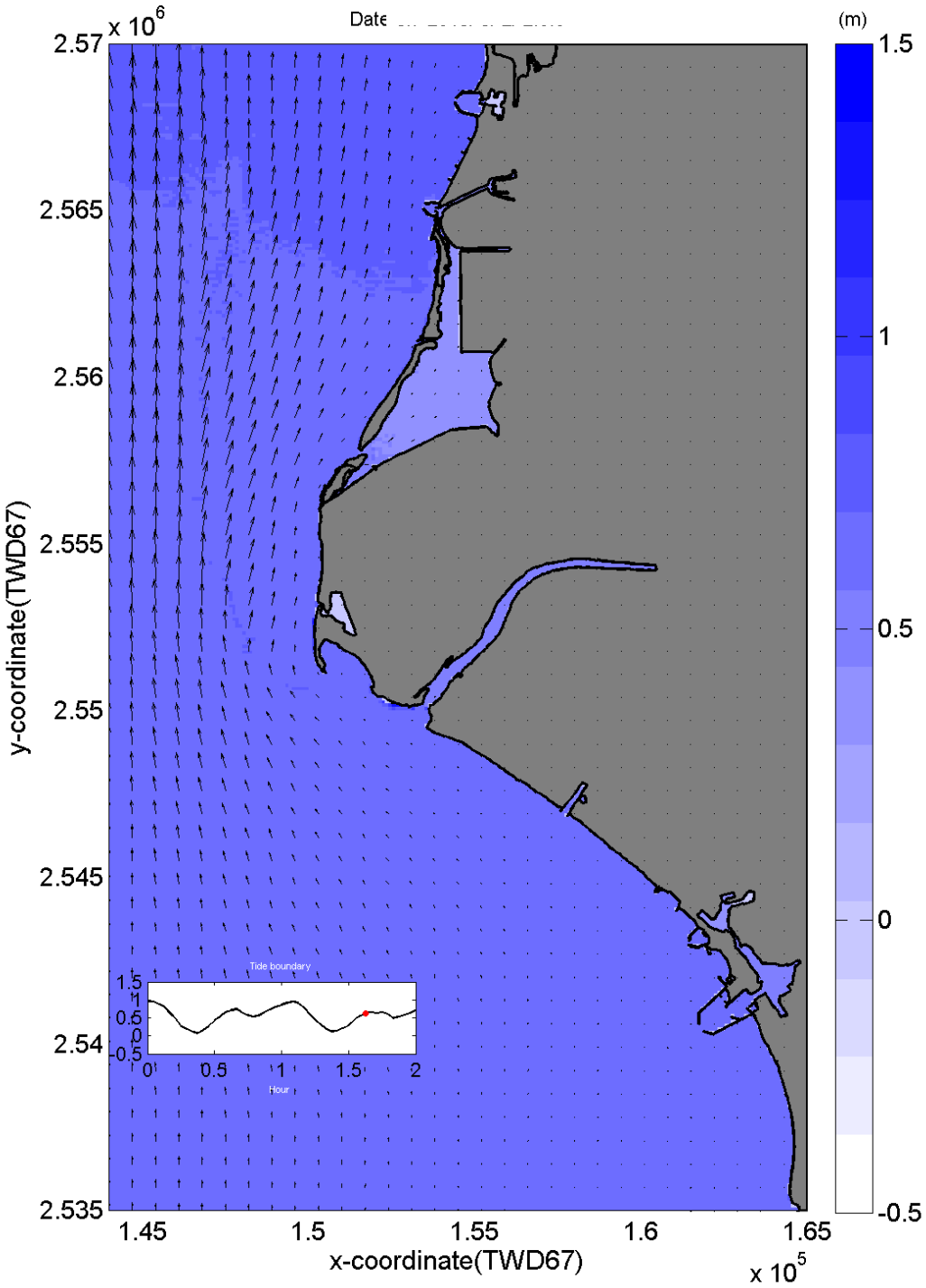


圖7（續）　M1 模式流場與水位空間圖（漲潮）

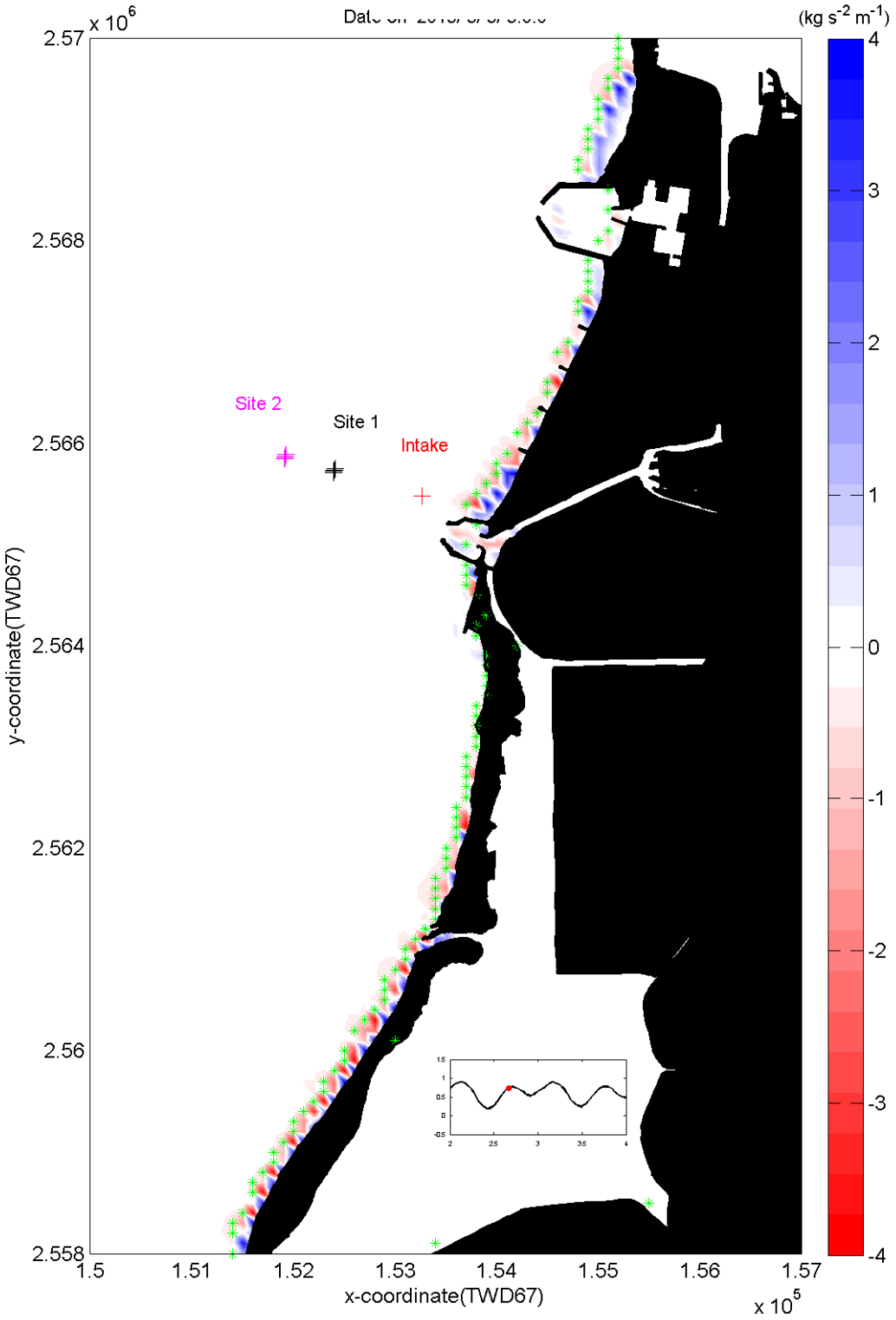


圖8　波浪模式所得（1）輻射應力（S_{xx}）之空間分布圖（等高線），（2）碎波線空間分布圖（綠點）

圖8（續）　七股潟湖海域Google Map空照圖（圖中白線代表碎波位置）

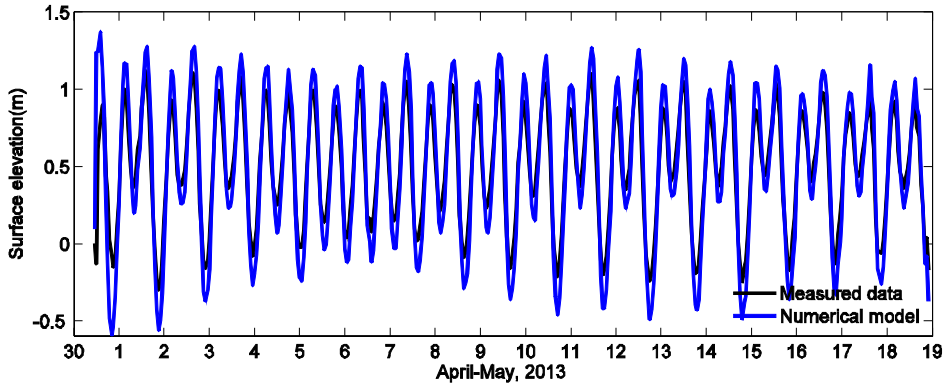


圖9　M2模式使用之潮位邊界條件（2013/4/30/11:00-2013/5/18/00:00）

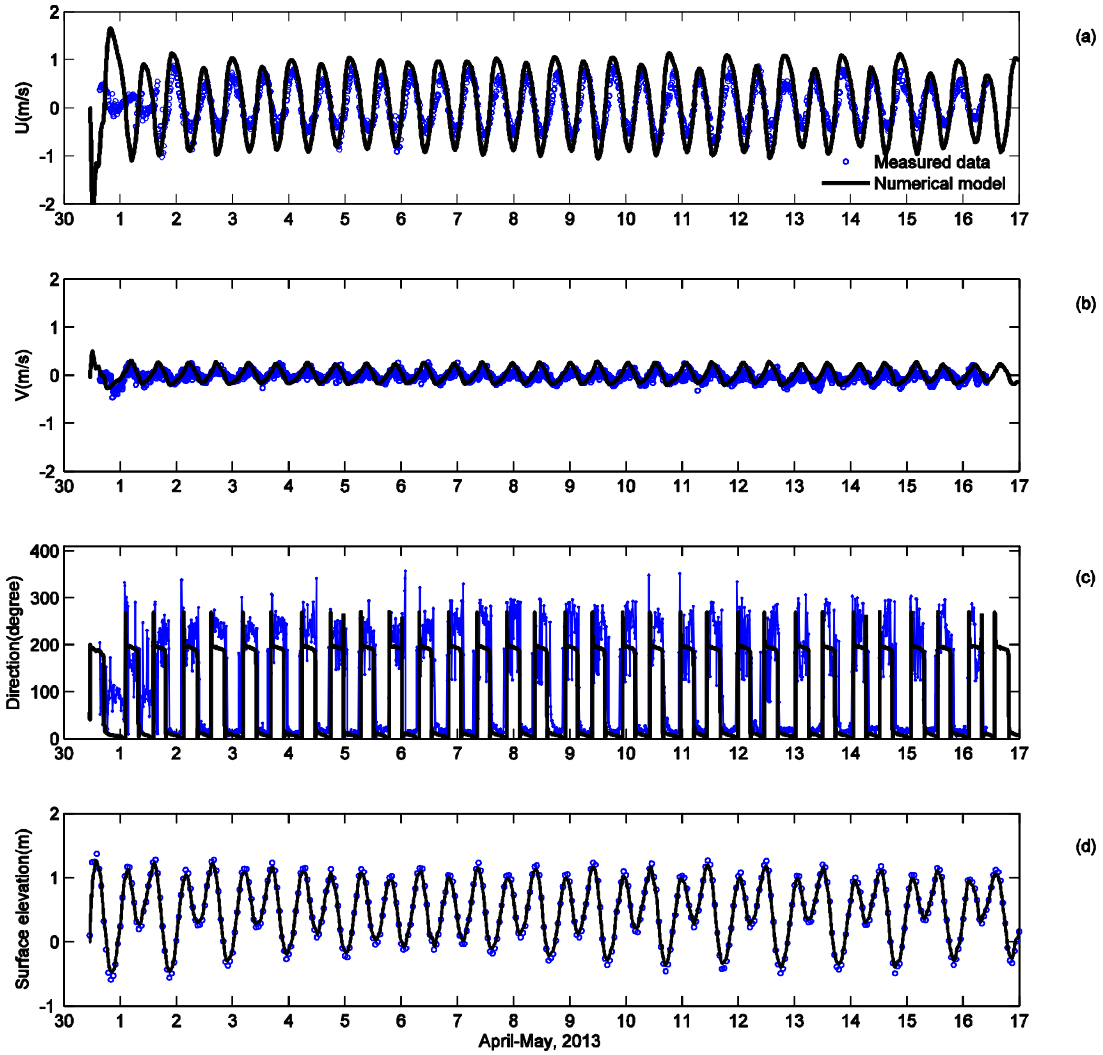


圖10　M2 模式模擬結果與（a）實測沿岸流速、（b）離岸流速、（c）海流流向及（d）將軍漁港潮汐水位比較圖

