



阿公店水庫集水區上游 水質改善評估規劃與設計監造

調查規劃報告(核定版)

契約編號： (106)B1060949

主辦機關： 高雄市政府水利局

承攬廠商： 磐誠工程顧問股份有限公司

編製日期： 中華民國 107 年 8 月

核准日期、文號：107 年 8 月 17 日高市水污二字第 10735649300 號

阿公店水庫集水區上游水質改善評估規劃與設計監造

調查規劃報告核定版

高雄市政府水利局



目 錄

	<u>頁 次</u>
第一章 計畫緣起與工作內容	1-1
1.1 計畫緣起與目標.....	1-1
1.2 服務工作範圍說明.....	1-1
第二章 背景資料.....	2-1
2.1 集水區環境現況調查	2-1
2.1.1 水庫基本資料.....	2-1
2.1.2 自然環境資料.....	2-5
2.1.3 社會經濟環境.....	2-13
2.2 水質概況及污染分析	2-14
2.2.1 水質現況.....	2-14
2.2.2 污染分析.....	2-17
2.2.3 總磷削減研析.....	2-31
2.3 集水區內已推動水質改善措施.....	2-35
2.3.1 水質淨化.....	2-35
2.3.2 污水下水道	2-40
2.3.3 其他管制措施.....	2-43
第三章 優養化處理策略與建議方案.....	3-1
3.1 水庫優養化削減策略	3-1
3.1.1 點源污染削減方法	3-1
3.1.2 非點源污染削減方法.....	3-6
3.1.3 庫區污染削減方法	3-12
3.1.4 適用性分析	3-17
3.2 水庫優養化改善建議方案	3-24
3.2.1 點源污染改善策略	3-24
3.2.2 非點源污染改善策略.....	3-25



目 錄

	<u>頁 次</u>
3.2.3 內部負荷改善措施	3-29
3.2.4 特殊時期改善措施	3-29
第四章 改善場址環境說明	4-1
4.1 污染熱區分析	4-1
4.1.1 污染熱區界定.....	4-1
4.1.2 污染熱區現況.....	4-3
4.2 用地資料彙整	4-7
4.2.1 場址位置說明.....	4-7
4.2.2 用地權屬說明.....	4-12
4.3 用地鄰近設施位置調查.....	4-19
4.3.1 基地現況.....	4-19
4.3.2 聯絡道路.....	4-24
4.3.3 輸配電路.....	4-29
第五章 地形地質特徵及生態調查.....	5-1
5.1 測量作業	5-1
5.2 鑽探作業	5-15
5.3 生態調查與分析.....	5-21
第六章 規劃構想	6-1
6.1 整治區位	6-1
6.2 設計水質水量	6-4
6.3 分標計畫	6-12
6.4 處理工法評估	6-16
6.4.1 水質淨化適用工法說明	6-16
6.4.2 水質淨化適用工法評估	6-44
6.5 第一標優先處理(尖山 A 地區及過鞍子地區)規劃與財務計畫.....	6-47



目 錄

	<u>頁 次</u>
6.6 第一標接續推動(和尚莊地區及尖山 B 地區)規劃與財務計畫.....	6-52
6.6.1 和尚莊地區	6-52
6.6.2 尖山 B 地區.....	6-56
6.7 第一標後續處理(南水局辦公區)規劃與財務計畫	6-59
第七章 民眾說明會辦理	7-1
第八章 結論與建議	8-1
8.1 本階段工作成果結論	8-1
8.2 建議.....	8-3
8.3 後續工作說明	8-4

附件

- 附件一 歷次重要協商會議紀錄及審查意見回覆辦理情形
- 附件二 場址地籍資料
- 附件三 測量成果報告
- 附件四 鑽探成果報告
- 附件五 水質水量補充調查
- 附件六 生態檢核報告
- 附件七 民眾說明會簽到簿