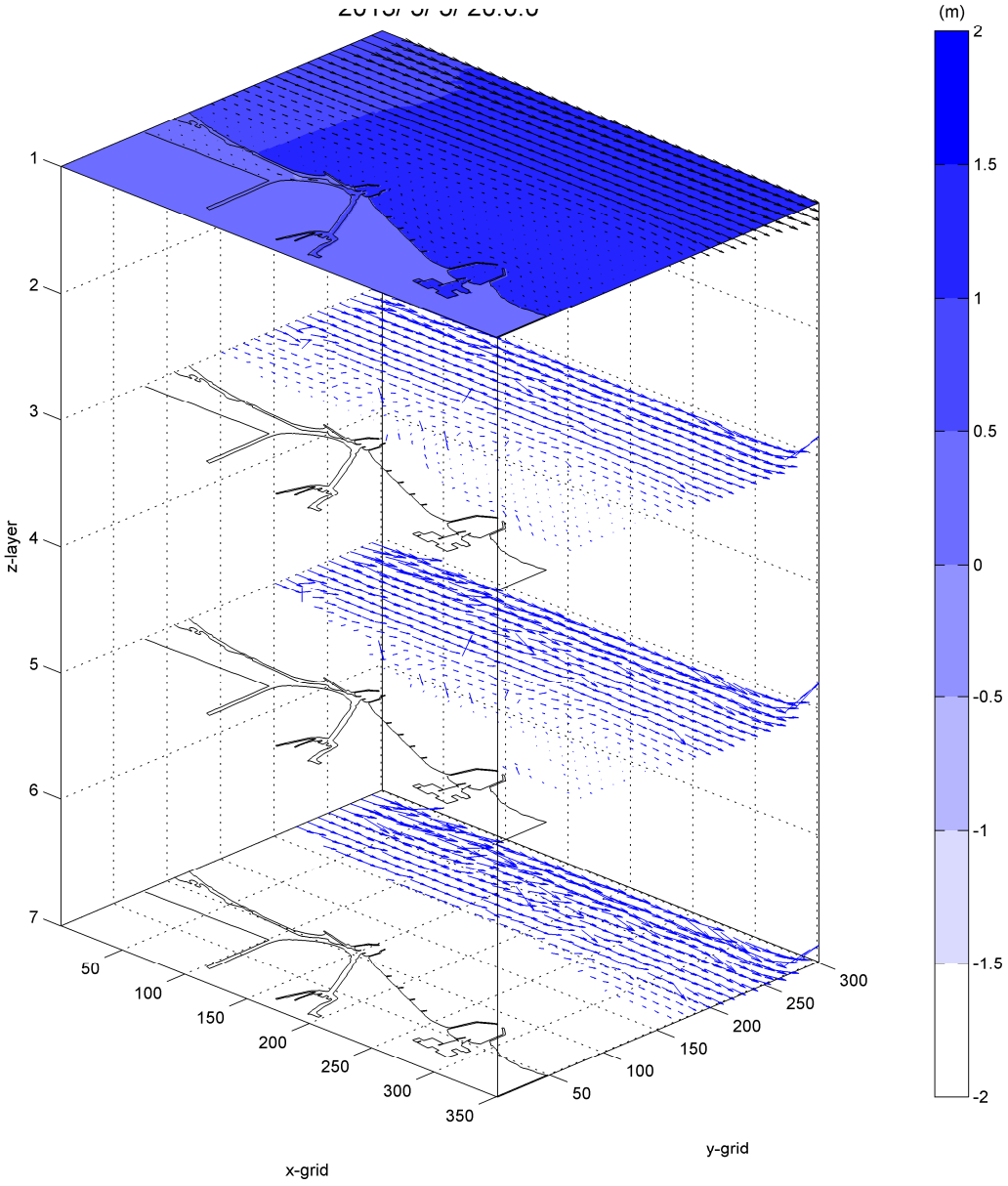


圖11　M2模式模擬七股海域漲潮時水位變化（第1層）與流場圖（第1、3、5、7層）

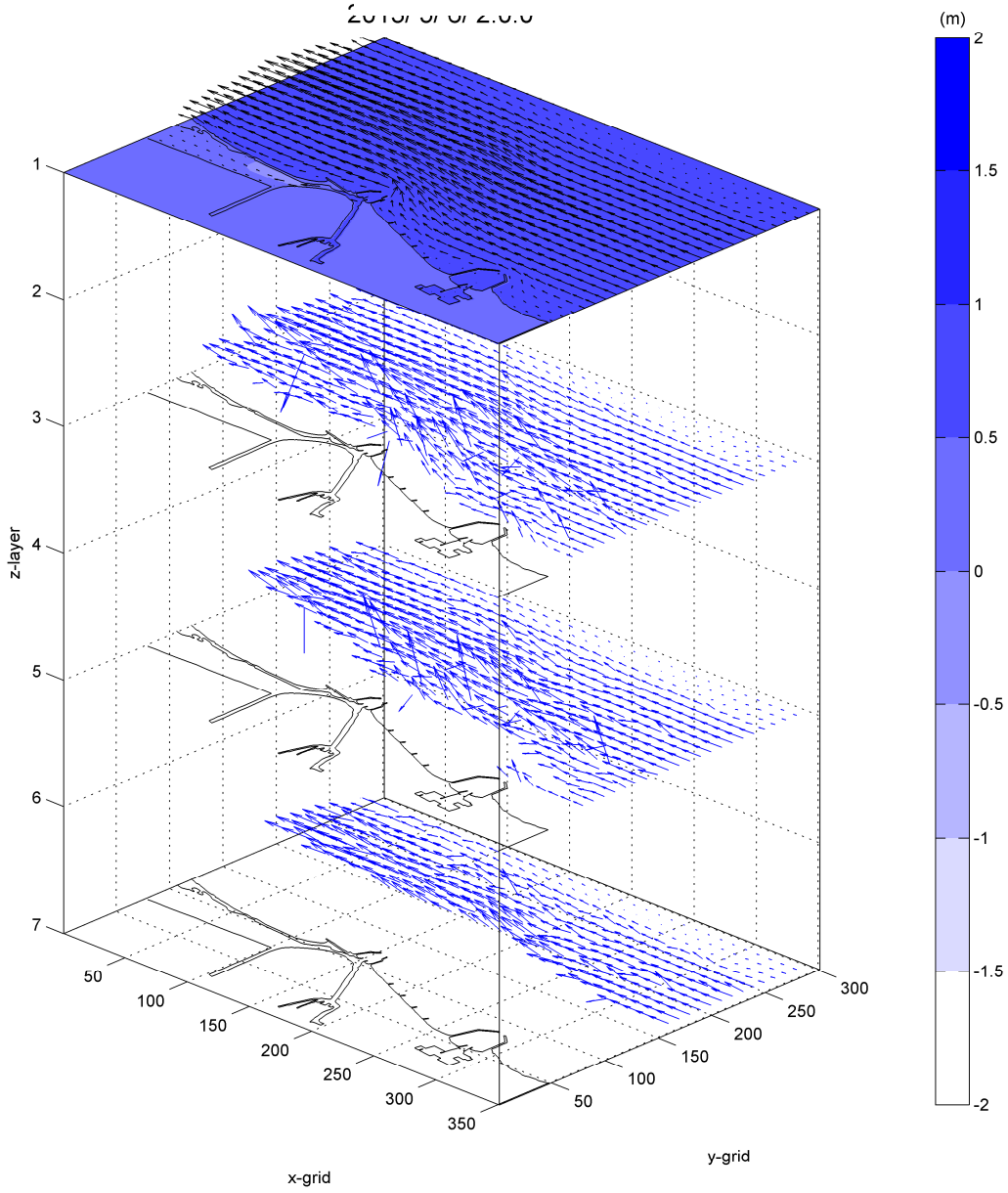


圖11（續） M2模式模擬七股海域退潮時水位變化（第1層）與流場圖（第1、3、5、7層）

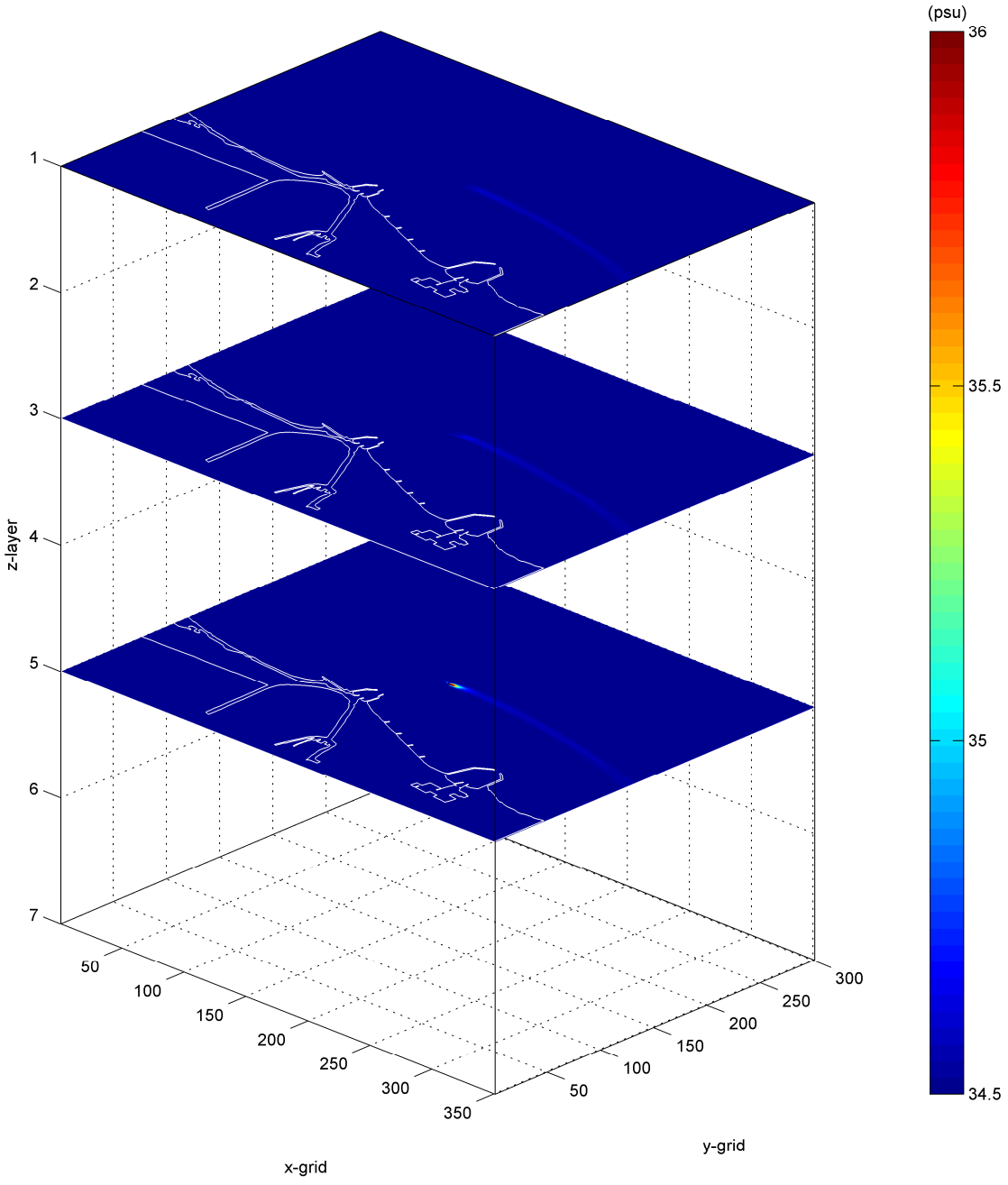


圖12　（案例1）M2模式模擬七股海域漲潮時鹽度擴散圖（第1、3、5層）

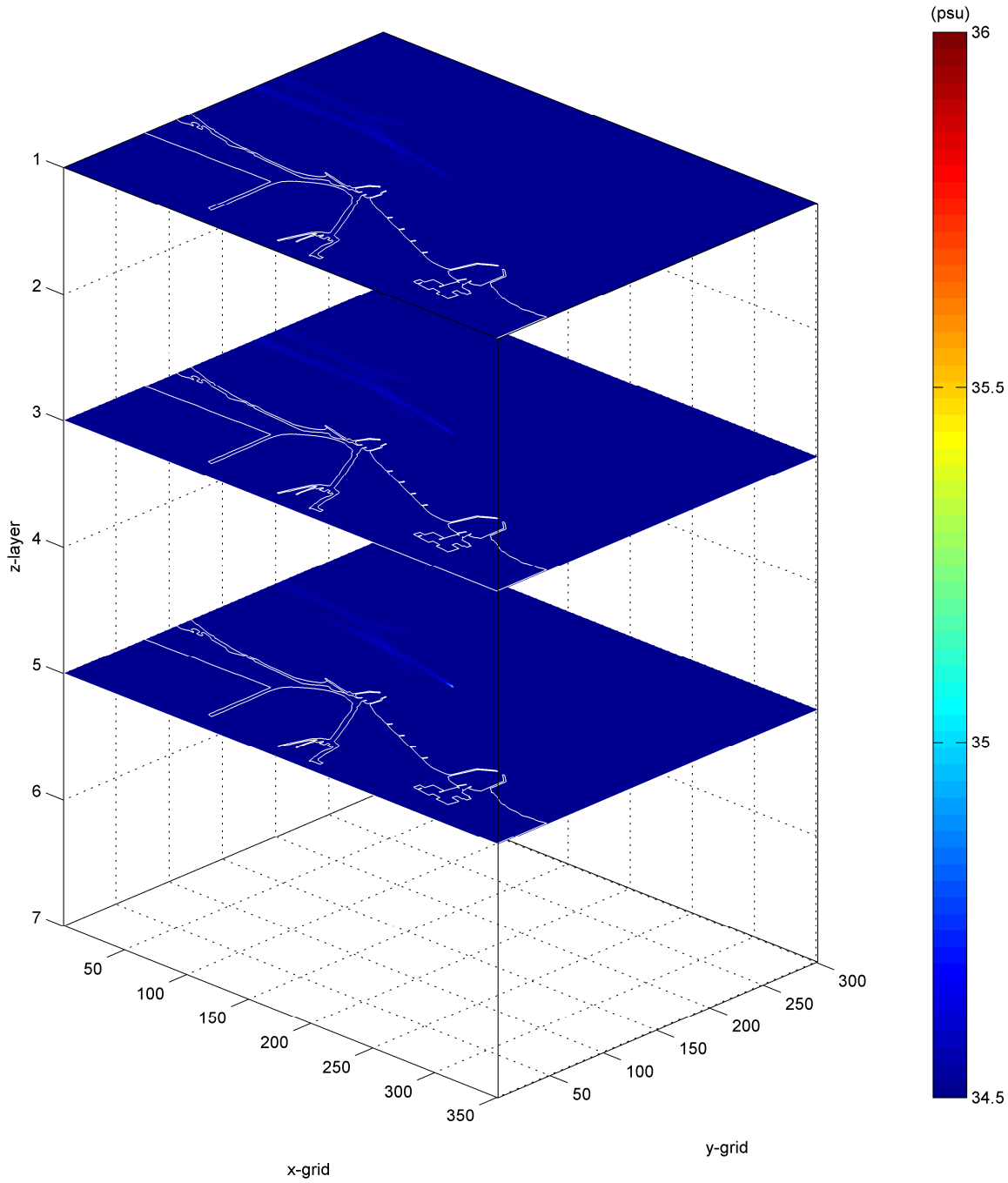
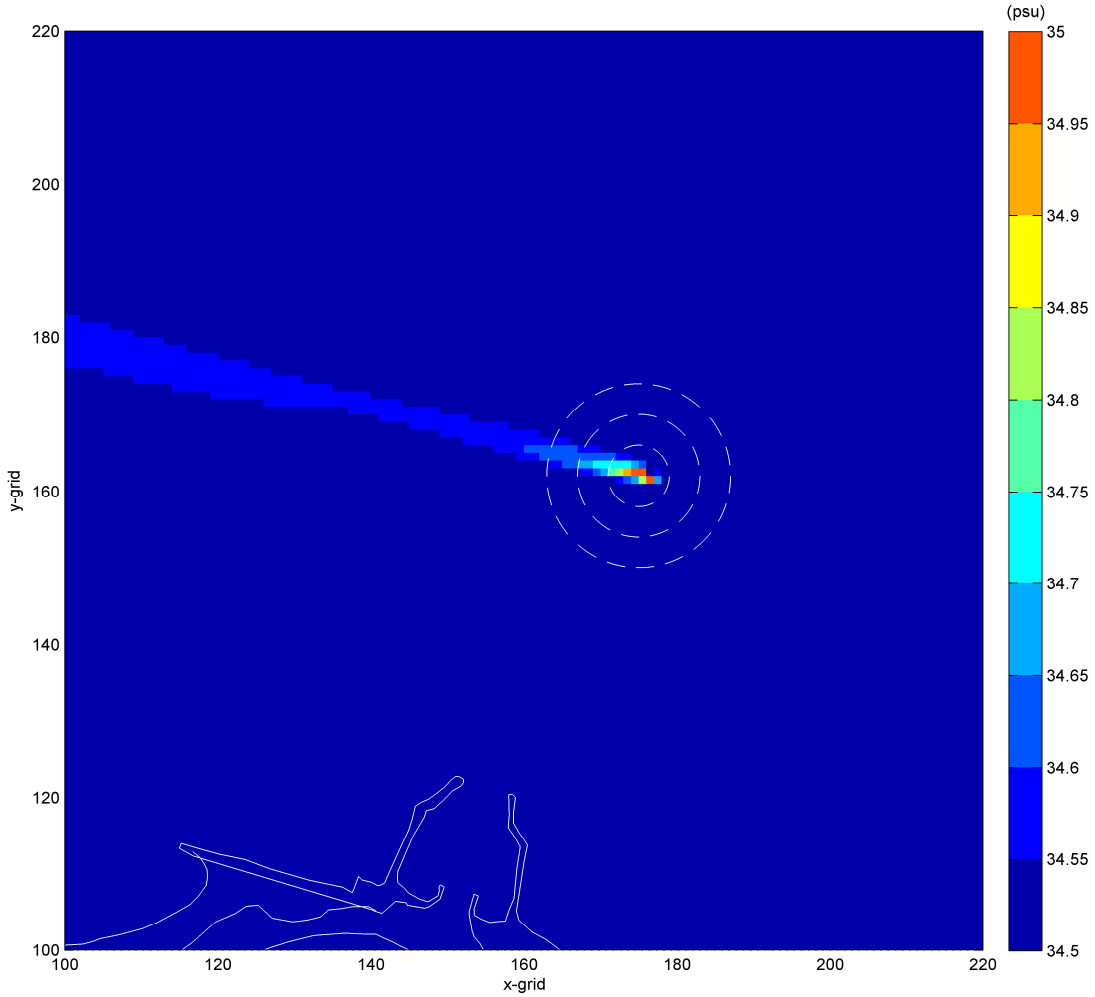
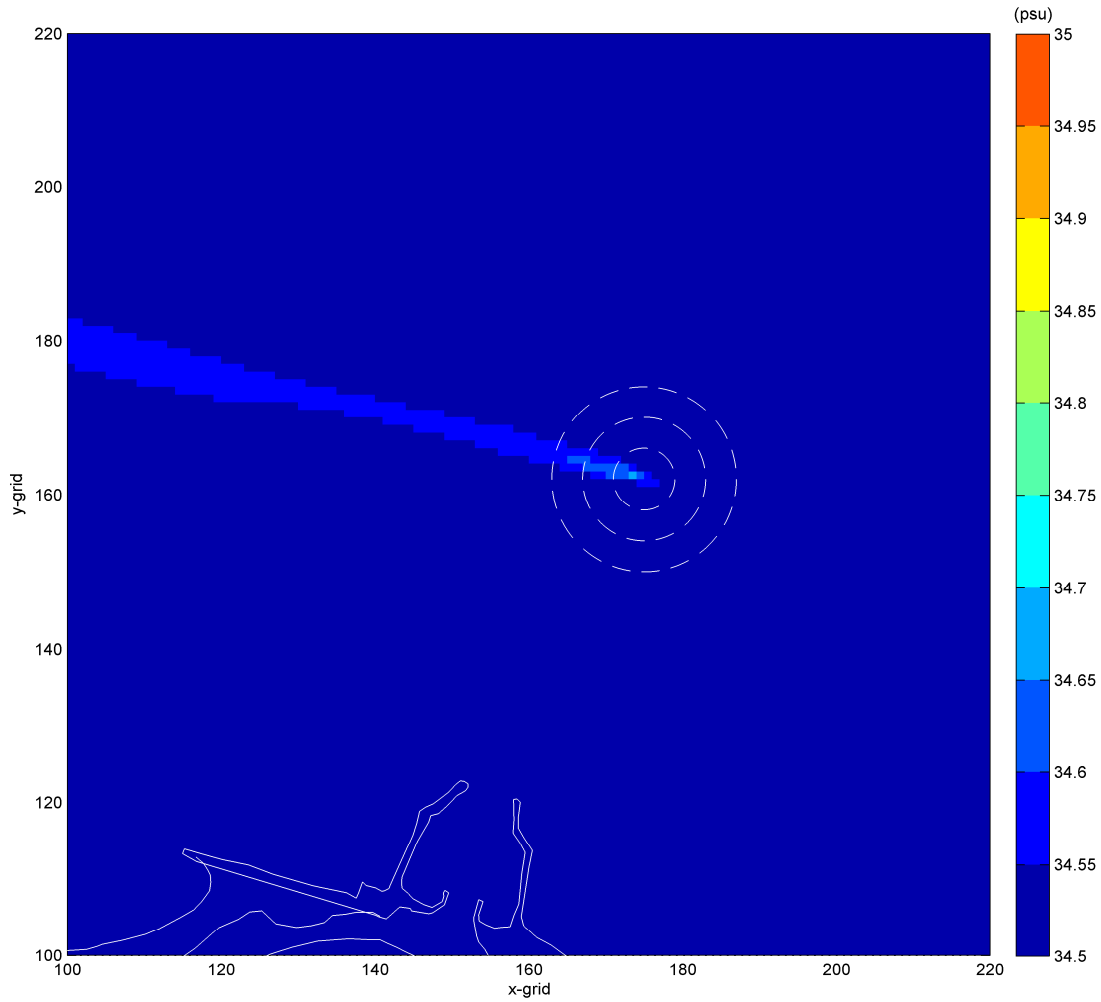


圖12（續）　（案例1）M2模式模擬七股海域退潮時鹽度擴散圖（第1、3、5層）



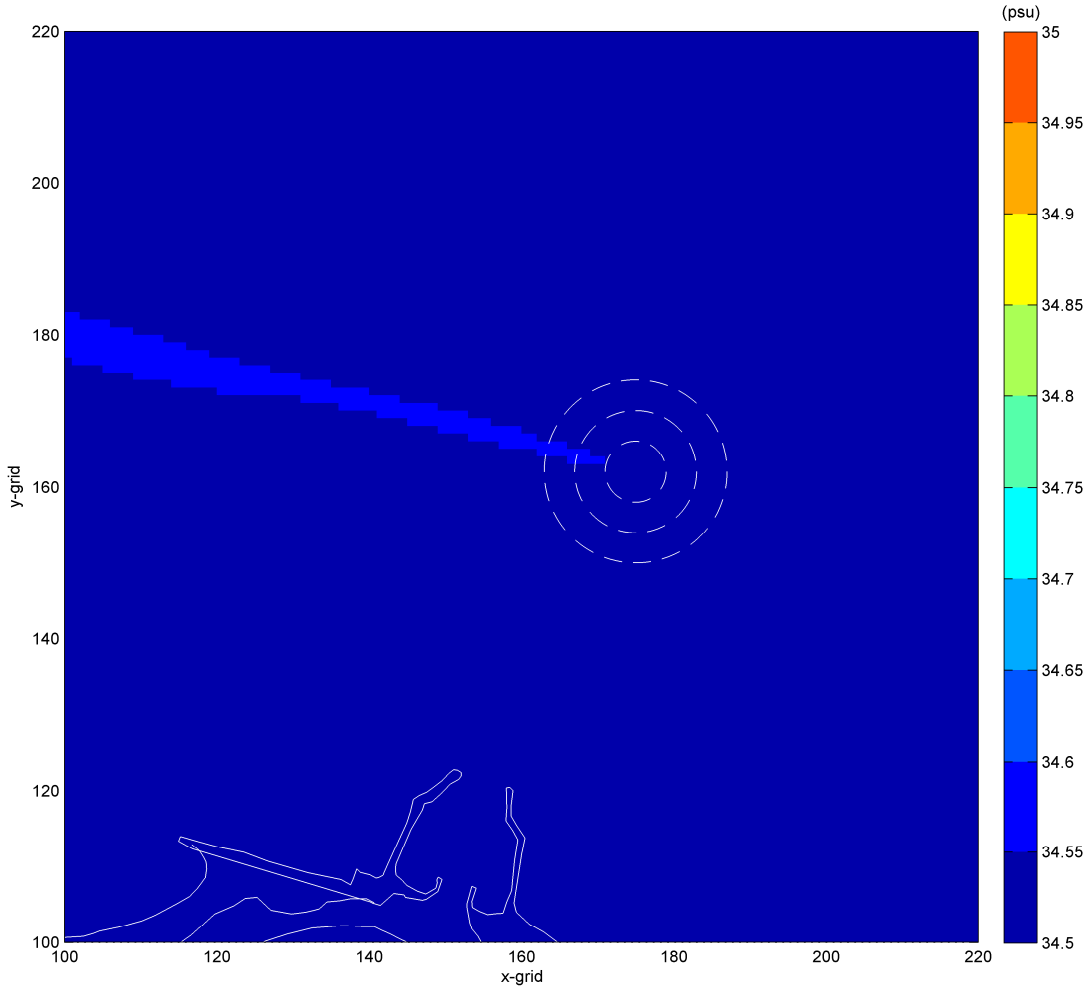
註：圖中同心圓由裡至外分別為距離排放口中心點100、200及300公尺。

圖13 （案例1）M2模式模擬七股海域退潮時鹽度擴散圖（第5層）



註：圖中同心圓由裡至外分別為距離排放口中心點100、200及300公尺。

圖13（續）　（案例1）M2模式模擬七股海域退潮時鹽度擴散圖（第3層）



註：圖中同心圓由裡至外分別為距離排放口中心點100、200及300公尺。

圖13（續）　（案例1）M2模式模擬七股海域退潮時鹽度擴散圖（第1層）

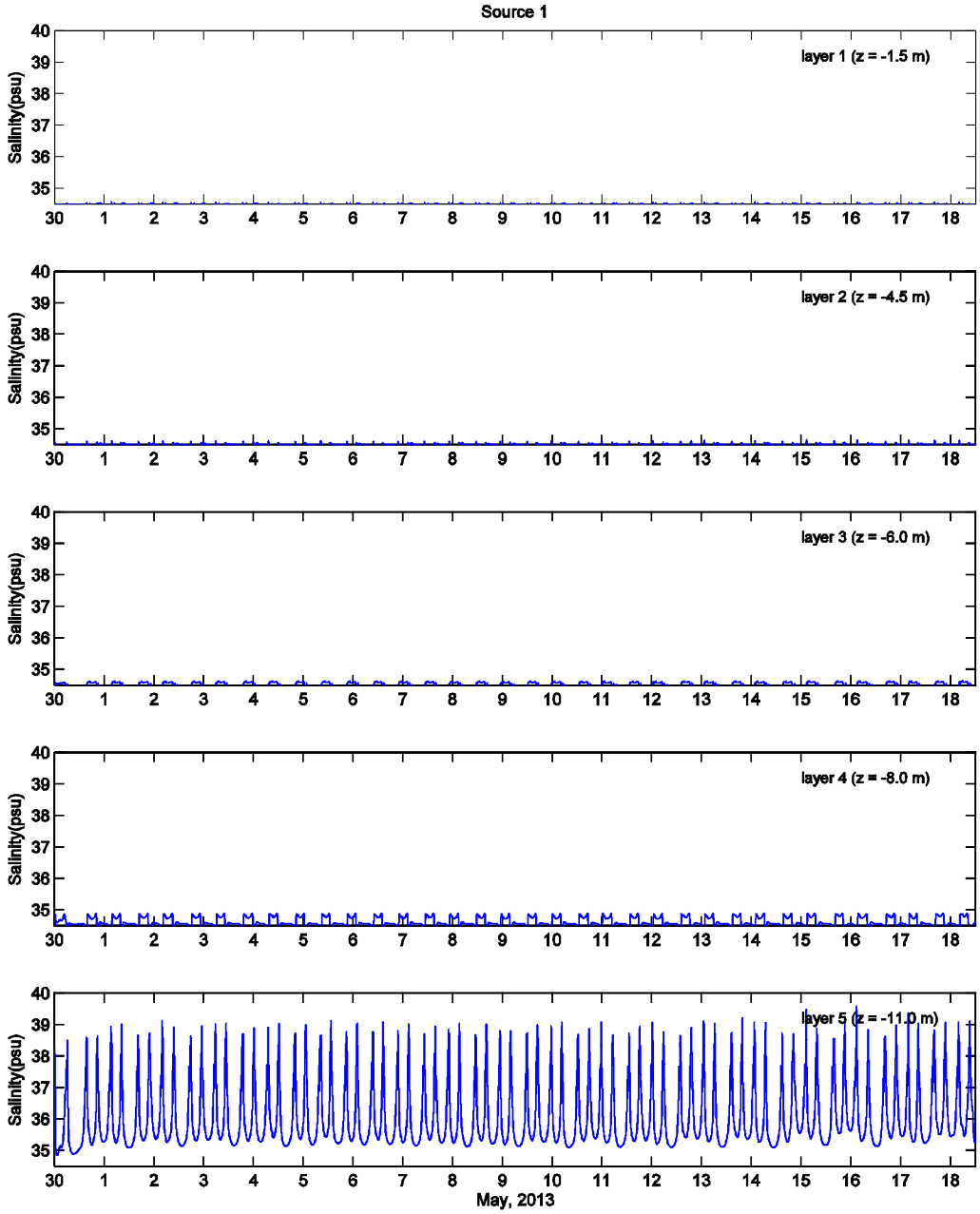


圖14 （案例1）鹵水施放點鹽度歷線圖

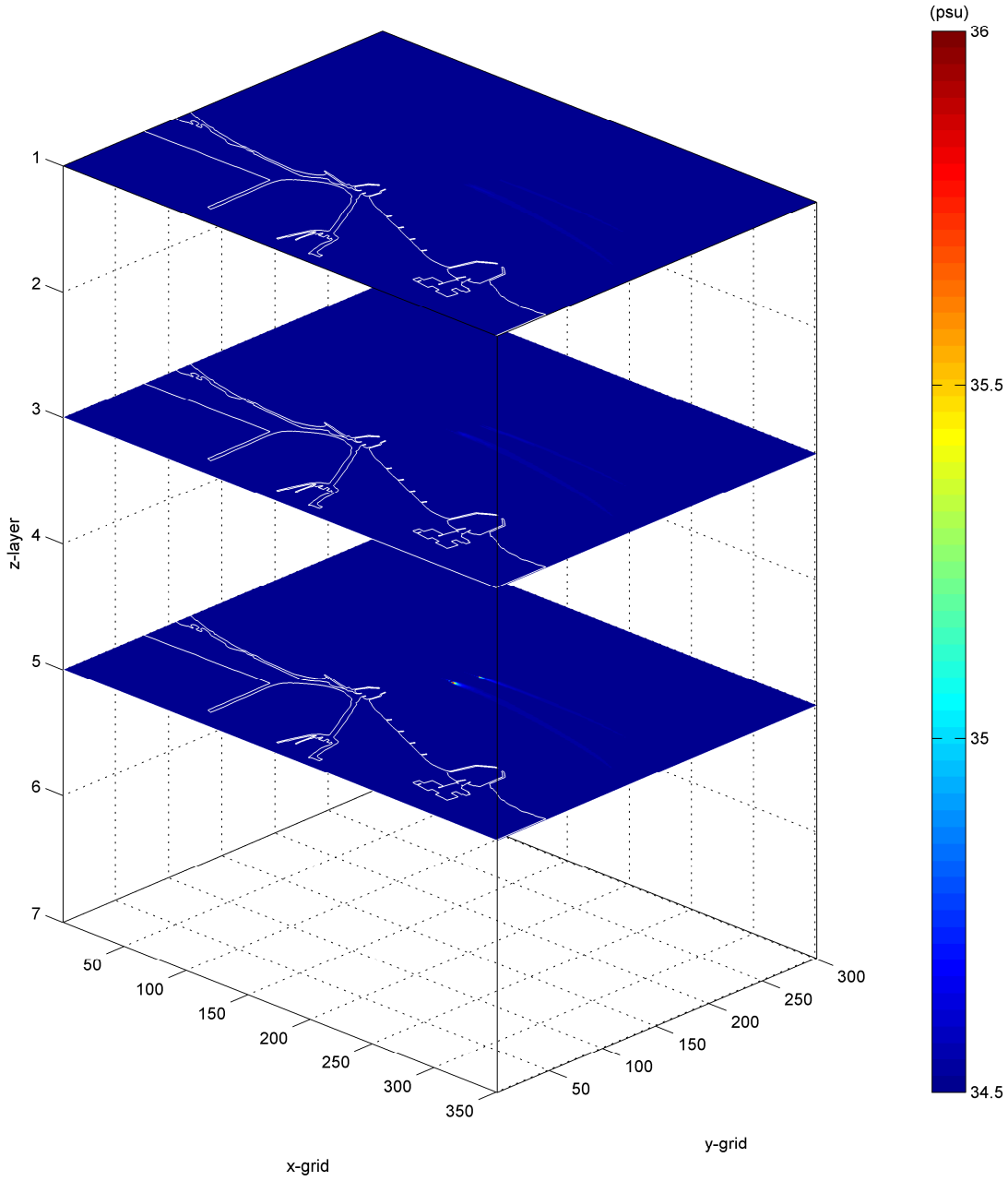


圖15　（案例2）M2模式模擬七股海域漲潮時鹽度擴散圖（第1、3、5層）

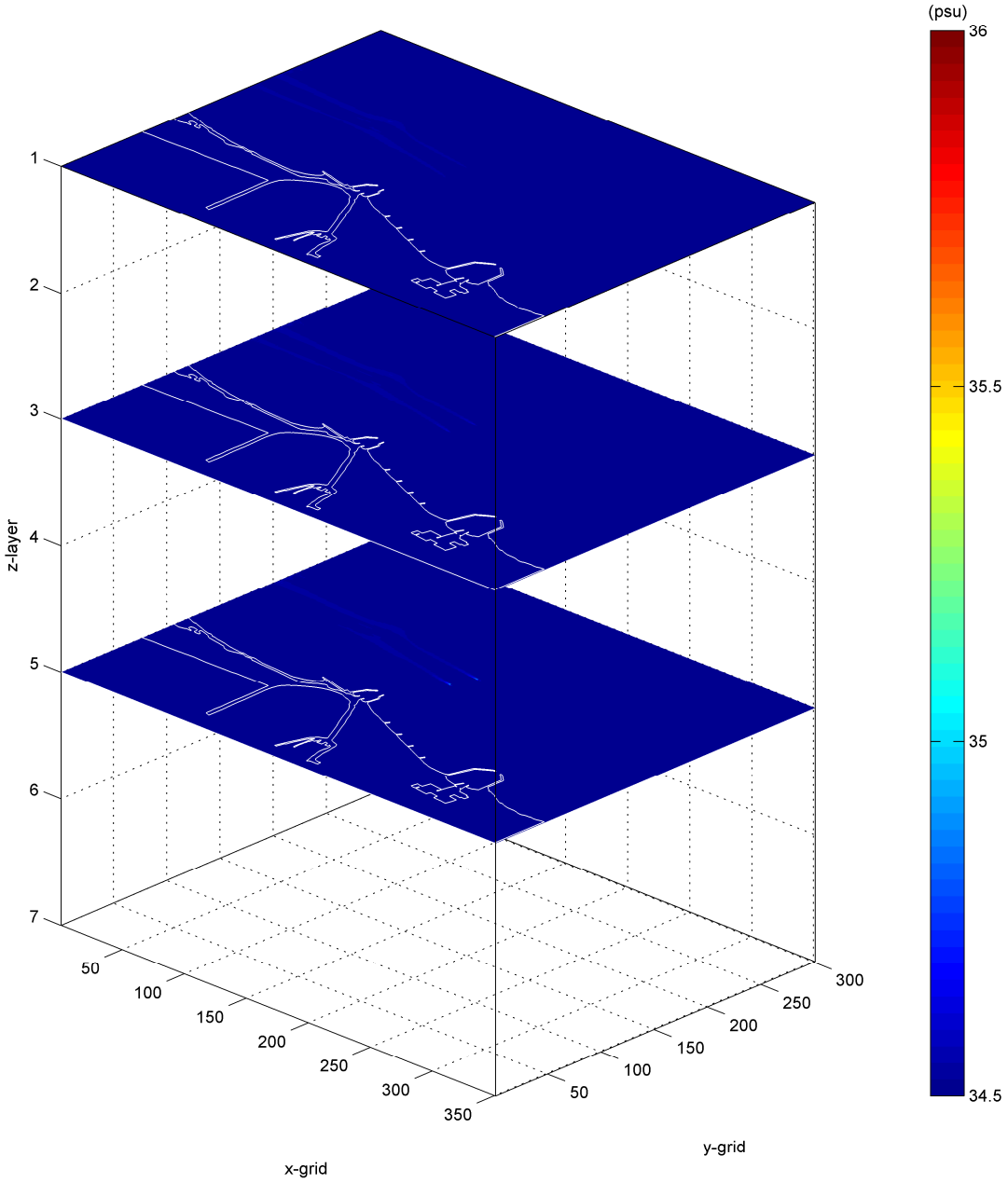
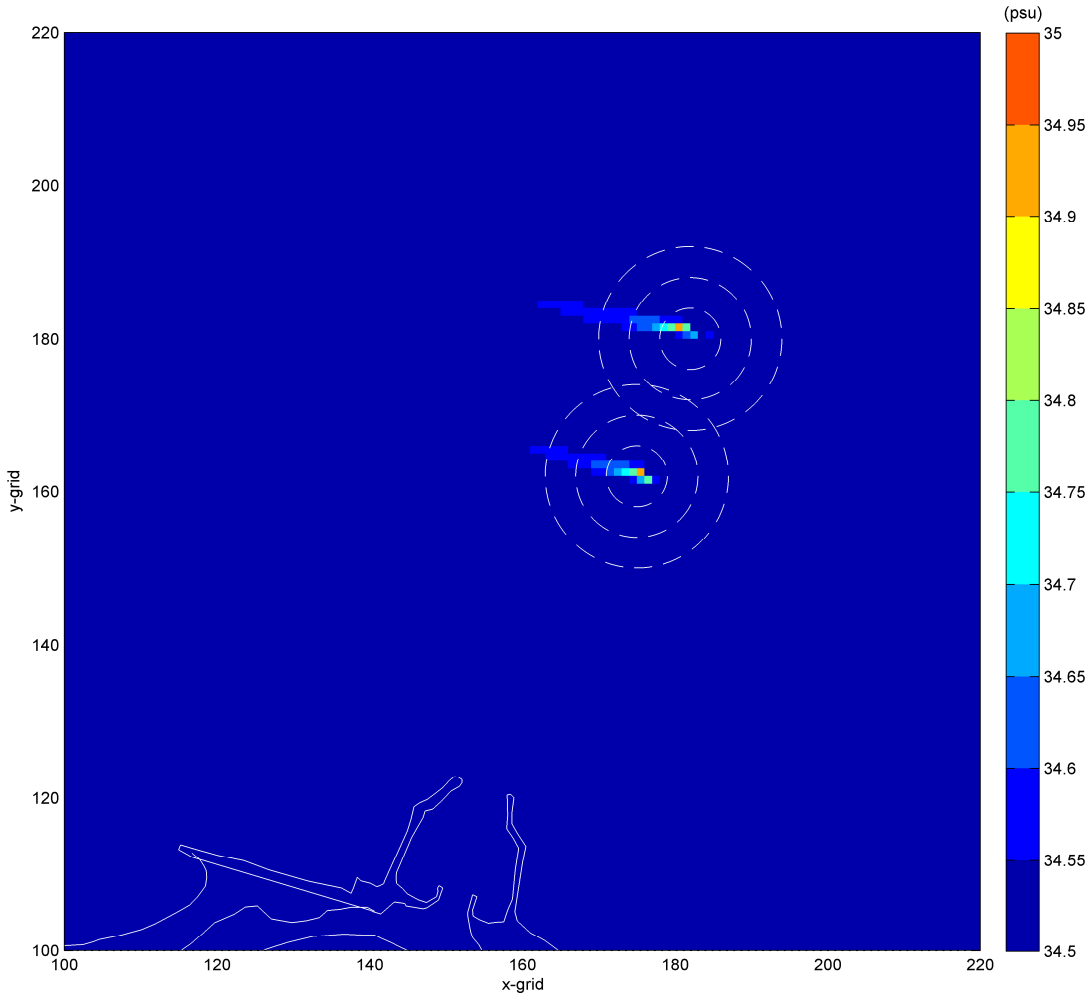
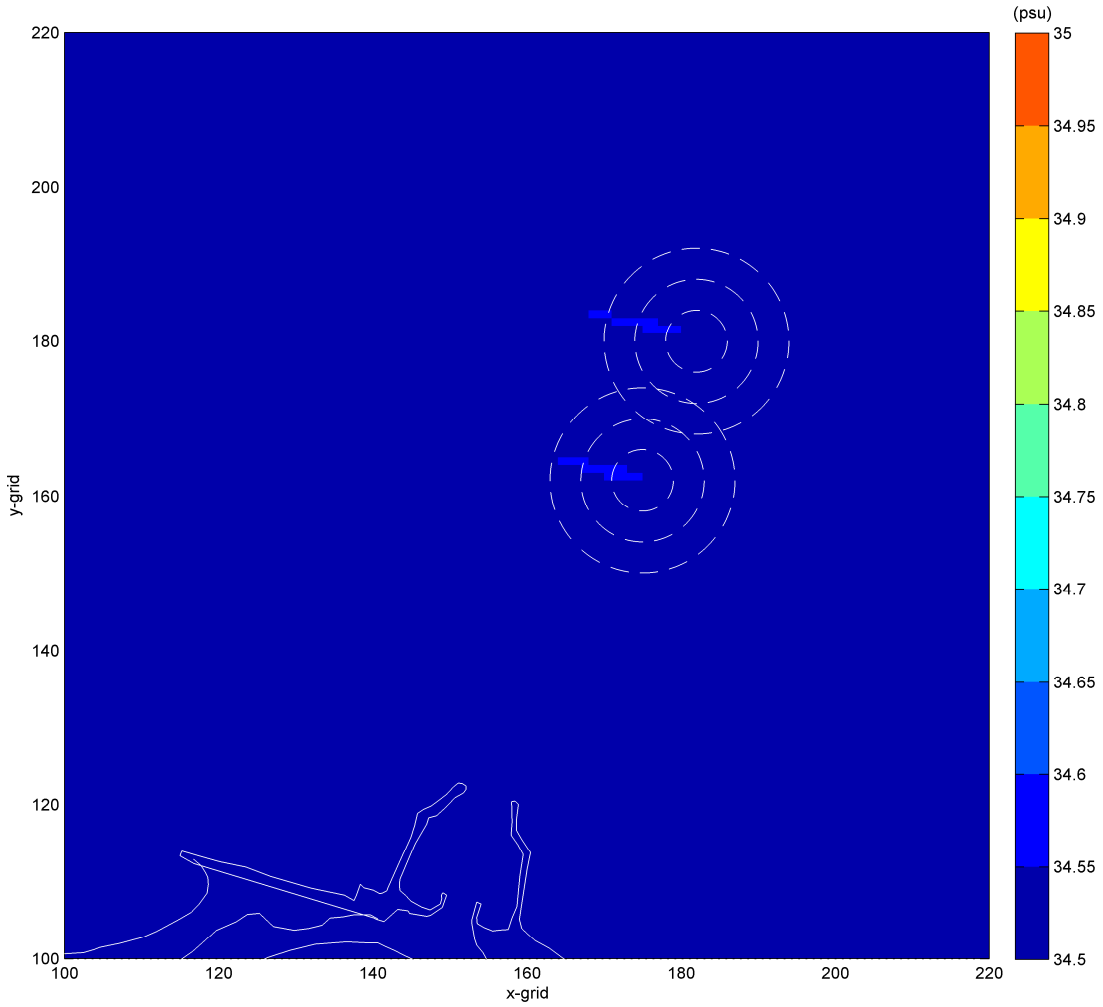


圖15（續）　（案例2）M2模式模擬七股海域退潮時鹽度擴散圖（第1、3、5層）



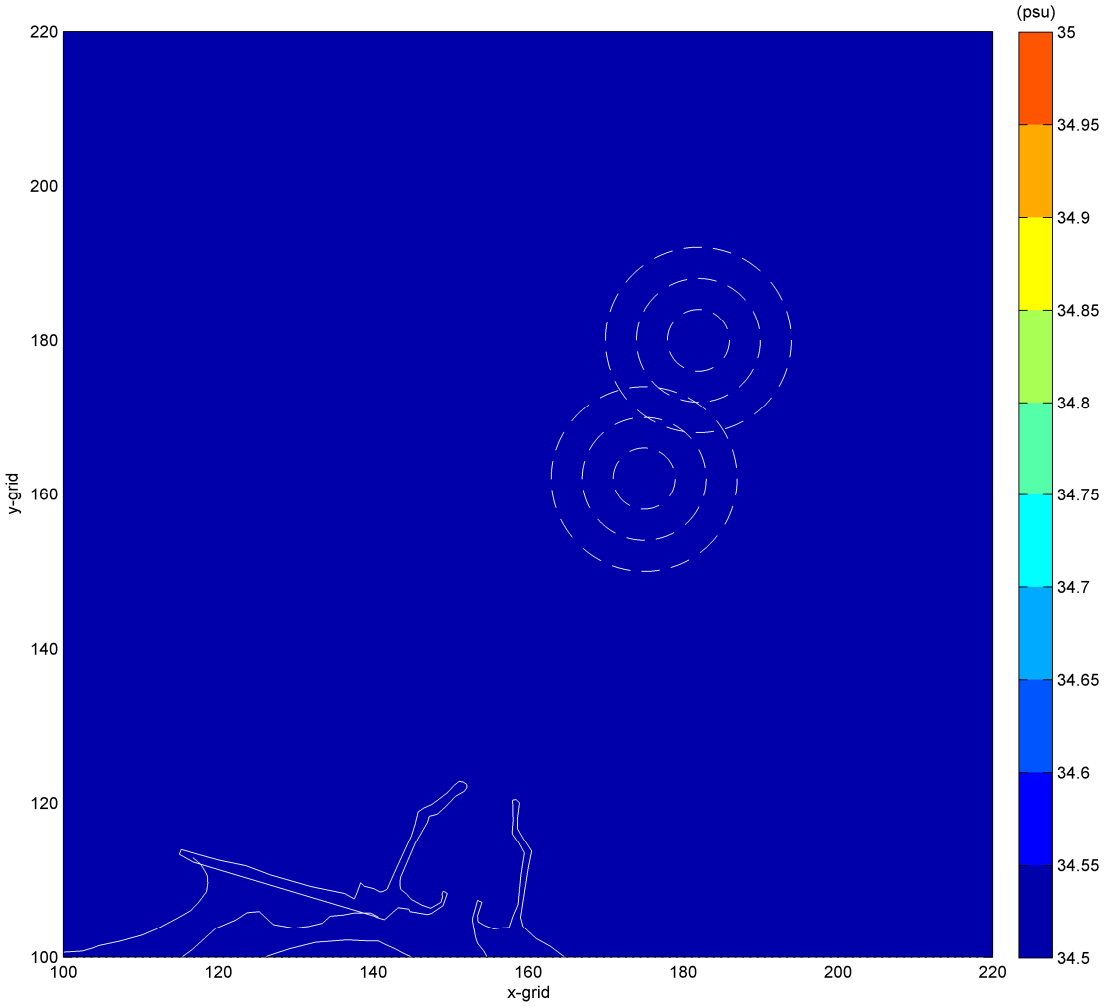
註：圖中同心圓由裡至外分別為距離排放口中心點100、200及300公尺。

圖16 （案例2）M2模式模擬七股海域退潮時鹽度擴散圖（第5層）



註：圖中同心圓由裡至外分別為距離排放口中心點100、200及300公尺。

圖16（續）　（案例2）M2模式模擬七股海域退潮時鹽度擴散圖（第3層）



註：圖中同心圓由裡至外分別為距離排放口中心點100、200及300公尺。

圖16（續）　（案例2）M2模式模擬七股海域退潮時鹽度擴散圖（第1層）

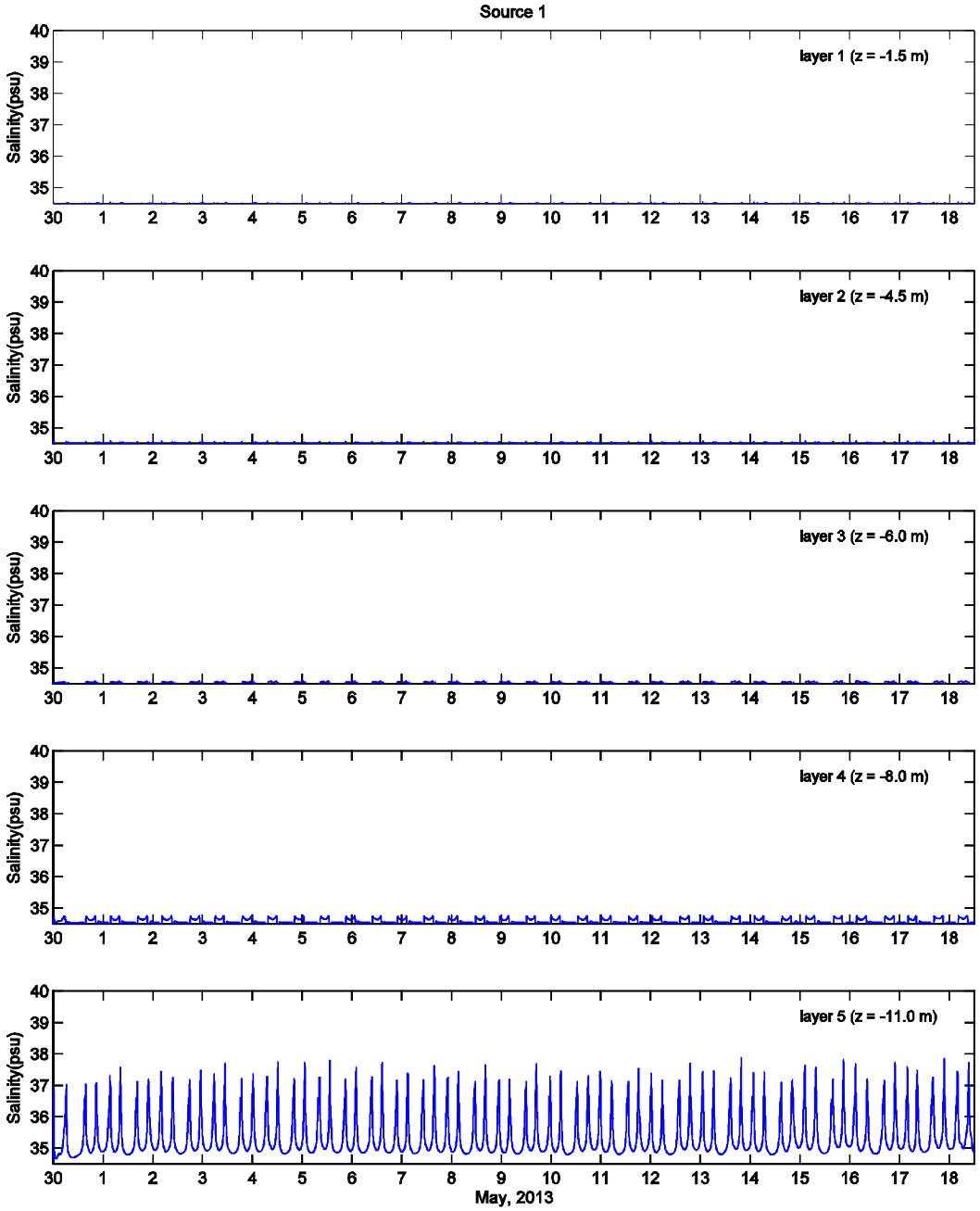


圖17 （案例2）鹵水施放點鹽度歷線圖

附錄四

促參法於海淡廠適用性公文

行政院經濟建設委員會　函

機關地址：10020台北市寶慶路3號
電話：02-2316-5300
承辦人：謝建弘
電子郵件：hong@cepd.gov.tw

受文者：行政院秘書長

發文日期：中華民國101年2月22日
發文字號：部字第1010000700號
速別：普通件
密等及解密條件或保密期限：
附件：如說明三

主旨：奉　交議，經濟部函院，檢陳「離島地區供水改善計畫」（第2次修正）一案，綜提審議意見如說明二，復請　查照轉陳。

說明：

一、復　貴秘書長100年12月20日院臺經字第1000069936號函。

二、本案經本會函請　鈞院主計處、公共工程委員會等有關機關研提意見後，綜提審議意見如次：

（一）查大小金門水源聯通管線已完成修復，且金門大橋已政策決定興建，未來大、小金門水資源建設之規劃、佈局，應配合供水環境的變化適度調整，以發揮計畫最大效益。經濟部本次重新檢討旨揭計畫內小金門海淡廠興建之必要性後，擬暫緩興建小金門950CMD海水淡化廠，而小金門地區之水源供應則併入「大金門海淡廠既有2,000CMD功能改善暨擴建2,000CMD第2期工程」一併檢討，符合實際需求。