表 目 錄

	<u>頁 次</u>
表 2.1-1 阿公店水庫集水區-濁水溪支流彙整	2-3
表 2.1-2 阿公店水庫集水區-旺萊溪支流彙整	2-4
表 2.1-3 阿公店水庫集水區鄰近水質分類	2-7
表 2.1-4 阿公店水庫集水區及其鄰近雨量站基本資料	2-12
表 2.1-5 阿公店水庫集水區各雨量站近年雨量統計表	2-12
表 2.1-6 阿公店水庫集水區內人口分布表	2-13
表 2.2-1 民生污染量推估流程	2-22
表 2.2-2 事業污染量推估流程	2-23
表 2.2-3 畜牧業污染量推估流程.....	2-24
表 2.2-4 計畫範圍內污染推估總表	2-26
表 2.2-5 阿公店水庫非點源污染量推估結果.....	2-27
表 2.2-8 阿公店水庫非點源污染量推估結果.....	2-27
表 2.2-6 阿公店水庫蓄水期期間污染量推估.....	2-30
表 2.2-7 阿公店水庫空庫防淤期間污染量推估	2-30
表 2.2-8 阿公店水庫集水區污染量推估	2-30
表 2.3-1 5 處人工濕地原細部設計資料	2-36
表 2.3-2 阿公店水庫集水區內人工濕地削減效益表	2-37
表 2.3-3 東燕濕地各單元出流水水質預估及污染物質質量流率變化預估表.....	2-39
表 2.3-4 尖山二濕地出流水水質預估及污染物質質量流率變化預估表.....	2-39
表 3.1-1 傳統暴雨管理與 LID 暴雨管理方法之比較表	3-6
表 3.1-2 低衝擊開發目的與成效說明表.....	3-7
表 3.1-3 人工浮島型式及特性比較	3-16
表 3.1-4 優養化改善方案適用性分析	3-18
表 4.2-1 和尚莊地區地籍資料表.....	4-13
表 4.2-2 過鞍子地區地籍資料表.....	4-13



表 目 錄

	<u>頁 次</u>
表 4.2-3 尖山 A 地區地籍資料表	4-14
表 4.2-4 尖山 B 地區地籍資料表	4-14
表 4.2-5 新興地區地籍資料表	4-14
表 4.2-6 菜堂寮地區地籍資料表.....	4-15
表 4.2-7 菜寮地區地籍資料表	4-15
表 4.2-8 南水局辦公區地籍資料表.....	4-15
表 5.1-1 已知控制點一覽表.....	5-2
表 5.1-2 控制點檢測成果表.....	5-2
表 5.1-2 控制點檢測成果表(續).....	5-3
表 5.1-3 GPS 高程轉換正高及水庫高程.....	5-5
表 5.2-1 簡化地層參數表	5-18
表 5.2-2 水位觀測井量測結果表.....	5-19
表 5.3-1 植物歸隸特性統計表(全區).....	5-24
表 5.3-2 植物歸隸特性統計表(新興里).....	5-25
表 5.3-3 植物歸隸特性統計表(尖山里).....	5-25
表 5.3-4 植物歸隸特性統計表(東燕里).....	5-26
表 5.3-5 具特殊價值的植物列表.....	5-27
表 6.2-1 尖山 A 地區歷年水質水量檢測資料	6-5
表 6.2-2 尖山 A 地區水質水量建議設計值.....	6-5
表 6.2-3 過鞍子地區歷年水質水量檢測資料.....	6-5
表 6.2-4 本計畫設計水質水量彙整表	6-5
表 6.2-5 尖山 A 地區土地使用分類與面積表	6-7
表 6.2-6 非點源污染釋出單位面積係數表	6-7
表 6.2-7 尖山 A 地區降雨沖刷期間水質推估成果表	6-7
表 6.2-8 和尚莊聚落歷年水質水量檢測資料.....	6-9
表 6.2-9 和尚莊聚落水質水量建議設計值	6-9