（二）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第9條及34條暨「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。

（三）另，馬祖紫沃水庫受限於重建水庫壩體客觀條件困

難外，並考量預算、地質不確定、壩體安全性、水庫漏水及目前蓄水量等因素，主管機關建議原則採維持現況蓄水，辦理簡易溢洪道，以增加既有壩體及邊坡安定，原則可行，請經濟部本於權責辦理。

（四）綜上，因海水淡化廠之推動模式已產生重大轉變，為提升本計畫之執行效率，本計畫項下未涉及計畫修正部分及本次修正之紫沃水庫改善工程，請經濟部積極趕辦；其餘則請經濟部依前述意見，修正計畫書後，再循程序報核。

三、檢附　鈞院主計處、公共工程委員會審議函文影本各一份。

正本：行政院秘書長
副本：

檔　　號：
保存年限：

部門

行政院公共工程委員會　書函

地址：11010台北市松仁路3號9樓
聯 絡 人：盧泰宏
聯絡電話：(02)87897670
傳　　真：(02)87897674

受文者：行政院經濟建設委員會

發文日期：中華民國101年2月13日
發文字號：工程技字第10000488880號
速別：普通件
密等及解密條件或保密期限：
附件：

主旨：有關行政院交議，經濟部函院陳報「離島地區供水改善計畫」（第2次修正）一案，本會意見，復如說明，請 查照。

說明：

一、復貴會100年12月27日部字第10000055548號書函。

二、查旨揭計畫因時空環境的改變，基於大小金門聯通管線已完成修復且金門大橋預計105年6月完工，小金門未來如有新增超出預期之水量或備援管線等需求，可藉由金門大橋吊掛管線方式由大金門調配供應，經重新檢討計畫內海淡廠興建之必要性後，爰小金門950CMD海淡廠暫緩興建，改採辦理「大金門海淡廠既有2,000CMD功能改善暨擴建2,000CMD第2期工程」，符合實際需求。

三、另馬祖紫沃水庫受限於重建水庫壩體客觀條件困難外，並考量預算、地質不確定、壩體安全性、水庫漏水及目前蓄水量等因素，主管機關建議原則採維持現況蓄水，辦理簡易溢洪道，以增加既有壩體及邊坡安定，本會予以尊重。

四、至於澎湖馬公海淡廠增建計畫及金門海淡廠擴廠計畫，除

行政院經濟建設委員會收文
101/02/13　8410101048

93年6月經本會簽奉 院長裁示採民間參與方式外，且同（93）年11月行政院財經會報第七次會議結論，有關離島地區新增或擴建海水淡化廠之推動，以鼓勵民間，以促參方式，採保價保量原則進行在案；惟歷經7年時空環境之變遷，旨揭修正計畫中有關「大金門海水淡化廠功能改善暨擴建第2期工程（ROT）」及「馬公增建4,000噸海水淡化廠（BTO）」等2案，考量後續係由政府支付費用取得淡化後海水，不適用「促進民間參與公共建設法」，建議主辦機關應參採預算法第9條及34條相關規定，依「政府採購法」辦理該2海水淡化廠相關興建及營運管理作業，俾滿足民國110年供水缺口、提供民眾安全乾淨之飲用水及達成減抽地下水目標。

五、承上因ROT、BTO等英文縮寫並無法律明確定義，惟常為促參案所引用，為避免誤導，建議併與「促參」文字刪除。

正本：行政院經濟建設委員會
副本：[illegible]

附錄五

桃園海水淡化廠PFI分析評估

附錄五　桃園海水淡化廠 PFI 分析評估

壹、經費與財務分析

一、工程經費

工程費較前期終止計畫上漲 14%，主要是管線漲 15%，土建漲 10%，系統設備漲 10~20%，RO 系統因薄膜費用下降而整體系統費用相當。PFI 模式與政府自辦模式下工程費用假設一致，主要考慮臺灣在地實情，即民間出價通常不會高於政府預算（表 1）。

表 1　PFI 模式與政府自辦模式下工程費用

項次	成本項目	新臺幣(仟元)
一	取排水工程	
1	取水管線(∮1100mm)	34,233
2	排水管線(∮700mm)	25,539
3	抽水設備	59,800
4	配管工程	32,753
5	海事工程	11,435
	小計(1 至 5 項)	**163,760**
二	主體工程	
1	土建工程	
1.1	廠房	80,850
1.2	管理中心	26,400
1.3	儲槽	44,000
1.4	停車場	1,650
1.5	道路	3,938
1.6	綠帶	5,250
	小計(1.1 至 1.6 項)	**162,088**
2	機電工程	
2.1	前處理系統	252,000
2.2	逆滲透處理系統	381,000
2.3	後處理系統	126,500
2.4	其他附屬設備	126,500
	小計(2.1 至 2.4 項)	**886,000**
	合計(1 至 2 項)	**1,048,088**
三	輸水工程	
1	輸水管	3,278
2	其他管件及閥件	1,725
3	路面修復費	1,425
4	抽水加壓設備	14,300
5	雜項工程	5,633
	小計	**26,361**
四	勞安費、管理費、品管費、環境保護所需費用等	185,731
	合計：(一至四項)	**1,423,939**

二、財務效益分析

本計畫 PFI 採 BOT 模式及 30,000 CMD 操作條件下，以權益淨現值為零的條件下，求算 k 值為 8.25%，營運費率為 17.07 元/立方公尺（表 2）。本計畫在政府自辦模式下興辦，在 30,000 CMD 的操作條件下，以損益平衡（即稅前淨利為零）的條件下，操作營運費率為 17.75 元/立方公尺、建設攤提費 6.50 元/立方公尺，合計 24.25 元/立方公尺；BOT 模式的操作營運費率 17.07 元/立方公尺、建設攤提費 13.80 元/立方公尺，合計 30.87 元/立方公尺。兩者相較相差 6.62 元/立方公尺，BOT 模式較高。如果考量政府資金成本率的負擔時，即以權益淨現值為零，則權益報酬率將等於預估政府資金成本 3.43%，則操作營運費率為 20.43 元/立方公尺。

表 2 民間參與 BOT 模式與政府自辦模式比較

興建模式 / 項目	民間參與 BOT 模式	政府自辦模式	政府自辦模式
分析條件	權益淨現值為零	損益平衡	權益淨現值為零
建設攤提費：			
工程經費(仟元)(基年)	1,423,939	1,423,939	1,423,939
建設費攤還方式	20 年分期付款計息方式，利率(k 值=8.25%)	20 年直線式平均折舊攤提	20 年直線式平均折舊攤提
建設費攤還金額(仟元)	3,021,959	1,423,939	1,423,939
每年攤提金額(仟元)	151,098	71,197	71,197
建設攤提費(元/M^3)(A)	**13.80**	**6.50**	**6.50**
操作營運費：			
操作營運費率(元/M^3)(B)	**17.07**	**17.75**	**20.43**
操作營運收入(仟元)	3,738,068	3,888,256	4,474,553
營運收入：			
營運收入費率(元/M^3)(C) (C)=(A)+(B)	**30.87**	**24.25**	**26.93**
營運收入合計總額	6,760,062	5,312,195	5,898,492
營運總成本：			
單位建設成本(元/M^3) (D)	6.50	6.50	6.50
操作營運成本合計(仟元)	3,738,164	3,888,352	3,888,352
單位操作營運成本(元/M^3)(E)	17.07	17.75	17.75
單位總成本(元/M^3) (F)=(D)+(E)	23.57	24.26	24.26
權益資金回收年限	13	20 年期間無法回收	15
權益資金折現後回收年限	20	20 年期間無法回收	20
計畫內部報酬率	7.53%	0.00%	3.43%
計畫淨現值(元)	242,473,812	-405,381 仟元	0
獲利指數	1.18	0.71	1.00
自償率(計畫本身)	113.67%	70.83%	100.00%

三. VfM 評估之名目現金流（計入物價上漲率）

VfM 評估模型除了運用實質現金流作為評估參考數值，還需考慮名目現金流；亦即將物價指數上漲率 1.5%、營建物價指數上漲率 2.5%、薪資調漲率 1.5%及申報地價平均年漲率 1.0%等假設條件計入，依據前述之民間參與 BOT 模式與政府自辦模式的財務模型，在權益淨現值為零的條件下，以得知概估之名目現金流，而計入上述各項上漲率後的民間參與 BOT 模式與政府自辦模式比較（表 3）。

貳、VfM 評估方式建立

一、VfM 評估參數

Value for Money (VfM) 即「財政支出價值」，英國政府會計部門對 VfM 定義為：「在滿足使用者需求下，全生命週期的成本與品質之最佳組合。」揭示滿足使用者需求(Consumer Demand)、全生命週期成本(Life Cycle Cost)及服務品質(Quality of Service)為 VfM 之三要素，即計畫在達到此三要素之情境下，始具有 VfM。另強調 VfM 並非為最低價之選擇，或是要求詳細之資產負債表，而是為瞭解某一促參專案在達到滿足使用者需求之服務品質下，政府在該專案全生命週期內所必須負擔成本及獲得的利益，所進行之評估程式，而此為實施 PFI 模式時所必經之程序。

影響 VfM 評估結果的主要因素可歸納為四大類—「專案成本」、「樂觀偏差」、「彈性溢價」與「租稅」。評估者除了要決定各項目的數值外，還需要提供解釋原因，以及資訊來源；茲分別說明各評估項目之內容如後。

1、專案全程成本

專案全程成本的內涵可分為五個類別，包括：期初資本支出(capital expenditure)、期中資本支出 (investment in lifecycle costs)、營運成本 (operating expenditure)、交易成本 (transaction costs)、以及殘餘成本 (residual costs)等。

(1)期初資本投資 (Capital Expenditure)

PFI 的專案大小多以資本投資金額而定，成本支出項目除

了用於採購硬體設施外、尚包括基本材料、勞動、專業顧問費用、可能變更項目、及加值稅 (VAT)。由於 PFI 移轉了大部份的風險給包商，包商在估價時自然將承擔風險的報酬列入報價，故而 PFI 下所需的資本投資金額通常視為高過傳統採購。

(2)、期中資本支出 (investment in lifecycle costs)

在 PFI 下，設施將接受持續的維修服務；反觀在傳統採購下，維修逐年編列，經常受到排擠，長年下來，設施可能已年久失修,要達到民間參與模式下的資產狀況,則需額外的成本。就此，英國財政部即建議政府根據專案特性選擇設施需要維修的週期，並估計各週期的所需的維護成本。

(3)營運成本 (operating expenditure)

維持設施營運所需的成本，與營運者的效率有關，影響效率的重要因素在於經營者的誘因結構。在 PFI 之下，合約內有績效相連結的扣款機制，如何有效率達成營運目標，事關利潤率，故而會盡力降低成本；而在傳統模式下，公部門的營運單位則缺乏提升效率的動力，故而營運成本會較高。

(4)交易成本 (transaction costs)

PFI 牽涉到相當複雜的議約及監督管考過程。在訂約前，由於需要決定特許期間所有的服務內容，以及定價，故而需要顧問服務甚多，以解決逆選擇情形，包括財務顧問、法務顧問以及工程顧問之延聘；在訂約後，基於社會大眾利益的託付，抑或民間業者出現道德危機情事，政府的監管行為要較傳統模式複雜，加上若有風險事項出現時，雙方必須協商仲裁，甚或付諸法院裁決，不僅曠日費時，也增益雙方的計畫執行成本，甚或解約致使公益延宕。相較之下，PFI 之簽約前後可能較諸傳統模式之只需完成工程設計，有較高之交易成本。

(5)剩餘成本 (residual costs)

在合約期滿時，政府須將設施提升至原有品質的耗費成本。由於 PFI 廠商須維持契約上的服務水準，因此有較高的誘因投

入資源以維持設施品質，但傳統採購模式中，承攬廠商缺乏維護設施的誘因。在合約到期並移轉資產的階段，政府在民間參與模式下要花費的剩餘成本較傳統模式少。

2、樂觀偏差

工程評估不免會有誤差，有些誤差是隨機性，只要是誤差對成本與效益的影響之期望值為零，即可忽略不計，但誤差的存在若是系統性的，在評估時即應加以消除。這個評估偏差，可能會根本改變專案的可行性，也可能會改變採購系統間的相對優勢（例如 PFI 與傳統模式何者較有利），因而是理解民間參與效益的一個重要關鍵。一般預期 PFI 會衍生較低的樂觀偏差，根據評估手冊之統計（表 3），PFI 的前樂觀偏差與政府採購相當，而後樂觀偏差則為零。

表 3　政府採購與 PFI 之樂觀偏差率比較

比較項目	政府採購		PFI
	前樂觀偏差率 (OB Pre)	後樂觀偏差率 (OB Post)	前樂觀偏差率 (OB Pre)
期初資本支出 (initial capital expenditure)	10%	30%	10%
期中資本支出 (lifecycle costs at each LC date)	10%	30%	10%
營運成本（非員工薪資類） (operating expenditure)	10%	20%	10%
交易成本 (transaction costs)	10%	10%	10%

資料來源：HM Treasury (2004)

3、彈性溢價

根據英國之新評估手冊所提，就同樣的需求範圍變更(scope change)而言，運用 PFI 時所需耗費的成本會高於傳統採購 10%。主要原因在於 PFI 降低採購單位在合約執行過程中的重新議約能力，因而在變更需求時，很可能需要付出更高的價格才能獲得協議。若探究其根本原因，我們可以發現這與 PFI 的治理結構有關。一般而言，民間參與模式多採取專案特許公司的型式

(Special Purpose Vehicle; SPV)，會有興趣參與的廠商，如營造商、設施管理廠商、融資銀行與設備提供廠商，多是為了成為專案的供應商。投資者所投入的股金多僅達所需資金的 10%，其餘 90%需仰賴銀行借貸。高槓桿的融資結構，雖可降低融資成本，但也衍生風險事項。此如，廠商的風險資金 (capital at risk)不高，萬一合約中止，所造成的損失不多，這會使得廠商在重新議價時佔有相當優勢；其次，特許公司的原始股東靠著承攬專案之分包工程，獲利甚至就已超過投入股金，將會進一步減損政府的議約能力。因此，PFI 往往產生較高的彈性溢價。

彈性溢價的大小，原則上可由以下三個因素決定。首先是何時發生需求變更，不同的發生時間點需用不同的折現因子計算現值；其次，需求變更所造成的衝擊，多以期初投資金額的百分比來表示 (αtI)；第三，需求變更的發生機率 (Pt)。這三個變數的連乘積為需求變更所造衝擊之現值。由於在民間參與模式下，政府若要事後變更需求，需要付出較高的代價才能達成協議，這個額外代價與前述的需求變更衝擊之現值相關，根據英國財政部發行的手冊，二者成固定之比值 (10%)，其計算式如下所示：

$$\text{彈性溢價} = \Sigma(Pt \times \alpha t\, I \times 10\%) \quad (1)$$

此意味在民間參與模式下，政府若要變更需求，由於需要與原本的特許廠商協商，在一對一的情況下，缺乏競爭壓力，故而需要多付 10%的代價。

4、租稅

海淡廠以民間參與模式來執行時，可能會衍生出稅務問題，此乃因特許公司有兩項課稅負擔。第一，特許公司若由專案中獲利，需付公司稅 (corporation tax)，而其原始股東若以無擔保債 (subordinated debt) 型式提供特許公司融資，利息收入亦應課稅；第二，擔保債融資者 (senior debt holders) 由專案獲取的利息，有付稅義務，亦應列入考量。

採傳統模式執行，政府並無稅收。在評估中將稅列入考量的

方式有二，一為增加傳統模式成本，二為減少 PFI 成本。英國財政部的手冊建議前者。兩個模式的稅收差異的現值是以專案生命週期成本現值的百分比來表達。適用的百分比首先取決於專案支出 (expenditure)的類型是屬資本 (capital)或是經常 (revenue)門，前者是指政府向特許公司所購買內容為設施，而後者則是指政府所購買的是專案提供之服務。不同的分類有不同的稅務處理，屬於資本帳的情況下，廠商可能享有租稅減免 (tax relief)，故而稅賦貢獻較低；其次，設施管理服務成本占專案資本投資的比例；第三，專案生命週期維護工作屬於新建的程度愈高，應付稅額愈高；最後，專案給股東的獲利率較高時，稅賦貢獻較高。

二、VfM 評估程序

依據英、日、澳及我國推動草案之 VFM 評估作業，圖 1 即為以 VFM 評估決定以政府自辦或採民間參與模式之簡要決策流程。除定性分析多以可行性、有利性及可達成性為其內容外，在定量分析上則以含括交易成本之計畫基礎成本為起點，經加計風險調整彈性溢價調整及稅收調整而計算 VFM 指示值，其評估結果為正值者，即具有 PFI 計畫之執行價值，評估指數公式參考「政府購買公共服務型促參計畫作業原則（草案）」為：

$$\frac{\text{政府採購成本現值-PFI 成本現值}}{\text{政府採購成本現值}} \qquad (1)$$

至於各項 VFM 定量分析的項目，概可分成專案全程成本計算、風險調整、彈性溢價計算及稅收調整等四部分，其中以風險調整所需的資料最難估算，在英國係採前後樂觀偏差值的方式來加以計算。惟基於英國之資料充足性與我國不同，本研究擬先延續王明德等(2006)之建議，在風險調整上分三階段進行試算調整。第一步是對於所有風險可能造成損失期望值之計算；第二步則為進行專案風險責任之分配，以具體區分出兩種採購模式下政府所需承擔風險損失之差異；第三步則為就政府承擔部分之風險損失期望值，進行名目現金流及淨現值之計算。本研究建立之 VfM 評估試算模組共分為變數資料與假設條件之輸

入、專案基礎成本之實質現金流計算、專案基礎成本之名目現金流及淨現值計算、專案風險調整、及最終之 VfM 檢驗等。目前係初步與技術及財務顧問建置第一模組所需運算變數及其資料來源，如表 4 所示。

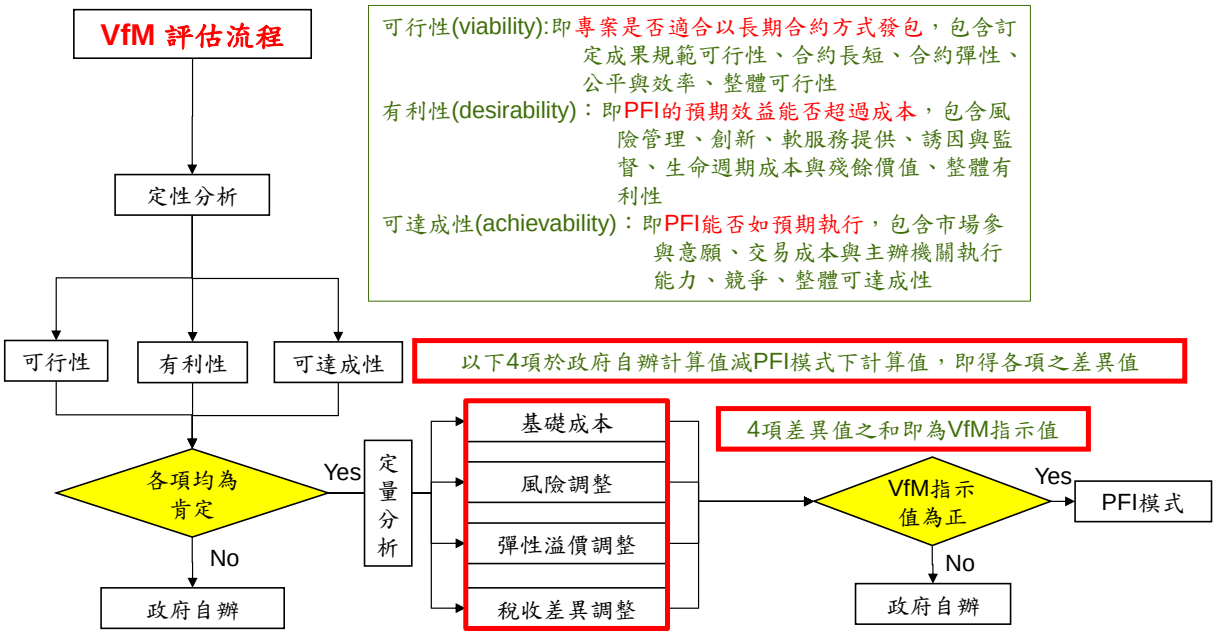


圖 1　採購模式之 VFM 評估決策流程

表 4　VfM 評估模式—所需變數及數據來源

輸入項	輸入值		原因解釋	資料來源
時機				
合約期間(年)				主辦單位
期初資本投資年期(年)				技術顧問
營運成本開始支付年份				技術顧問
期初資本投資佔均付款的比例				技術顧問
調整比值	**比值**	**基年**		
資本支出年通膨率				財務顧問
營運成本年通膨率(人事)				財務顧問
營運成本年通膨率(非人事)				財務顧問
均付款年調整比值				財務顧問
成本與收益				
專案全程成本				
政府採購				
期初資本投資 ($'000)				技術顧問
期中資產更新投資(每年) ($'000)				技術顧問
資產更新週期(年)				技術顧問
營運成本(人事)(每年) ($'000)				技術顧問
營運成本(非人事)(每年) ($'000)				技術顧問
PFI				
期初資本投資 ($'000)				技術顧問
期中資產更新投資(每年) ($'000)				技術顧問
資產更新週期(年)				技術顧問
營運成本(人事)(每年) ($'000)				技術顧問
營運成本(非人事)(每年) ($'000)				技術顧問
第一期均付款 ($'000)				技術顧問
總均付款 ($'000)				技術顧問
合約管理成本 ($'000)				
交易成本				
政府採購 ($'000)				主辦單位
PFI ($'000)				主辦單位
第三方收益(減項)				
政府採購(每年) ($'000)				技術顧問
PFI (每年) ($'000)				技術顧問
變更彈性				
變更年份				技術顧問
發生機率 (%)				技術顧問
變更程度 (%)				技術顧問
彈性溢價比率 (PFI) (%)				主辦單位
稅				
政府採購之稅收差異調整因子 (%)				財務顧問
PFI 融資				
槓桿比率 (%)				財務顧問
融資年期 (年)				財務顧問
信用利差 (bps)				財務顧問
銀行利差 (%)				財務顧問
銀行債免繳年 (年)				財務顧問
承諾費 (bps)				財務顧問
首筆安排費 (bps)				財務顧問
免付息期 (年)				財務顧問
稅前IRR目標				主辦單位

需輸入
給定值－無需輸入

附註：表內每一關鍵變數將參酌澳洲之作法，以「低於基礎值」、「與基礎值相符」、「超支之可能情況」、「超支之中等情況」、「超支之極端情況」等五種情境建構其分年情境值機率分配，以為風險分析及風險值計算之基礎。

參、VfM 評估模擬結果

一、VfM 定性評估結果

表 5 為本研究依據前述定義及海淡廠在國內採 PFI 辦理之 VfM 定性評估之初步建議成果。

表 5 桃園海淡廠 VfM 定性評估結果 (1/3)

一、可行性（Viability）：專案可否委交民間辦理？		
評估因子	**評估內容**	**評估結果**
1-1 訂定長期成果規範可行性	主辦機關是否能為本案草擬長期可操作的合約？	是，主辦機關曾有南竿第三期海淡廠興辦及合約簽訂經驗。
	合約可否清楚地以成果規範來表達服務範圍與內容要求？	是，因為營運績效可用客觀數據衡量。
	成果規範可否可用以評估專案成果的品質？	可，因為營運績效及海淡水的水質與水量可用客觀數據衡量。
	需求與成果間的對應是否清楚？	是，需求為保質保量，量化指標明確。
	合約年限是否反應出對專案需求可穩定持續年數的預期？	是，海淡廠固定資產年限長達 20 年，而本案之預計營運期間為 20 年（註），且海淡水為工業用水需求相對穩定。
	合約年限的決定是否已考量專案資產的生命週期？	是，海淡廠固定資產折舊土建部分的年限達 20 年、機電年限為 10 年，已考量重置費用，本案之桃園海淡廠預計營運期間為 20 年。
	合約所訂定促使民間廠商確保服務績效的誘因能否長期維持其有效性？	是，本案已納入物價調整與電價等相關風險調整機制。
	本案定期重新競標的可行性如何？	可以，應在終止前兩年啟動重新競標。
1-2 財源規劃	投入資本是否適當，有無偏離同類公共建設一般規模？	無，本案投入資本與其他民間合作之海淡廠相當。
	融資銀行風險控管是否接受？	本案需求穩定，民間參與若能有政府契約規範背書，將有效減抑融資銀行風險。
	政府是否有餘裕資金可供借貸？	是，如經建會中長期運用資金。
	政府是否有足夠預算支應民間自償不足部分？	本案採保價保量，民間需自行籌資。
	政府是否能確保預算之長期穩定性，並對於延遲付款提供廠商合理的補償機制？	是，合約應有相關規定，若延遲付款可透過救濟機制尋求補償。
1-3 付費機制	民間收費機制是否需政府控管？	本案由政府統一負責購買與販售海淡水，不由民間向使用者收費。
	政府興辦本案是否符合公平與效率的考量？	此為政府必須提供之公共建設，由民間生產較有效率，補助將符公平與效率。
	政府興辦本案是否有法源？	是，政府自辦適用採購法，若採用 PFI 則適用促參法。
1-4 合約彈性	在營運階段，主辦機關是否有足夠彈性以合理價格改變需求？	是，可在契約中明定海淡水需求量與價格的範圍，在一定範圍內購買。
	合約於執行期間發生涉及預算變更情事的可行性如何？	政府採分期攤還的方式向特許公司購買海淡水，預算變更可行性低。
	合約能否有效控制專案執行期間因廠商中途退場而對公眾利益造成之衝擊程度？	可以。若廠商退場可依照一般契約請求違約金，並另行委託其他廠商營運。依照南竿海淡廠之經驗，在合約中敘明相關機制
1-5 整體可行性	民間廠商及主辦機關對達成專案目標是否具備充分的能力？	是，透過嚴謹的評選機制，可過濾出能力較佳的優選廠商。
註：參考民間參與桃園海水淡化廠先期計畫書（經濟部水利署，2006）		

表 5 桃園海淡廠 VfM 定性評估結果 (2/3)

二、有利性（desirability）：委交民間辦理的效益能否超過成本？		
評估因子	**評估內容**	**評估結果**
2-1 風險管理	專案是否需要採購重大的資本資產，且成本超支與工期延宕風險是否影響專案成敗的重要因素？	是，海淡廠需要重大資本投資，成本超支與工期延宕風險可在契約中明定由民間負擔。
	民間廠商是否具備足夠能力管理本專案風險？（註）	是，透過嚴謹的評選機制，可過濾出優選廠商。但本案之需求受產業經濟之影響甚大，其風險分攤須有機制。
	付款機制與合約條款能否促使民間廠商採取積極有效的風險管理作為？	可以。採分期攤還機制，可在合約中要求海淡水數量及品質，並明定風險分攤範圍，可促使特許公司採取積極有效的風險管理作為。
2-2 創新	專案是否有創新的空間？	是，主辦機關希望民間廠商能提供創新性的方案來承建本案以支應本案的財務報酬及服務，如技術創新或附屬事業...等。
	合約與相關法令規範是否提供足夠的彈性空間讓民間廠商決定最佳範圍與訂定推動策略？	是，主辦機關透過訂定基本設計原則，即在提供充足彈性空間以鼓勵民間進行多元創新，以利減抑成本、創造收益。
2-3 整合	由民間廠商承辦是否減抑採購之交易成本？	是，由民間廠商負責海淡廠興建與營運之所有程序，降低因分項發包所衍生之作業成本，從而降低交易成本。
	由民間廠商承辦是否減抑專案執行時程？	是，設計與施工由同一廠商負責，降低減少發包次數及作業時間，可加速執行時程。
	由民間廠商承辦是否為專案達成 VfM 的重要因素？	是，由民間廠商承辦，可降低 VfM 比較中之交易成本及營運成本，而使 VfM 值提高。
2-4 誘因與監督	專案成果是否可以落實到可執行的合約條文？	是，可以在合約中明訂海淡水之品質與數量。
	專案所提供的服務是否可訂定客觀合理的稽核標準？	是，海淡廠提供之服務可用客觀數據稽核，惟機關應加強督導。
	PFI 的付款機制是否可以強化民間廠商提升服務水準的誘因？	是，與績效連結的付款機制可促使民間廠商達到目標。
2-5 生命週期成本與殘餘價值	專案可否整合設計、興建與營運等階段？	可以。
	目前同類型設施之營運與維護成本是否相對於興建成本佔有更高比例，且受到設計品質的顯著影響？	是，海淡廠營運與維護成本大佔興建成本比例甚高，此與設施的設計有相當大的關連。
	特許期屆滿時本案資產的情況或處置是否存在任何限制而對 VfM 能否達成有顯著的影響？	特許期屆滿後將移轉給政府，對 VfM 沒有影響。
2-6 整體有利性	本案運用 PFI 時，提升之效益是否能超過民間較高的融資成本？	是。主辦機關認為 PFI 提供最佳的途徑來管理風險，將設計與施工整合交由民間廠商執行，可達成較高效率。
註：過去如烏崁海淡一廠、西嶼海淡廠、南竿海淡廠等均有民間參與之經驗，國內民間廠商具有足夠能力管理本專案風險。		

表 5 桃園海淡廠 VfM 定性評估結果 (3/3)

三、可達成性（achievability）：民間參與專案的可能性（接受度）？		
評估因子	**評估內容**	**評估結果**
3-1 市場參與意願	本案服務之市場供給能量是否足夠？	本案技術較為成熟，民間廠商能以不同方式生產及提供國內外海淡水之供應，有足夠能量參與本案。
	市場對參與本案之意願如何？	經過市場調查，本案生產規模尚在國內廠商之生產能量內，未來若能有政府採購量價之合理評估，民間參與意願甚高。
	過去是否有類似案例已成功發包？	是。馬祖南竿海淡廠採用與 PFI 類似之 BTO 模式興建。
	以市場觀點來看，本案是否具有足夠的獲利性？	是，在保價保量的合約條件下，有足夠獲利性。
3-2 主辦機關執行能力	是否有法律規定公共服務必須由政府提供？	根據促參法，本案為水利事業，為政府須負責之公共建設。
	本案能否適時組成專業的小組並執行採購程序？	可以。主辦機關可組成專業小組。
	主辦機關是否有足夠能力執行本案的合約管理？	是，主辦機關已有相關經驗。
	主辦機關是否有足夠能力管理本案之政府承擔風險？	是，主辦機關已有相關經驗，可管理本案之政府承擔風險。
3-3 競爭	是否存在多家民間廠商具備足夠完成本案的能力？	是。本案於國內外均有相當多的案例，具備此能力的廠商眾多。(註)
	招標時是否能吸引足夠的競標廠商？	在合理的合約規範下，能夠吸引足夠的競標廠商。
3-4 整體可達成性	綜合考量主辦機關與市場面因素，本案是否確認可如預期順利執行？	是，在客觀分析合理條件後，主辦機關相信採民間參與模式可達成 VfM，且民間對海淡廠參與意願高，應可順利執行。
註：目前包括烏崁海淡一廠、西嶼海淡廠、南竿海淡廠、馬公海淡廠及北竿海淡廠均採與 PFI 接近之 BTO 採購模式，另烏崁海淡二廠採用 BOO 模式。市場中有多家廠商具備完成桃園海淡廠案件的能力。		

二、VfM 定量評估結果

VfM 定量評估流程包括「基礎成本」、「風險調整」、「彈性溢價」、「稅收差異」（詳圖 2），以下分別說明各評估流程內容。

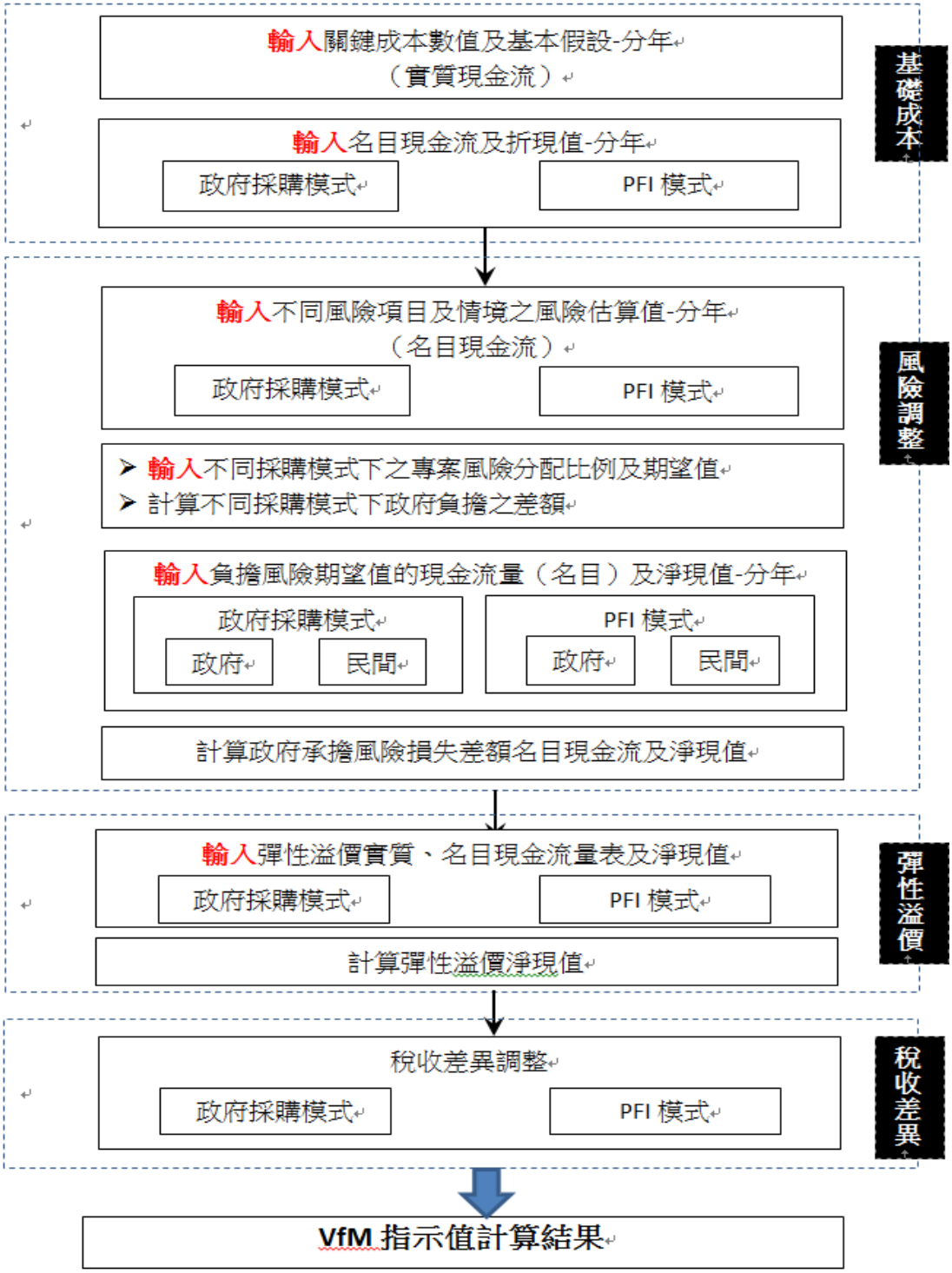


圖 2 VFM 定量評估流程

1、基礎成本

包括「基礎成本輸入」，以及「名目現金流及淨現值」兩大項目數值之輸入與計算。名目現金流及淨現值計算分爲傳統採購

模式：輸入傳統採購模式下之興建成本、營運成本、交易成本、稅收等項目之名目現金流及淨現值。民間參與模式：輸入民間參與模式下政府均付款、稅收之名目現金流及淨現值。

(1)基礎成本輸入

在基礎成本輸入方面，分為一般資訊、專案成本、變更彈性、稅收、PFI 融資等項目，各項金額以實質現金流顯示，以下分別說明之（表 6）。

a.一般資訊

一般資訊分為「時機」與「調整比值」兩大項目。「時機」包含合約期間、期初資本投資年期、營運成本開始支付年、期初資本投資佔均付款比例及資產更新週期等。「調整比值」則包括資本支出年通膨率、營運成本年通膨率（人事部分）、營運成本年通膨率（非人事部分）、均付款年調整比值。

b.折現率

由於折現率將影響政府採購與民間參與在成本估計上之折現值，進而改變 VfM 值對採購模式的判斷，因此折現率的選擇至關重要。本案將依照經建會委託之「公共建設計畫財務評估中折現率如何訂定之研究」、中長期貸款利率、K 值（滿足股東報酬率為 10%之建設攤提折現率）及 VfM 指示值為 0 等四種數值作為折現率。

本章將以 K 值作為折現率來模擬計算過程，並於 VfM 指示值計算後，羅列四種折現方案之 VfM 評估結果比較。

c.成本

成本欄位包含的資訊包括專案全程成本、交易成本及第三方收益，主要係分析在海淡廠週期中可能花費的成本及收益，本計畫先分別輸入政府採購與 PFI 的分年成本，並在下表中計算出各項成本之總值。

- 專案全程成本：包括期初資本投資、人事及非人事營運成本、第一期均付款及總均付款。

- 期初資本投資：海淡廠的期初資本投資項目包括採購硬體設施、基本材料、勞動、專業顧問費用等。
- 營運成本：維持設施營運所需要的成本，分為人事與非人事兩個部分。
- 均付款：在民間參與模式下，政府平均每年應付之款項。
- 交易成本：估計政府採購模式之交易成本時，必須包括主辦機關的合約管理成本；而 PFI 的交易成本高低，會與主辦機關有無辦理 PFI 之能力與經驗、民間機構是否熟稔行政機關作業程序、民意整合是否順利，以及未來就合約執行過程所衍生爭之議事項的處理時程與成本有顯著關係。在 VfM 計算時，民間參與模式的交易成本也會以分期攤還的方式，併入均付款中。
- 第三方收益：非由政府方面支付之收益，例如從人民方面收取之獲益等。本案未有第三方收益。

d.變更彈性

變更彈性意指在政府採購模式與民間參與模式下，海淡廠因需求變更，政府須額外支付之成本。兩模式變更彈性成本之差價稱為彈性溢價。

- 稅收：在政府採購模式及民間參與模式下，政府因不同採購模式獲得的稅收不同，因此須將兩者差異調整並列入計算。
- 稅前 IRR 目標值：本案之計畫內部報酬率為 7.54%。

(2)兩種模式之名目現金流及淨現值

a.傳統採購模式：輸入傳統採購模式下之興建成本、營運成本、交易成本、稅收等項目之名目現金流及淨現值（表 7）。

b.民間參與模式：輸入民間參與模式下政府均付款、稅收之名目現金流及淨現值（表 8）。

表 6 VfM 評估基本資料（實質現金流）

一般資訊		
項目	**數值**	
時機		
合約期間	22	
期初資本投資年期	2	
營運成本開始支付年	3	
期初資本投資佔均付款比例	18.97%	
資產更新週期	10	
調整比值		
資本支出年通膨率	2.5%	
營運成本年通膨率（人事部分）	3.0%	
營運成本年通膨率（非人事部分）	1.5%	
均付款年調整比值	0.0%	
折現率	3.43%	
政府採購及民間參與成本		
成本（單位：仟元）	**政府採購**	**民間參與**
專案全程成本		
期初資本投資	1,423,939	1,423,939
營運成本（人事部分）	193,050	175,500
營運成本（非人事部分）	3,695,206	3,562,568
第一期均付款	-	338,001
總均付款		6,760.026
交易成本	25,938	50,000
第三方收益	0	0
變更彈性		
彈性溢價：兩模式需求變更後之成本差額	N/A	
稅收		
兩種採購模式稅收差額	168,275	
民間參與融資		
槓桿比率	0.00%	
融資年期	14	
信用利差（bps）		
寬限期	2	
承諾費（bps）	100	
首筆安排費	4,365	
免付息期	2	
稅前 IRR 目標值		
稅前 IRR 目標值	7.54%	