表 目 錄

	<u>頁 次</u>
表 6.2-10 本計畫設計水質水量彙整表	6-10
表 6.2-11 尖山 B 地區歷年水質檢測資料	6-10
表 6.2-12 尖山 B 地區水質建議設計值	6-10
表 6.3-1 建議處理先後評選表	6-13
表 6.4-1 合併式淨化槽化學除磷加藥分析表	6-23
表 6.4-2 日本各類型 MSL 處理案例彙整表	6-35
表 6.4-3 各種類自然淨化系統(NTS)處理比較表	6-38
表 6.4-4 各種類自然淨化系統(NTS)處理比較表	6-38
表 6.4-5 各種類自然淨化系統(NTS)處理需求比較表	6-38
表 6.4-6 自然處理工程技術優缺點比較表	6-39
表 6.4-7 傳統廢水處理技術與自然生態處理技術之間差異比較表	6-43
表 6.4-8 水質淨化工法除磷功能篩選表	6-44
表 6.4-9 水質淨化工法篩選表	6-46
表 6.5-1 尖山 A 地區與過鞍子地區污染削減量說明表	6-50
表 6.5-2 尖山 A 地區及過鞍子等 2 地區水質改善工程經費一覽表	6-51
表 6.6-1 和尚莊地區污染削減量說明表	6-54
表 6.6-2 和尚莊地區水質改善工程經費一覽表	6-55
表 6.6-3 尖山 B 地區污染削減量說明表	6-57
表 6.6-4 尖山 B 地區水質改善工程經費一覽表	6-58
表 6.7-1 南水局辦公區水質改善工程經費一覽表	6-60
表 7.1-1 107 年 3 月 15 日會議程表	7-1
表 7.1-2 107 年 3 月 16 日會議程表	7-2



圖 目 錄

	<u>頁 次</u>
圖 2.1-1 阿公店集水區地理位置圖	2-2
圖 2.1-2 阿公店水庫集水區範圍.....	2-4
圖 2.1-3 阿公店水庫集水區地形圖	2-5
圖 2.1-4 阿公店水庫集水區地質圖	2-7
圖 2.1-5 阿公店水庫集水區土壤圖	2-9
圖 2.1-6 阿公店水庫集水區崩塌地示意圖	2-11
圖 2.2-1 阿公店水庫水質監測站位置	2-14
圖 2.2-2 阿公店水庫卡爾森指數盒鬚圖	2-15
圖 2.2-3 阿公店水庫透明度盒鬚圖	2-15
圖 2.2-4 阿公店水庫葉綠素 a 盒鬚圖	2-16
圖 2.2-5 阿公店水庫總磷盒鬚圖.....	2-16
圖 2.2-6 阿公店水庫集水區主要聚落與水庫相對位置圖	2-17
圖 2.2-7 阿公店水庫集水區內污染種類說明圖	2-25
圖 2.2-8 阿公店水庫全年度污染貢獻比例分布	2-29
圖 2.2-9 阿公店水庫優養化情形說明圖	2-31
圖 2.2-10 阿公店水庫總磷檢測說明圖	2-32
圖 2.2-11 阿公店水庫蓄水期與空庫排淤期總磷變化圖	2-33
圖 2.2-12 尖山里總磷紀錄圖.....	2-33
圖 2.3-1 阿公店水庫內 5 處濕地位置	2-35
圖 2.3-2 岡山橋頭污水區各期建設範圍圖	2-40
圖 2.3-3 岡山橋頭系統主幹管及分支管網範圍示意圖	2-42
圖 2.3-4 阿公店水庫水質水量保護區	2-43
圖 2.3-5 阿公店水庫蓄水範圍區.....	2-44
圖 3.1-1 綠色農村循環系統圖	3-2
圖 3.2-1 農耕田滯留草溝規劃示意圖	3-27