表 7　政府採購模式之名目現金流及淨現值

政府採購模式之名目現金流及淨現值												
項目	-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
興建營運成本												
期初資本投資		395,570	1,054,078	0	0	0	0	0	0	0	0	0
營運成本(人事)				10,240	10,548	10,864	11,190	11,526	11,871	12,227	12,594	12,972
營運成本(非人事)				190,029	192,879	195,771	198,707	201,687	204,712	207,782	210,898	214,060
興建營運成本小計		395,570	1,054,078	200,270	203,427	206,635	209,897	213,213	216,583	220,009	223,492	227,032
交易成本	5,911	5,460	14,695									
第三方收益												
專案全程成本	5,911	401,030	1,068,773	200,270	203,427	206,635	209,897	213,213	216,583	220,009	223,492	227,032
折現因子	3.43%											
專案全程成本名目折現值	6,114	401,030	1,033,329	187,207	183,852	180,559	177,327	174,154	171,040	167,984	164,984	162,040
專案全程成本淨現值	4,612,594											
稅				820	833	846	860	873	887	901	916	930
淨現值				767	753	740	726	713	701	688	676	664
政府採購模式之名目現金流及淨現值												
項目	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	單項小計
興建營運成本												
期初資本投資	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,449,648
營運成本(人事)	13,361	13,762	14,175	14,600	15,038	15,489	15,954	16,433	16,926	17,433	17,956	275,162
營運成本(非人事)	217,270	220,529	223,836	227,193	230,600	234,058	237,568	241,131	244,747	248,417	252,142	4,394,015
興建營運成本小計	230,632	234,291	238,011	241,793	245,638	249,547	253,522	257,563	261,672	265,850	270,099	6,118,824
交易成本												26,066
第三方收益												0
專案全程成本	230,632	234,291	238,011	241,793	245,638	249,547	253,522	257,563	261,672	265,850	270,099	6,144,891
折現因子												
專案全程成本名目折現值	159,150	156,314	153,530	150,797	148,114	145,482	142,898	140,361	137,871	135,428	133,029	4,612,594
專案全程成本淨現值												
稅	945	960	975	990	1,006	1,022	1,039	1,055	1,072	1,089	1,106	19,127
淨現值	652	640	629	618	607	596	585	575	565	555	545	12,994

表 8　民間參與模式之名目現金流及淨現值

民間參與之政府均付款名目現金流及淨現值												
項目	-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
均付款實質現金流	0	0	0	366,372	366,372	366,372	366,372	366,372	366,372	366,372	366,372	366,372
均付款年調整率	0.00%											
均付款名目現金流	9,852	4,500	5,583	378,856	378,879	378,903	378,927	378,951	378,976	379,001	379,026	379,052
折現因子	3.43%											
均付款名目現金流折現值	10,190	4,500	5,397	354,145	342,422	331,087	320,127	309,531	299,285	289,379	279,802	270,541
PFI 政府均付款成本淨現值	5,262,041											
稅				0	0	0	0	0	9,798	9,838	9,896	9,970
淨現值				0	0	0	0	0	7,738	7,512	7,305	7,116

民間參與之政府均付款名目現金流及淨現值												
項目	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	單項小計
均付款實質現金流	366,372	366,372	366,372	366,372	366,372	366,372	366,372	366,372	366,372	366,372	366,372	7,327,431
均付款年調整率	0.00%											
均付款名目現金流	379,078	379,104	379,131	379,159	379,186	379,214	379,243	379,272	379,301	379,331	379,361	7,601,886
折現因子	3.43%											
均付款名目現金流折現值	261,587	252,930	244,560	236,466	228,641	221,075	213,760	206,687	199,848	193,236	186,843	5,262,041
PFI 政府均付款成本淨現值	3,218,069											
稅	10,064	10,176	10,310	10,465	9,839	9,202	8,555	7,897	7,228	6,548	5,857	135,644
淨現值	6,945	6,790	6,650	6,527	5,933	5,365	4,822	4,304	3,808	3,336	2,885	87,034

2、風險調整

在此階段中，主要的計算項目有三大項，第一為「風險項目及情境之風險估算值」，第二為「專案風險分配」，第三為「風險損失期望值淨現值」。第一項主要計算兩模式中，在不同風險情境下的成本，並依照各情境的成本計算出該風險之期望值。第二項「專案風險分配」旨在分析兩種採購模式下，政府與民間分別需負擔的風險比例，依照第一項的期望值，計算出政府與民間需支出的風險成本。第三項「風險損失期望值淨現值」，則係將第二項之各情境期望值，以分年方式呈現，再轉換為淨現值，最後計算出政府在兩種模式下的風險期望值之淨現值。

(1)風險項目及情境之風險估算值

此項目分別考量政府採購與民間參與模式下，各種風險項目發生的機率與損失期望值，以下分別說明表中各項目之意義（表9、表 10）。

a.風險項目

- 興建成本風險：興建成本超支之風險。
- 興建工期風險：工程延誤期間所發生之間接成本、管理費、薪資等成本。
- 既有服務額外維持風險：工程延誤期間為維持既有服務所額外發生之成本（本案假設無）。
- 營運成本風險：營運成本超支之風險。
- 設施維護成本風險：設施維護成本超支的風險（本案假設無）。
- 升級改良成本風險(第一次重置)：第一次設施升級改良成本超支的風險（本案假設無）。
- 升級改良成本風險(第二次重置)：第二次設施升級改良成本超支的風險（本案假設無）。
- 第三方收益風險：實際第三方收益低於原預估收益的風險

（本案假設無）。

- 法令變動風險：為因應法令變更而需額外支出的風險（本案假設無）。

b.風險情境

- 節省：支出成本較原財務估計少。
- 同原始成本：支出成本與原財務估計相同。
- 輕微超支：支出成本略高於原財務估計之成本。
- 中度超支：支出成本較高於原財務估計之成本。
- 重度超支：支出成本遠高於原財務估計之成本。

c.風險產生之改變：在不同風險情境下，風險改變的幅度佔原本財務預估的比例。

d.風險發生後之成本:在風險發生之後,依照風險改變的比例，計算不同情境下風險發生的成本。

e.風險衝擊：風險發生後的成本與原財務估計成本的差距。風險衝擊為負值者，表示衝擊少於原本預估的支出成本。舉例而言，在興建成本風險中，節省時的成本為 1,435,151，與原始成本 1,594,613 之差額為-159,461，即為風險衝擊值。

f.風險發生機率：各種風險情境發生的機率。

g.風險損失期望值：意即在各種情境中,「風險衝擊」與「風險發生機率」相乘後之加總結果。以興建成本風險為例，該項的風險損失期望值為：

(-159,461 x 0.05) + (0 x 0.40) + (159.461 x 0.25) + (318,923 x 0.20) + (478,384 x 0.10) = 143,515

表 9 政府採購模式下之風險損失期望值 (1/2)

政府採購模式下之風險損失期望值						
風險項目	**風險情境**	**風險產生之改變（%）**	**風險發生後之成本**	**風險衝擊**	**風險發生機率（%）**	**風險損失期望值**
興建成本風險	節省	-10%	1,435,151	-159,461	0.05	143,515
	同原始成本	0%	1,594,613	0	0.40	
	輕微超支	10%	1,754,074	159,461	0.25	
	中度超支	20%	1,913,535	318,923	0.20	
	重度超支	30%	2,072,996	478,384	0.10	
興建工期風險	進度超前	-10%	137,322	-15,258	0.05	23,650
	無延誤	0%	152,581	0	0.40	
	輕微延誤	20%	183,097	30,516	0.20	
	中度延後	30%	198,355	45,774	0.20	
	重度延後	40%	213,613	61,032	0.15	
既有服務額外維持風險	節省	-5%	0	0	0.00	-
	無額外成本	0%	0	0	0.10	
	輕微超支	5%	0	0	0.20	
	中度超支	10%	0	0	0.30	
	重度超支	15%	0	0	0.40	
營運成本風險	節省	-5%	4,879,290	-256,805	0.05	757,574
	同原始成本	0%	5,136,094	0	0.40	
	輕微超支	20%	6,163,313	1,027,219	0.25	
	中度超支	30%	6,676,923	1,540,828	0.20	
	重度超支	40%	7,190,532	2,054,438	0.10	
設施維護成本風險	節省	-5%	1,015,892	-53,468	0.05	157,731
	同原始成本	0%	1,069,360	0	0.40	
	輕微超支	20%	1,283,232	213,872	0.25	
	中度超支	30%	1,390,168	320,808	0.20	
	重度超支	40%	1,497,104	427,744	0.10	
升級改良成本風險(第一次重置)	節省	-5%	0	0	0.10	-
	同原始成本	0%	0	0	0.40	
	輕微超支	5%	0	0	0.25	
	中度超支	10%	0	0	0.15	
	重度超支	15%	0	0	0.10	
升級改良成本風險(第二次重置)	節省	-5%	0	0	0.00	-
	同原始成本	0%	0	0	0.10	
	輕微超支	5%	0	0	0.50	
	中度超支	10%	0	0	0.30	
	重度超支	15%	0	0	0.10	

表 9 政府採購模式下之風險損失期望值 (2/2)

第三方收益風險	高於原估計	-5%	0	0	0.15	-
	同原始收益	0%	0	0	0.50	
	輕微低估	5%	0	0	0.15	
	中度低估	10%	0	0	0.10	
	重度低估	15%	0	0	0.10	
法令變動風險	節省	-5%	0	0	0.15	-
	同原始成本	0%	0	0	0.50	
	輕微超支	5%	0	0	0.15	
	中度超支	10%	0	0	0.10	
	重度超支	15%	0	0	0.10	

表 10 民間參與模式下之風險損失期望值 (1/2)

民間參與模式下之風險損失期望值						
風險項目	**風險情境**	**風險產生之改變（%）**	**風險發生後之成本**	**風險衝擊**	**風險發生機率(%)**	**風險損失期望值**
興建成本風險	節省	-10%	1,435,151	-159,461	0.10	35,879
	同原始成本	0%	1,594,613	0	0.50	
	輕微超支	5%	1,674,343	79,731	0.20	
	中度超支	10%	1,754,074	159,461	0.15	
	重度超支	15%	1,833,804	239,192	0.05	
興建工期風險	進度超前	-10%	340,971	-37,886	0.05	24,626
	無延誤	0%	378,856	0	0.50	
	輕微延誤	10%	416,742	37,886	0.25	
	中度延後	20%	454,627	75,771	0.15	
	重度延後	30%	492,513	113,657	0.05	
既有服務額外維持風險	節省	-5%	0	0	0.00	-
	無額外成本	0%	0	0	0.10	
	輕微超支	5%	0	0	0.20	
	中度超支	10%	0	0	0.30	
	重度超支	15%	0	0	0.40	
營運成本風險	節省	-5%	4,262,485	-224,341	0.05	661,807
	同原始成本	0%	4,486,826	0	0.40	
	輕微超支	20%	5,384,191	897,365	0.25	
	中度超支	30%	5,832,874	1,346,048	0.20	
	重度超支	40%	6,281,556	1,794,730	0.10	
設施維護成本風險	節省	-5%	974,479	-51,288	0.05	151,301
	同原始成本	0%	1,025,768	0	0.40	
	輕微超支	20%	1,230,921	205,154	0.25	
	中度超支	30%	1,333,498	307,730	0.20	
	重度超支	40%	1,436,075	410,307	0.10	

表 10 民間參與模式下之風險損失期望值 (2/2)

民間參與模式下之風險損失期望值						
風險項目	**風險情境**	**風險產生之改變（%）**	**風險發生後之成本**	**風險衝擊**	**風險發生機率(%)**	**風險損失期望值**
升級改良成本風險(第一次重置)	節省	-5%	0	0	0.10	-
	同原始成本	0%	0	0	0.40	
	輕微超支	5%	0	0	0.25	
	中度超支	10%	0	0	0.15	
	重度超支	15%	0	0	0.10	
升級改良成本風險(第二次重置)	節省	-5%	0	0	0.00	-
	同原始成本	0%	0	0	0.10	
	輕微超支	5%	0	0	0.50	
	中度超支	10%	0	0	0.30	
	重度超支	15%	0	0	0.10	
第三方收益風險	高於原估計	-5%	0	0	0.15	-
	同原始收益	0%	0	0	0.50	
	輕微低估	5%	0	0	0.15	
	中度低估	10%	0	0	0.10	
	重度低估	15%	0	0	0.10	
法令變動風險	節省	-5%	0	0	0.15	-
	同原始成本	0%	0	0	0.50	
	輕微超支	5%	0	0	0.15	
	中度超支	10%	0	0	0.10	
	重度超支	15%	0	0	0.10	

(2)專案風險分配

專案風險分配主要用來分析各項專案風險在不同採購模式下，政府跟民間負擔的比例。在政府採購模式中，各風險類型均係依照上述的期望值，計算出政府與民間分別負擔之期望值。舉例而言，在政府採購模式中，根據上述「政府採購模式之損失期望值」，依照政府與民間負擔之比例，分別計算政府與民間負擔之額度。依技術顧問經驗，在政府採購模式中，多數的風險均係由政府承擔，而民間參與模式下，多數的風險均由民間承擔，評估即據此計算風險分攤比例。

VfM 計算最主要的目的在於檢視政府於不同採購模式下，其支出之差異，以篩選出最政府較有利之方案，因此在分別計算完兩種採購模式中，政府負擔的成本期望值後，以相減的方式，

計算兩模式政府負擔風險之差額，請參照表 11。

(3)風險損失期望值之淨現值

在本項計算中，依照不同採購模式，分別計算政府與民間分年的之名目現金流，並依此計算出淨現值（表 12）。最後根據兩模式之淨現值，計算出政府在兩模式中期望值之淨現值差額。

a.政府採購模式

- 政府負擔風險期望值之名目現金流量及淨現值：在政府採購模式下，政府方面依照上述「專案風險分配之比例」，列出政府負擔風險期望值之分年名目現金流，並計算出期望值。各風險類型之分年現金流總值須與前段政府採購模式下政府負擔期望額度相等。
- 民間負擔風險期望值之名目現金流量及淨現值：在政府採購模式下，民間方面依照上述「專案風險分配之比例」，列出民間負擔風險期望值之分年名目現金流，並計算出期望值。各風險類型之分年現金流總值須與前段政府採購模式下民間負擔期望額度相等。

b.民間參與模式

- 政府負擔風險期望值之名目現金流量及淨現值：在民間參與模式下，政府方面依照上述「專案風險分配之比例」，列出政府負擔風險期望值之分年名目現金流，並計算出期望值。各風險類型之分年現金流總值須與前段政府採購模式下政府負擔期望額度相等。
- 民間負擔風險期望值之名目現金流量及淨現值：在民間參與模式下，民間方面依照上述「專案風險分配之比例」，列出民間負擔風險期望值之分年名目現金流，並計算出期望值。各風險類型之分年現金流總值須與前段政府採購模式下民間負擔期望額度相等。
- 各風險項目分年成本值的計算原則如表 13。

表 11 政府自辦與民間參與下政府負擔風險之差額

風險類型	政府採購模式					民間參與模式					政府負擔風險之差額（政府採購與民間參與之比較）
	政府負擔		民間負擔		總計	政府負擔		民間負擔		總計	
	比例 (%)	額度 (千元)	比例 (%)	額度 (千元)	期望損失 (千元)	比例 (%)	額度 (千元)	比例 (%)	額度 (千元)	期望損失 (千元)	
興建成本風險	90%	129,164	10%	14,352	143,515	10%	3,588	90%	32,291	35,879	125,576
興建工期風險	30%	7,095	70%	16,555	23,650	10%	2,463	90%	22,163	24,626	4,632
既有服務額外維持風險	60%	0	40%	0	0	10%	0	90%	0	0	0
營運成本風險	60%	454,544	40%	303,030	757,574	20%	132,361	80%	529,445	661,807	322,183
設施維護成本風險	60%	94,638	40%	63,092	157,731	20%	30,260	80%	121,041	151,301	64,378
升級改良成本風險 (第一次重置)	70%	0	30%	0	0	20%	0	80%	0	0	0
升級改良成本風險 (第二次重置)	70%	0	30%	0	0	20%	0	80%	0	0	0
第三方收益風險	90%	0	10%	0	0	20%	0	80%	0	0	0
法令變動風險	90%	0	10%	0	0	20%	0	80%	0	0	0
總計		685,441		397,028	1,082,470		168,672		704,940	873,612	516,769

表 12　VfM 定量評估採用之模式

	政府採購模式	民間參與模式	差額
政府	1. 分年風險負擔期望值 2. 風險負擔淨現值	1. 分年風險負擔期望值 2. 風險負擔淨現值	**在兩模式下，政府風險負擔期望淨現值之差額**
民間	1. 營運期分年風險負擔期望值 2. 風險負擔淨現值	1. 全生命週期分年風險負擔期望值 2. 風險負擔淨現值	

- 政府採購相對民間參與模式政府承擔風險損失差額名目現金流及淨現值：計算兩種模式下政府所需支出之風險負擔淨現值差額 （表 14、表 15）。

4、彈性溢價調整

在各種採購模式中，若因需求改變而發生彈性變更，而政府及民間機構均可能因彈性變更，而須額外支出彈性變更費用之情形。在本計畫中，假定產生之彈性變更為「設計變更」及「補助變更」，因此須臚列兩種變更類型在兩種採購模式下，政府須額外支出之費用。由於民間參與模式中民間主導性質較高，若政府改變需求，政府須支出之彈性變更價金可能較傳統採購高，多出來的部分即稱為彈性溢價（詳圖 3）。易言之，「彈性溢價」即指「政府因需求變更，在民間參與模式中與傳統採購模式額外支出成本之差額」。

表 13　不同採購模式之風險比較基礎

風險項目	定義	政府採購模式	民間參與模式
興建成本風險	興建成本超支之風險	以期初資本投資之 1.1 倍計算	以期初資本投資之 1.1 倍計算
興建工期風險	工程延誤期間所發生之間接成本、管理費、薪資等成本	預設工期延誤一年。計算工程經費中的其他費用，以及少得到第一年的淨利。	預設工期延誤一年。以第一期均付款計入。
既有服務額外維持風險	工程延誤期間為維持既有服務所額外發生之成本。	本案無既有服務。	本案無既有服務。
營運成本風險	超支之營運成本	以人事、非人事及重置成本之 1.1 倍計算。	以人事、非人事及重置成本成本計算。
設施維護成本風險	超支之設施維護成本	土木、機械、電氣設備更新及維護費	土木、機械、電氣設備更新及維護費
升級改良成本風險(第一次重置)	超支之設施更新或改良成本	第一次重置費用已攤入營運費用。	第一次重置費用已攤入營運費用。
升級改良成本風險(第一次重置)	超支之設施更新或改良成本	本案無第二次重置。	本案無第二次重置。
第三方收益風險	向第三方收益低於原估計	本案無第三方收益。	本案無第三方收益。
法令變動風險	法令變動引發之成本	海淡廠技術及制度相對成熟，法令變動機率低，本案不計入此風險。	海淡廠技術及制度相對成熟，法令變動機率低，本案不計入此風險。

表 14　政府採購之政府負擔風險期望值之名目及淨現值

政府承擔風險類型	-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
興建成本風險	0	35,245	93,918	0	0	0	0	0	0	0	0	0
興建工期風險	0	0	0	7,095	0	0	0	0	0	0	0	0
既有服務額外維持風險	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
營運成本風險	0	0	0	19,496	19,804	20,116	20,433	20,756	21,084	21,418	21,757	22,102
設施維護成本風險	0	0	0	4,093	4,154	4,216	4,280	4,344	4,409	4,475	4,542	4,610
升級改良成本風險(第一次重置)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
升級改良成本風險(第二次重置)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
第三方收益風險												
法令變動風險												
風險期望損失分年合計	0	35,245	93,918	30,684	23,958	24,332	24,713	25,100	25,493	25,893	26,299	26,712
折現因子	**3.43%**											
風險期望損失折現值	-	34,076	87,792	27,731	20,934	20,557	20,186	19,822	19,465	19,115	18,771	18,433
政府負擔風險期望損失總計(淨現值)	**438,139**											

政府承擔風險類型	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	單項小計
興建成本風險	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	129,164
興建工期風險	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,095
既有服務額外維持風險	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
營運成本風險	22,452	22,808	23,170	23,539	23,913	24,293	24,680	25,074	25,474	25,881	26,294	454,544
設施維護成本風險	4,680	4,750	4,821	4,893	4,967	5,041	5,117	5,194	5,271	5,351	5,431	94,638
升級改良成本風險(第一次重置)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
升級改良成本風險(第二次重置)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
第三方收益風險												0
法令變動風險												0
風險期望損失分年合計	27,132	27,558	27,991	28,432	28,880	29,335	29,797	30,267	30,745	31,231	31,725	685,441
折現因子	**3.43%**											
風險期望損失折現值	18,102	17,776	17,457	17,144	16,836	16,534	16,238	15,947	15,662	15,382	15,107	489,069
政府負擔風險期望損失總計(淨現值)												

表 15　民間參與之政府負擔風險期望值之名目及淨現值

政府承擔風險類型	-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
興建成本風險	0	979	2,609	0	0	0	0	0	0	0	0	0
興建工期風險	0	0	0	2,463	0	0	0	0	0	0	0	0
既有服務額外維持風險	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
營運成本風險	0	0	0	5,680	5,769	5,860	5,952	6,046	6,141	6,238	6,336	6,437
設施維護成本風險	0	0	0	1,309	1,328	1,348	1,368	1,389	1,410	1,431	1,452	1,474
升級改良成本風險(第一次重置)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
升級改良成本風險(第二次重置)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
第三方收益風險												
法令變動風險												
風險期望損失分年合計	0	979	2,609	9,451	7,097	7,208	7,320	7,435	7,551	7,669	7,789	7,911
折現因子	**3.43%**											
風險期望損失折現值	0	947	2,439	8,542	6,202	6,090	5,979	5,871	5,765	5,661	5,559	5,459
政府負擔風險期望損失總計(淨現值)	**112.451**											

政府承擔風險類型	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	單項小計
興建成本風險	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,588
興建工期風險	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,463
既有服務額外維持風險	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
營運成本風險	6,538	6,642	6,747	6,854	6,962	7,073	7,185	7,299	7,415	7,533	7,653	132,361
設施維護成本風險	1,496	1,519	1,541	1,565	1,588	1,612	1,636	1,661	1,686	1,711	1,736	30,260
升級改良成本風險(第一次重置)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
升級改良成本風險(第二次重置)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
第三方收益風險												0
法令變動風險												0
風險期望損失分年合計	8,035	8,160	8,288	8,418	8,550	8,685	8,821	8,960	9,101	9,244	9,390	168,672
折現因子	**3.43%**											
風險期望損失折現值	5,360	5,264	5,169	5,076	4,985	4,895	4,807	4,721	4,636	4,553	4,471	112,451
政府負擔風險期望損失總計(淨現值)												

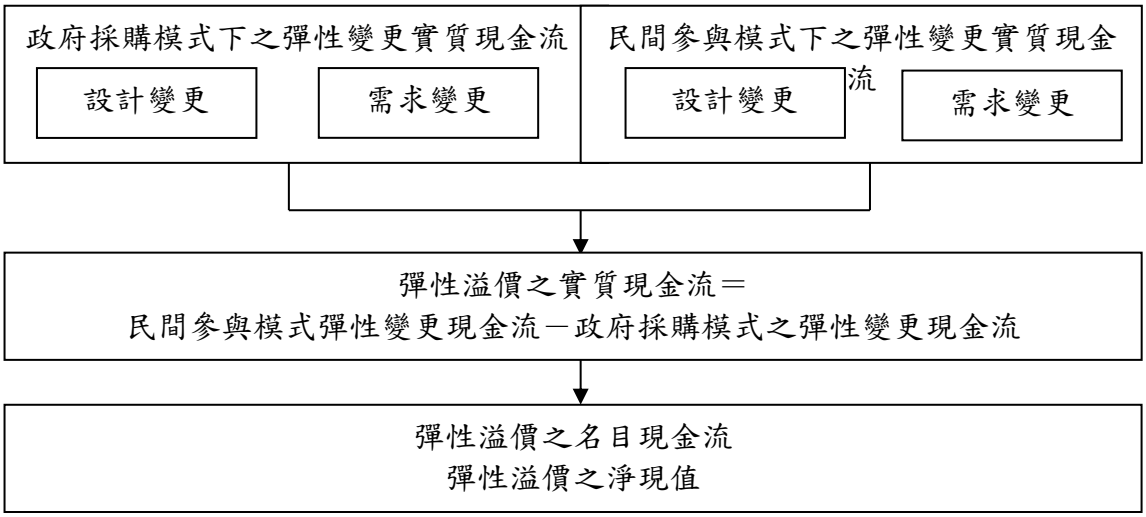


圖 3 彈性溢價計算流程

5、稅收差異調整

依照基礎成本輸入之兩種模式稅收名目現金流，計算出兩種模式之稅收差額。由於稅收為政府收入而非支出，因此在計算 VfM 指示值時，須將稅收以負值計算。英國就此之計算係由政府採購之稅收差異調整因子來推估，其值係指占 PSC 的百分比，因我國目前並無此類比率的計算，將以兩個採購模式的稅收推估值進行比較。

6、VfM 指示值計算

經加總上述四值，可得 VfM 指示值；該值若為正，且值越大，意表越適合採取民間參與模式。

VfM 定量評估計算之精神在於檢視採用政府採購時所耗費之全程成本，是否較民間參與模式高，作為決策者決定是否採取民間參與模式之量化參考。而 VfM 總值乃根據上述之基礎成本、風險調整、彈性議價調整及稅收差異調整總和計算而來。由於我國未有彈性議價之相關資料，因此未計入彈性議價調整數值。因此依照在兩模式下基礎成本及風險調整項目的差額，以及稅收差異調整之差額，來計算 VfM 總值。

VfM 指示值用以檢視「[A]兩模式之專案基礎成本淨現值差

額」、「[B] 兩模式之政府承擔風險損失淨現值差額」、「[D] 兩模式之稅收差額」三者之總和佔民間參與之政府均付款成本淨現值之比例。易言之，VfM 指示值乃指政府採購成本高於民間參與採購成本之比例 （表 16）。

表 16 VfM 指示值計算公式

VfM 組成項目	**計算公式**	**說明**
基礎成本 (1)政府採購之專案全程成本折現值 (2) 民間參與之政府均付款成本折現值 **[A]兩模式之專案基礎成本折現差額**	[A]=(1)-(2)	
風險調整 (3)政府採購之政府承擔風險損失折現值 (4) 民間參與之政府承擔風險損失折現值 **[B]兩模式之政府承擔風險損失折現差額**	[B]=(3)-(4)	
彈性溢價調整 **[C]兩模式之彈性溢價差額**		
稅收差異調整 (5)政府採購之稅收折現值 (6) 民間參與之稅收折現值 **[D]兩模式之稅收折現差額**	[D]=-[(5)-(6)]	因稅收為政府收入，VfM 旨在計算政府支出，因此收入須以負值計。
(7)VfM 總值	=[A]+[B]+[C]+[D]	
VfM 指示值(%)	=(7)/(1)*100%	指政府採購成本高於 PFI 採購成本之比例

VfM 指示值(%)=(7)/(1)*100% ，指政府採購成本高於民間參與採購成本之比例。在兩種模式之 VFM 計算上，由於民間與政府之資金成本不同，再加上以 10%為目標權益報酬率，致使民間之金資成本非僅限加權資金成本，而須以加計風險之建設攤提折現率始能實際反映；惟政府之資金成因受法律保障，其公債殖利率或採納經建會公共建設中長期利率均較民間資金成本為低。當兩造之財務計算基礎不同，卻須以相同折現率計算 VFM 時，當採何者即出現學理與實務之爭辯；是以折現率之選擇，將影響

VFM 評估甚鉅。以最早採用 VFM 評估之英國而言，係以社會資金成本之時間偏好率為計算基礎，其 2011 年所採之名目折現率為實質折現率 3.5%加計 GDP 通貨膨脹率 2.5%，而為 6.09%。

本研究根據不同立場之資金成本率所推算的折現率進行 VFM 評估（表 17），得到 VfM 指示值分別為-10.16%、0.00%、1.41%及 8.86%，其中當折現率大於 4.99%，即顯示本案適合採用民間參與模式，亦即折現率越高，政府採取 PFI 模式之延後付款與風險移轉效益越形彰顯。

表 17 VfM 評估結果及比較

VfM 組成項目	**計算結果**			
折現率(%)	3.43	4.99	5.50	8.25
折現率參考來源	經建會中長期貸款利率	VfM 指示值為 0 之折現率	本計畫之加權資金成本率（WACC）	滿足股東報酬率為 10% 之建設攤提折現率
基礎成本				
(1)政府採購之專案全程成本折現值	4,588,847	4,129,176	3,992,594	3,396,867
(2)民間參與之政府均付款成本折現值	5,224,049	4,522,729	4,313,844	3,403,465
[A]兩模式之專案基礎成本折現差額	-635,202	-393,553	-321,249	-6,598
風險調整				
(3)政府採購之政府承擔風險損失折現值	75,909	427,891	410,681	336,011
(4)民間參與之政府承擔風險損失折現值	23,061	95,154	90,317	69,534
[B]兩模式之政府承擔風險損失折現差額	52,848	332,737	320,364	266,478
彈性溢價調整				
[C]兩模式之彈性溢價差額	未計算	未計算	未計算	未計算
稅收差異調整				
(5)政府採購之稅收折現值	0	11,077	10,537	8,200
(6)民間參與民間參與之稅收折現值	116,303	71,893	67,648	49,393
[D]兩模式之稅收折現差額	116,303	60,816	57,111	41,192
(7)VfM 總值	-466,051	0	56,225	301,072
VfM 指示值(%)	**-10.16%**	**0.00 %**	**1.41%**	**8.86%**

三、VfM 定量評估模擬結果比較

根據本計畫 VfM 指示值計算結果為 8.86%，即代表以民間參與模式辦理將可帶來經濟效益。表 18 為不同案例 VfM 模擬結果比較，可以發現多數案例之專案全程成本均為民間參與之成本大於政府自辦之成本，通常民間參與成本大於政府自辦的原因在於所有費用相等時，但民間需負擔較高的融資成本。

在風險調整方面，本案的風險概以計入興建成本風險、興建工期風險、營運成本風險、設施維護成本風險及升級改良成本風險等五種風險項目。就本案的特性而言，在興建後才開始提供海淡水的服務，因此不會產生工程延誤期間為維持既有服務所額外發生之成本，因此未有既有服務額外維持之風險；另一方面，本案僅重置一次，且將重置成本分攤計入營運成本；本案未有第三方收益，因此未有第三方收益之風險。此外，考量到有關海淡水之相關法令未來修改的發生機率較小，亦未計入法令變動風險。綜合而言，本案風險發生情況較少，與其他案例相較政府風險調整的成本也較低。本案採民間參與模式將初具民間參與效益。

表 18　國內外案例及本案 VfM 評估結果比較

VfM 項目		英國里茲垃圾處理場	淡水污水案	雙和醫院案	澳洲維多利亞海淡廠	桃園海淡廠
專案規模	政府自辦	19,551	338,580	729,850	665,600	339,687
	民間參與	22,624	669,283	2,160,431	572,000	340,347
基礎成本	兩模式差額	-3,073	-30,703	-1,430,580	93,600	-660
風險調整	兩模式差額	3,429	36,054	1,023,613		26,648
彈性溢價	兩模式差額	-15	-612	-878		0
稅收差異	兩模式差額	2,298	67,463	72,985		4,119
VfM 總值		2,639	72,202	-334,860		30,107
VfM 指示值		11.49%	10.7%	-15.5%		8.86%

註：單位 – 英國為英鎊(萬)；澳洲為澳幣(萬)；台灣為新台幣(萬)

附錄六
熱法海水淡化廠初步規劃

附錄六　熱法海水淡化廠初步規劃

參考不同淡化技術海淡廠之分析結果，MED 法於消耗能量、建造及操作成本與未來擴充之可行性均優於 MSF 法，本計畫考量熱法海淡廠配合發電廠共構設置，建議可採 MED 法利用發電蒸氣作為海淡熱源產水，並結合熱力蒸汽壓縮法（TVC），以低溫多效蒸餾為核心，採用低壓、低溫的蒸汽作為動力來源，藉以降低所需能源成本。本計畫參考台灣電力公司於民國 103 年完成之「大林電廠燃煤#3、#4 機結合海淡廠設置評估研究」進行海淡廠結合發電廠共構設置之初步規劃說明如下。

（一）處理程序

多效蒸餾法-熱力蒸汽壓縮法（MED-TVC）設備主要係以蒸發器及冷凝器單元所組成。如圖 1 所示，蒸汽被引入至第一效的管束中，同時未加熱之海水通過除垢加藥處理後噴淋管束上，水流在重力的作用下流經管束的外表面。在進行熱交換的同時，蒸汽在管束內凝結成淡水，而流經管束外表面的部份海水將轉化成水蒸汽，新產生的蒸汽又被引入下一效的管束內部，一直重覆進行。各效組中的鹵水濃度逐漸提高，並在最後的效組中達到最高的鹵水濃度後排出。壓力小於 0.10 MPa 的動力蒸汽將直接引入第一效中，蒸汽壓力高於 0.10 MPa 的則通過熱力蒸汽壓縮器（TVC）與設備中某一效段中回抽之部份蒸汽一起被引入第一效的熱傳導管內，並重覆進行蒸發-冷凝的過程，直到每一效產出全部能量之水量。其處理特性說明如下：

1、可在 70℃ 以下低溫運行，降低設備的腐蝕和結垢，因而可採經濟和耐用之製造材料，降低設備成本。

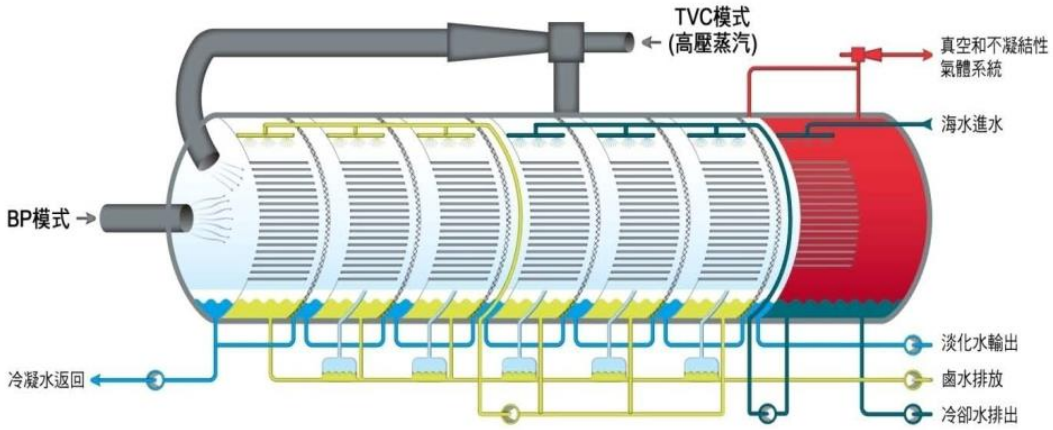
2、結合熱力蒸汽壓縮，使得熱力學效率高、壓降低，利用低溫多效製程技術，提高造水比及降低蒸汽消耗量。

3、產出淡化水品質高，TDS 濃度通常低於 5 mg/L 以下，可作為鍋爐的補充用水。

4、單機設備可達每日 35,000 噸，且設備的產水量可在設計產水量的 40～110%間作調節，產水量較具靈活性。

5、採熱力蒸汽壓縮技術，設備維護時間短，年運轉天數達 350~355 天，年使用率為 96~98%。

6、其對原海水取水和前處理系統要求不高。



資料來源：IDE Technologies Ltd

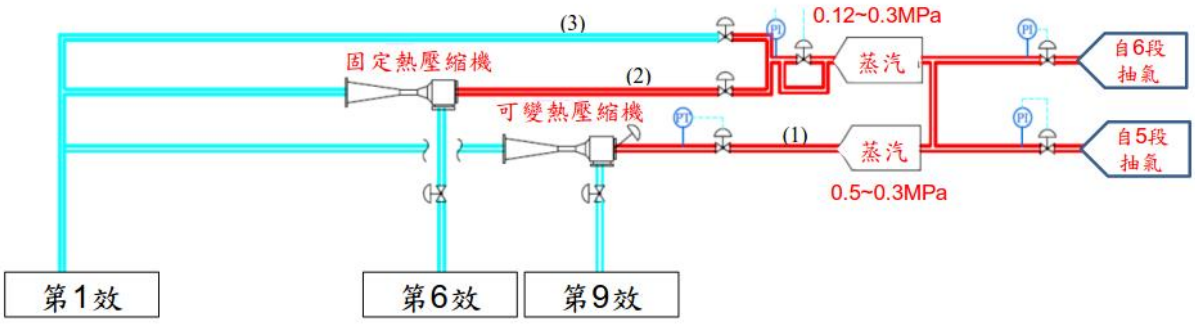
圖 1　多效蒸餾-熱力蒸汽壓縮法（MED-TVC）流程圖

（二）蒸汽需求量

參考天津北疆電廠之蒸汽設計，其蒸汽設計有三個不同的來源；中壓蒸汽、低壓蒸汽線與背壓蒸汽（如圖 2）。中壓蒸汽線結合一套可變熱蒸汽壓縮機（具有可變噴嘴），安裝在第九個蒸發效罐，其設計壓力介於在 0.5~0.3 MPa。以造水量每日 2.5 萬噸為基準，0.586 MPa 壓力之蒸汽以每小時 65.6 噸進入可變熱蒸汽壓縮機，每小時可以造水約 1,044 噸；低壓蒸汽線則是與固定蒸汽壓縮機結合，蒸汽壓縮機入口被設計為保持恆定的壓力，安裝在第六蒸發效罐，設計壓力為 0.12 MPa，若以造水量 2.5 萬噸/日為基準，0.12 MPa 壓力的蒸汽以 76.3 噸/小時流量進入固定熱壓縮機，每小時可以造水約 1,042 噸。

由於電廠機組操作大多維持額定容量運轉模式，故蒸汽抽取位置及抽汽量變化不大，因此海淡設備運作與汽機界面間之操控設計可仿效天津北疆電廠模式在第五、六段抽取蒸汽供應

海淡系統，未來實際抽汽位置將於海淡廠實際設計作業時再行確認，以造水量每日 10 萬噸計，所需蒸汽量約 260 噸/時、300 噸/時。



註：說明(1)LINE1為高壓蒸汽來自渦輪第五段抽取蒸汽，此段壓力變化在0.5-0.3MPa間，蒸汽經過壓力控制閥，調節壓力，將蒸汽導入可變熱壓縮機。

(2)LINE2為低壓管線路從第六段抽取蒸汽壓力高於0.12MPa，蒸汽通過多個控制閥，調節壓力，使得它不超過0.13 Mpa，將蒸汽導入固定熱壓縮機(壓力在0.12 MPa)。

(3)LINE3為低壓管線路從第六段抽取蒸汽壓力低於0.12MPa時(背壓蒸汽)，蒸汽通過多個控制閥，調節壓力，直接供應MED系統。

資料來源：「大林電廠燃煤#3、#4 機結合海淡廠設置評估研究」，台灣電力公司，民國 103 年

圖 2　北疆電廠 MED-TVC 熱壓縮機設置示意圖

（三）熱法海水淡化廠各單元面積需求

1、海水泵放置於冷卻循環水泵機房，可放置於蒸發器下方，TVC-MED 蒸發器主體設備，10 萬噸/日之造水規模所需面積約 195 m×130 m。

2、沉砂設施至少需 80 m×60 m×4 m。

3、前處理房及海水進料泵房至少需 50 m×50 m

4、控制室約 30 m×10 m

5、維修廠房約 40 m×10 m

廠區設備安排動線依據製水流程進行，海水由冷卻循環水泵機房之取水點以管線送至沉砂設施，經沉砂處理後之海水經前處理區（離子阱及過濾器）及進料泵泵送至熱法海水淡化系統（蒸發器）。未來廠區之實際設置情形將於海淡廠實際設計作業時再行確認。

（四）主要設備及材料

1、主要設備

(1)蒸發器和冷凝器

熱法海水淡化主體裝備包括蒸發器和冷凝器，兩者結構相似，均為非定型產品，須根據裝置規模，設計參數而定。

(2)水泵

熱法海水淡化裝置海水、淡水及鹵水的流動均需要水泵驅動，水泵的動力消耗是熱法淡化過程主要電耗。按輸送介質的不同，熱法海水淡化所需泵主要包括進料海水泵、淡水泵、鹵水泵、凝結水以及加藥泵等。在水泵的選型過程中，除了需要滿足流量、揚程、效率、汽蝕餘量等參數要求外，還要根據不同類型水泵所處的腐蝕環境差異性，針對各自的使用環境進行選材。

(3)儀錶

檢測控制儀錶是監控海水淡化裝置運行狀態，保證產品水量、水質的基礎。隨著海水淡化裝置的規模日益擴大、生產過程的關聯度越來越複雜，對儀錶在測量、控制、可靠等方面的要求越來越高。海水淡化工程自動化過程參數檢測儀錶，可以分為兩大類。一是各種水質（或特性）參數檢測儀錶，主要包括濁度檢測儀錶、懸浮物/污泥濃度檢測儀錶、pH 值檢測儀錶、餘氯檢測儀錶等，二是海水淡化系統過程參數檢測儀錶，主要包括溫度檢測儀錶、壓力檢測儀錶、流量檢測儀錶、液位檢測儀錶等。

(4)蒸汽噴射泵

蒸汽噴射泵是目前主流低溫多效海水淡化裝置中不可或缺的關鍵部件，對於保持裝置運行穩定、提高系統造水比、降低系統能耗、提高經濟效益都有重要的作用。

(5)汽液分離器

熱法海水淡化過程中，隨著蒸汽的產生和流動，不可避免地伴隨著海水的流動和沸騰，會有部份海水小液滴隨著蒸汽一起流動。如果不對蒸汽中的液滴進行去除，就會影響淡化產品水水質。為了保證淡化水水質，設置有汽液分離器用於去除蒸汽夾帶的小液滴。

(6)噴嘴

對於低溫多效海水淡化裝置來說，海水經噴淋到傳熱管表面進行蒸發，噴嘴是噴淋系統中的關鍵部件。熱法海水淡化工程中海水的腐蝕性和濕熱環境對噴嘴材質也有一定的要求，通常有不銹鋼、黃銅、耐溫塑膠等材質。

表 1　一套 MED-TVC 系統主要機械設備一覽表

設備名稱	數量
降膜式熱移除冷凝器	1
蒸發器	1
海水入料泵	2
中間海水入料泵 A	2
中間海水入料泵 B	2
中間海水入料泵 C	2
鹵水泵	2
產品水泵	2
產品水閃蒸箱	13
產品水緩衝罐（槽）	1
鹵水閃蒸箱	12
鹵水緩衝罐（槽）	1
凝結水泵	1
凝結水緩衝罐（槽）	1
不凝氣體（NCG）抽氣系統	1 套
快速啟動抽氣器	1
機械密封冷卻水系統	1 套
熱蒸汽壓縮器及噴嘴	1
海水篩檢程式	2
離子阱	2
阻垢劑添加系統（2 台阻垢劑加藥泵+1 個藥劑槽）	1 套
酸洗系統（1 台酸洗泵+ 1 個酸洗槽）	1 套
儀錶空氣系統	1 套
系統內管道及閥門	1 套
*消泡劑添加系統（2 台阻垢劑加藥泵+1 個藥劑槽）	1 套

資料來源：「大林電廠燃煤#3、#4 機結合海淡廠設置評估研究」，台灣電力公司，民國 103 年

註：消泡劑的添加與否取決於所使用的入料海水的品質，如果必要時，可以使用。

2、化學藥品需求

海水淡化製程除消耗電能外，必須在海水前處理過程添加特定化學藥劑以保障製程設備順利運轉，分述如下。

(1)阻垢劑（Anti-scalant）

海水中固體物沉降於管壁上即形成結垢，結垢後會降低整體之熱傳效率，因此必須妥為控制及去除。

結垢種類主要包括$CaSO_4$、$Mg(OH)_2$及$CaCO_3$三種，其中$CaSO_4$之溶解度隨溫度上升而下降，因此鹵水最高溫一般控制在 114℃以下，MED-TVC 一般控制在 70℃以下，以避免熱交換管形成過高之結垢潛能。

目前在熱法海水淡化中得到應用的阻垢劑主要是用磷酸鹽和螯合物兩大類防止海生物孳生。抗垢劑為粉狀固體，使用前先予溶解稀釋成為 10%溶液，再由隔膜式泵定量添加。阻垢劑用量約為 5 mg/L，以熱法淡化系統產水量 10 萬噸/日規模計，每日用劑量約需 1.25 噸。

(2)抑泡劑（Anti-foam）

為避免微量有機物及細顆粒物質形成泡沫，造成鹽溢出污染蒸餾水，在進入排氣設備前通常會加入非離子性界面活性劑作為抑泡劑，抑制熱法海淡製程反應泡沫之產生，需投入濃度估計約僅 0.2~0.3 ppm。

(3)化學清洗藥劑

為確保海淡廠之效率，設備必須定期進行清洗。由於 MED-TVC 製程管線內是製程水，結垢狀況較為輕微，大約 1~2 年酸洗一次。

3、設備材料考量

熱法海水淡化設備大多為金屬材料製成。海水具有高鹽量、導電性和生物活性，也含有大量具有強腐蝕性的氯離子，因此，對與海水有關之金屬材料機械設備而言，材料防蝕為首要課題。

海水淡化設備金屬材料的選擇必須依據不同設備操作條件，包括介質、溫度、壓力要求與環境條件，依市場供需情況選擇經濟實用且評價較優的材料。熱法海水淡化裝置所使用之金屬材料有下列幾項：

(1)碳鋼材料

碳鋼與海水或海水蒸汽直接接觸之腐蝕情形嚴重，在有氧存在時，它的侵蝕性更強。

(2)SS316L 不銹鋼材料

316L 型不銹鋼是含鉬 2%的耐腐蝕不銹鋼材料，“L”系列不銹鋼比同類型不銹鋼含碳量要低，因含碳量低使得其合金在焊接時,不會在熱侵襲部位產生鉻碳化合物。由於不銹鋼價格要高於碳鋼，設備及部份元件使用碳鋼材質可以降低海水淡化成本，可以採用高分子抗腐蝕塗料提高碳鋼材料的耐腐蝕能力。

(3)雙相不銹鋼

ASTM A240/A240M-01 雙相不銹鋼 2205 合金是由 21%鉻，2.5%鉬及 4.5%鎳氮合金構成的複式不銹鋼，具有高強度、良好的衝擊韌性以及良好的整體和局部的抗應力腐蝕能力。雙相不銹鋼之所以逐漸成為海水淡化用不銹鋼重要的一類材料，是由於它具有優異的耐蝕性，特別是耐應力腐蝕開裂。

(4)銅合金材料

銅合金是海水處理設備重要材料之一，它具有優良的耐蝕性、較好的傳熱性能、易加工成型和較經濟的優勢，一直是海水淡化工程的首選材料。海水淡化用銅合金主要有鋁黃銅、錫黃銅和銅鎳合金。鋁黃銅和錫黃銅之耐污性差，在污染的海水中腐蝕速率加快。銅鎳合金則具較好的耐蝕性。

(5)鋁合金材料

鋁合金導熱率為 140~160 W/m^{o}K，密度 2.66 g/cm^{3}，與銅合金傳熱材料相比不但導熱性能高，而且密度低。且其價格相對低廉，因此可大幅度降低裝置製造成本，被廣泛地用於海水淡化設備中。由於 MED 系統中之最高溫度不超過 70℃，在真空狀態下運轉時，鋁管本身表面會形成一層氧化膜用以保護系統達到耐腐蝕和使用壽命的要求。

(6)鈦材料

鈦材料對海水耐蝕性最好是因為鈦自身有穩定的鈍化膜。由於鈦和氧有很大的親和力，在空氣中或含氧的介質中，鈦表面會生成一層緻密的、附著力強、惰性大的氧化膜，保護鈦基體不被腐蝕。且其密度小，比強度（強度/比重）高，是不銹鋼的 3 倍，是鋁合金的 1.3 倍。雖然金屬鈦的導熱係數比碳鋼和銅低，但由於鈦優異的耐腐蝕性能，可以減少其厚度，使鈦的換熱性能顯著提高，但鈦價格相對昂貴。

而在熱法海水淡化設備投資成本中，以蒸發器設備比例較高，約為整個海水淡化裝置成本的 60~70%，其中熱交換器的傳熱材料占蒸發器成本的 25~35%。傳熱材料的合理選材對降低海水淡化工程造價有十分重要的影響。目前工程化應用的傳熱材料包括銅合金、鐵合金、鋁合金以及不銹鋼等。

(7)MED 主體設備材質

在 MED 蒸發器中，鈦合金和鋁黃銅合金/鋁合金組合是 MED 主流選擇。在蒸發器中，第一排傳熱管直接受海水沖刷，一般選用耐沖蝕性能高的鈦合金，其餘則採用傳熱率高、價格相對便宜的鋁黃銅合金或鋁合金。

由於 MED 系統之最高溫度不超過攝氏 70 度，在真

空狀態下運轉時，因為鋁管本身可在其表面形成一層氧化膜能不受進一步腐蝕，因此鋁合金材料即可滿足系統耐腐蝕和使用壽命的要求。

MED 海水淡化設備中的殼體、管板及捕沫組件的選材上，考慮耐海水腐蝕及加工工藝等因素，大都採用了耐腐蝕性強的 SS316L 型不銹鋼材料。低溫多效蒸餾系統主體設備材質彙整如表 2。

(8)泵、管道設備材質

蒸汽管道、抽不凝氣管道及冷凝水排放管道，由於不直接接觸海水，不需要採用 316L 不鏽鋼材質，可採用具有耐腐蝕性優良且經濟的304不鏽鋼作為材質。泵、管道等設備材質彙整如表 3~表 5。

表 2 低溫多效蒸餾系統主體設備材質一覽表

序號	設備	部件	防腐方法及材料
1	多效蒸餾蒸發器	換熱管	銅合金、特種鋁合金、鈦管或同等級(頂部的3排應採用鈦管)
		殼體	SS316L、碳鋼塗環氧塗料加陰極保護或同等級
		殼體	SS316L、銅合金、特種鋁合金或同等級
		外加強板管板	SS304L、碳鋼或同等級
		葉片式除霧器	聚丙烯塑膠或同等級
		網式除霧器	SS316L或同等級
		內部支撐件	SS316L或同等級
2	凝汽器	換熱管	鈦材、銅合金、特種鋁合金或同等級
		殼體	SS316L、碳鋼內塗環氧塗料加陰極保護或同等級
		殼體外加強板	SS304L、碳鋼或同等級
		管板	SS316L、雙相不銹鋼、銅合金、鋁合金或同等級
		內部支撐件	SS316L或同等級
		水箱	銅鎳合金或同等級
3	產品水和鹽水閃蒸箱	-	碳鋼，內外側環氧塗層
	蒸汽噴射器	-	SS316L或同等級
4	熱壓縮機	-	SS316L或同等級
5	機械壓縮機	-	SS316L或同等級
6	脫氣器	-	碳鋼襯橡膠或同等級

資料來源：

1.設備廠商提供資料。

2. Sommariva, C., History and Current Status of Material Selection in Thermal Desalination processes, WATER AND WASTEWATER TREATMENT TECHNOLOGIES.

3. Anees U Malik and P.C. Mayan Kutty.(1992), Corrosion and Material Selection in Desalination Plants.

4.齊春華等，蒸餾海水淡化用金屬傳熱材料的應用現狀和前景分析，中國材料進展，2013 年第 32 卷第 5 期。

5.吳宗峯等人，90Cu-10Ni 銅鎳合金冷凝管破孔原因分析，99 年 6 月。

6.曹軍瑞等人，低溫多效海水淡化工程材料的選用，電力勘測設計，第 5 期，2008 年 12 月。

表 3　熱法海水淡化系統泵設備材質一覽表

序號	設備	部件	防腐方法及材料
1	海水泵、鹽水泵	泵殼、葉輪等過流部件	SS316L 或Ni-D3B鑄鐵或同等級
2	淡水泵、凝結水泵	泵殼、葉輪等過流部件	SS316L 或同等級
3	加藥泵	泵頭及過流部件	SS316L、塑膠或同等級

資料來源：同表 2。

表 4　熱法海水淡化系統管道材質一覽表

序號	管道類別	防腐方法及材料
1	海水管、低溫鹽水管	FRP、碳鋼襯塑或同等級
2	鹽水管（80℃以上）	FRP、SS316L或同等級
3	蒸汽管	SS304L或同等級
4	淡水管	SS304L、碳鋼襯塑膠或同等級
5	壓縮空氣管	SS304L 或同等級

資料來源：同表 2。

表 5　海水淡化系統閥門材質一覽表

序號	閥門類別	部 件	防腐方法及材料
1	蝶閥 (海水介質)	閥板	雙相不銹鋼、SS316L表面或同等級
		密封圈	橡膠襯裡或聚丙烯
2	隔膜閥	-	橡膠襯裡或聚丙烯
3	其餘型式閥門 (海水介質)	閥體及過流部件	超級不銹鋼、塑膠或同等級
4	閥門 (淡水和凝結水介質)	閥體及過流部件	SS316L或同等級

資料來源：同表 2。

三、取排水工程規劃

（一）取水工程規劃

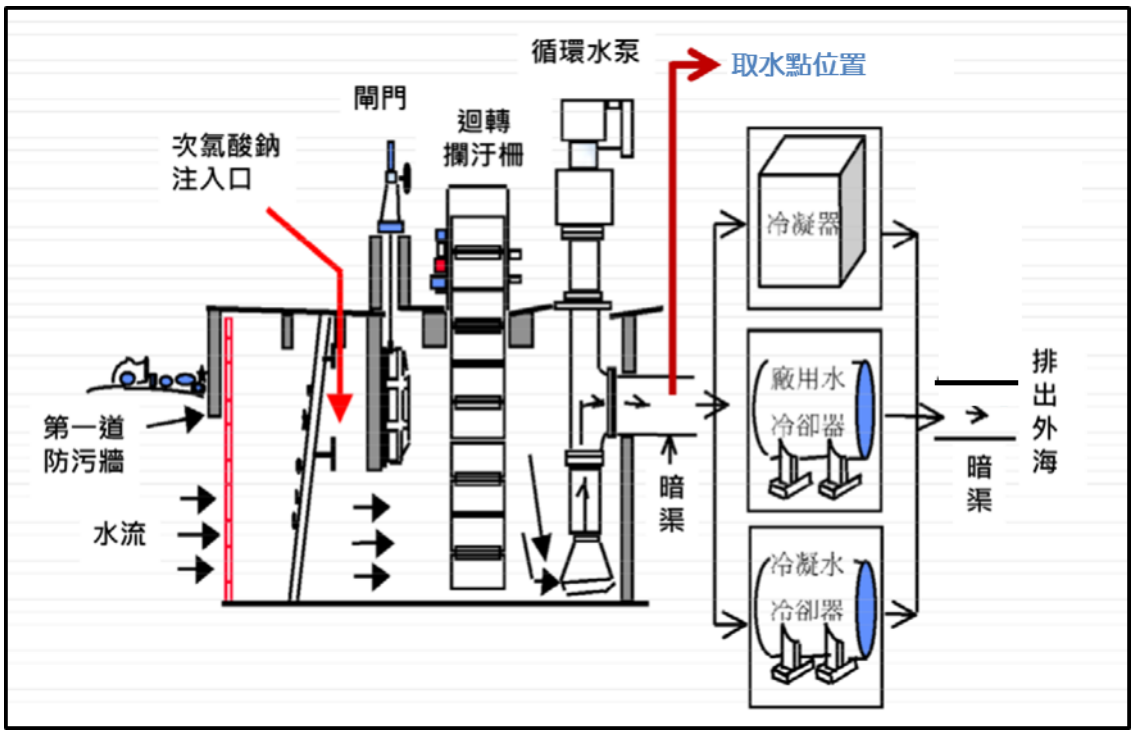
1、海水淡化取水量

蒸餾（或熱）法淡化系統海水取水量依製程而異。新式的多效蒸餾（MED 或 MED-TVC）每造 1 噸淡化水需要取 2.5 噸的海水，另外冷凝器、抽真空系統等需要一部份冷卻海水，取水量隨海水溫度而變化，夏季海水溫度最高時冷卻水量最大。本計畫採用 MED-TVC 製程進行海水淡化，以 10 萬 CMD 造水量計算，海水取水量約 25 萬 CMD。

2、海水淡化取水位置

電廠在迴轉型攔污柵前端裝有特殊之網簾及垃圾架，以防止大型垃圾汲入進水暗渠。循環水泵之配置依泵房空間規劃，每一機組將配置數部之循環水泵，自海洋抽取海水，經由混凝土箱涵，及碎物過濾器（Debris Filter）至冷凝器（配備冷凝管線上清管系統 Condenser Tube On-Line Cleaning System）。在經過冷凝器後，循環海水再經由溫排水渠道排放至海洋。為抑制海水生物生長，系統配置有海水加氯殺菌設備。

本計畫建議海水淡化廠能在迴轉型欄污柵下游取水，則取用之海水應已去除 6 mm 以下之海藻、魚類、貝類與廢棄物等雜物，且海水電解產出的次氯酸鈉（NaClO）亦已在欄污柵上游注入，對海水中的微生物會有一定的抑制作用，可以減少一部份前處理設施，是個可行的海水取水點，因此，海水取水點建議在海水進入電廠冷凝器之前，迴轉型攔污閘之後，相關位置詳圖 3 所示。



資料來源：「大林電廠燃煤#3、#4 機結合海淡廠設置評估研究」，台灣電力公司，民國 103 年

圖 3　冷卻循環水系統及海水淡化取水點位置示意圖

（二）排水工程規劃

鹵水排放若能與電廠的溫排水量混合稀釋可大幅降低鹽度，減低對海域生態的影響。參閱相關海淡廠規劃案例係將鹵水排放至外海，並依水污染防治法申請排放口。

1、法規要求

在水污染防治措施及檢測申報管理辦法中解釋，未接觸冷卻水是指於熱交換管線內專供溫度交換之水；從海淡廠之製程觀點而言，鹵水應不屬於未接觸冷卻水。一般電廠溫排水依據「水污染防治費收費辦法」第十八條屬未接觸冷卻水且採單獨排放，故免繳納該部份廢(污)水之水污染防治費。「水污染防治費收費辦法」第十八條規定如下：

事業、污水下水道系統排放廢（污）水有下列情形之一者，免繳納該部份廢（污）水之水污染防治費：

(1)未接觸冷卻水及逕流廢水採單獨排放。

(2)經主管機關許可與作業廢水合流排放，且裝設累計型流

量計測設施，得以區分未接觸冷卻水及逕流廢水水量。

(3)受主管機關委託，代為截流處理水體之廢（污）水，且裝設累計型流量計測設施，或經直轄市、縣（市）主管機關核准之計測設施或計量方式，得以區分代處理之水量。

四、工程經費估算

（一）工程建造費

工程建造費由直接工程成本、間接工程成本、工程預備費、物價調漲費 4 部份組成，分別說明如下：

1、直接工程成本

直接工程成本為建造工程目的物所需之直接工地工程費用，包括土建工程、機械與設備、取排水工程、雜項工程及施工安全衛生及環保措施等項目。

2、間接工程成本

間接工程成本係業主為監造管理工程目的物所需支出之成本，包括工程行政管理費、工程監造費、階段性營建管理及顧問費、環境監測費、空氣污染防治費及初期運轉費等。參考污水處理廠工程之經費編估標準按直接工程成本之5～10%及海淡廠實際建廠案例編列，本計畫以直接工程成本之10%計算。

3、工程預備費

工程預備費為彌補在設計期間因所蒐集引用資料之精度、品質和數量等不夠完整、可能的意外或無法預見之偶發事件等狀況，所準備的費用，但不包括超出原研究規劃設計以外之工程範圍和內容變更所造成之費用增減。本計畫配合報告本文 RO 海淡廠以直接工程成本之 10%計算。

4、物價調漲費

工程建造費係按估價當時物價水準計算，而重大建設計畫由於執行時間較長，物價會有波動，參酌近年物價上漲情形，本計畫施工期為 2 年，以 1.4%計算。

（二）施工期間利息

公共投資建設如事業單位及非營業性基金之投資計畫，由於投資效益之考量，需將施工期間利息列入建造成本中，而本計畫施工期間利息係以年利率 2%估算。

（三）工程費用估算

本計畫新建產水規模每日 10 萬立方公尺之熱法海水淡化廠，其中直接工程費用約需 48.19 億元，總工程經費約 61.78 億元，總建造成本約 63.80 億元，單位建造成本約 10.84 元/噸，工程經費總表分別詳如表 6 所示。

表 6 MED-TVC 海水淡化廠工程經費估算表

項次	品名	工程金額(元)	備註
一	總工程費	6,178,039,407	
1	設計階段作業費	**192,762,540**	直接工程費之 4%
2	直接工程費	**4,819,063,500**	
(1)	土建工程	1,080,000,000	前處理及泵設施房、控制式、維修房、沉砂設施
(2)	機械與設備	3,530,000,000	
(5)	雜項工程	161,350,000	(1)~(4)之 3.5%
(6)	施工安全衛生及環保措施	47,713,500	(1)~(5)之 1%
3	間接工程費	**481,906,350**	直接工程費之 10%
4	工程預備費	**481,906,350**	直接工程費之 10%
5	物價調整費	**202,400,667**	以年上漲率 1.4%估列
二	施工期間利息	201,892,280	按年利率 2%複利計
	合計	**6,379,931,687**	

五、操作維護費估算

（一）發電成本估算方法

依據台電提供之發電成本公式估算發電成本，公式說明如下：

發電成本（C1）

$$C1=0.585+0.110(1+\alpha\%)^{n-105}+1.111(1+\beta\%)^{n-105}$$

其中α是運維成本上漲率，α=2.0%

β 是燃料成本上漲率，β=1.88%

（二）蒸汽價格估算方法

由於增加燃煤使用量將增加空污費成本及增加溫室氣體排放強度與空污總量。從環保觀點，採用發電量不變而增加燃煤使用量的方式較不容易被接受。因此，蒸汽價格估算方式將以減少售電收入方式估算。

（三）其他成本估算

1、電力

MED-TVC 電耗量為 1～1.3 度/噸淡化水(本計畫以 1.2 度/噸估算)。

2、加藥

MED-TVC 加藥費用每噸造水約 0.15 元。

3、設備維護

每年設備維護以（設置成本）的 0.5%估算。

4、人力

操作人力暫以 13 人，每人年薪以 70 萬元估算。

依上述方式估算設置 10 萬噸/日 MED-TVC 海水淡化廠之每年操作維護費用如表 7 所示。

表 7 MED-TVC 海水淡化廠操作維護費用估算表

項目	單位	相關數據
總產水能力	m^3/d	100,000
蒸汽消耗	t/h	300
電耗量	kWh/m^3	1.20
蒸汽價格	TWD/T	266.30
電價(發電成本)	TWD/kWh	2.09
化學品	TWD/ m^3	0.15
每年維護	TWD/year	24,095,318
每年人力	TWD/year	9,100,000
單位運行和維護 O&M		
單位蒸汽	TWD/ m^3	19.35
單位電	TWD/ m^3	2.51
單位化學品	TWD/ m^3	0.15
單位維護	TWD/ m^3	0.67
單位人力	TWD/ m^3	0.25
單位操作維護費用	TWD/ m^3	22.93

資料來源：1.「大林電廠燃煤#3、#4 機結合海淡廠設置評估研究」，台灣電力公司，民國 103 年
2.本計畫整理

本計畫 RO 海淡廠與 MED-TVC 海淡廠之單位建造成本及單位操作維護成本比較如表 8 所示，MED-TVC 海淡廠之單位產水成本高於 RO 海淡廠，其主要原因係為熱法海淡廠之蒸汽價格較高所致。

表 8 本計畫膜法及熱法海水淡化廠費用估算表（不含輸水路線）

	RO 海淡廠	MED-TVC 海淡廠
單位建造成本 (TWD/ m^3)	10.85	10.84
單位操作維護成本 (TWD/ m^3)	19.76	22.93
單位產水成本 (TWD/ m^3)	30.61	33.77