圖 目 錄

	<u>頁 次</u>
圖 4.1-1 阿公店水庫污染熱區說明圖	4-1
圖 4.1-2 污染熱區區位說明圖	4-2
圖 4.2-1 處理區位位置圖	4-7
圖 4.2-2 和尚莊地區用地位置圖.....	4-8
圖 4.2-3 過鞍子地區用地位置圖.....	4-8
圖 4.2-4 尖山 A 地區用地位置圖.....	4-9
圖 4.2-5 尖山 B 地區用地位置圖.....	4-9
圖 4.2-6 新興地區用地位置圖	4-10
圖 4.2-7 菜堂寮地區用地位置圖.....	4-10
圖 4.2-8 菜寮地區用地位置圖	4-11
圖 4.2-9 南水局辦公區用地位置圖	4-11
圖 4.2-10 和尚莊地區用地地籍套繪圖	4-15
圖 4.2-11 過鞍子地區用地地籍套繪圖	4-16
圖 4.2-12 尖山 A 地區用地地籍套繪圖.....	4-16
圖 4.2-13 尖山 B 地區用地地籍套繪圖.....	4-17
圖 4.2-14 新興地區用地地籍套繪圖	4-17
圖 4.2-15 菜堂寮地區用地地籍套繪圖	4-18
圖 4.2-16 菜寮地區用地地籍套繪圖	4-18
圖 4.2-17 南水局辦公區用地地籍套繪圖.....	4-18
圖 4.3-1 和尚莊地區用地現況圖.....	4-20
圖 4.3-2 過鞍子地區用地現況圖.....	4-20
圖 4.3-3 尖山 A 地區用地現況圖	4-21
圖 4.3-4 尖山 B 地區用地現況圖	4-21
圖 4.3-5 新興地區用地現況圖	4-22
圖 4.3-6 菜堂寮地區用地現況圖.....	4-22



圖 目 錄

	<u>頁 次</u>
圖 4.3-7 菜寮地區用地現況圖	4-23
圖 4.3-8 南水局辦公區用地現況圖	4-23
圖 4.3-9 和尚莊地區進出道路方案規劃圖	4-25
圖 4.3-10 尖山 A 地區進出道路方案規劃圖.....	4-26
圖 4.3-11 尖山 B 地區進出道路方案規劃圖.....	4-26
圖 4.3-12 新興地區進出道路方案規劃圖.....	4-27
圖 4.3-13 菜堂寮地區進出道路方案規劃圖	4-27
圖 4.3-14 菜寮地區進出道路方案規劃圖.....	4-28
圖 4.3-15 南水局辦公區進出道路方案規劃圖.....	4-28
圖 4.3-16 計畫場址鄰近電桿現況圖	4-29
圖 5.1-1 本計畫測量範圍圖.....	5-1
圖 5.1-2 控制點位分佈圖	5-3
圖 5.1-3 新設控制點分佈圖.....	5-4
圖 5.1-4 GPS 高程轉換水準正高(和尚莊地區).....	5-6
圖 5.1-5 GPS 高程轉換水準正高(尖山 A 地區)	5-6
圖 5.1-6 GPS 高程轉換水準正高(尖山 B 地區)	5-7
圖 5.1-7 GPS 高程轉換水準正高(新興地區).....	5-7
圖 5.1-8 GPS 高程轉換水準正高(菜堂寮地區).....	5-8
圖 5.1-9 GPS 高程轉換水準正高(菜寮地區).....	5-8
圖 5.1-10 和尚莊地區測量成果圖.....	5-11
圖 5.1-11 尖山 A 地區測量成果圖	5-12
圖 5.1-12 尖山 B 地區測量成果圖	5-12
圖 5.1-13 新興地區測量成果圖	5-13
圖 5.1-14 菜堂寮地區測量成果圖.....	5-13
圖 5.1-15 菜寮地區測量成果圖	5-14



圖 目 錄

	<u>頁 次</u>
圖 5.2-1 本計畫鑽探位置圖.....	5-15
圖 5.2-2 地層剖面圖	5-17
圖 5.3-1 基地周圍半徑 1000 公尺範圍、鼠籠、鳥類圓圈法位置圖.....	5-21
圖 5.3-2 蓬萊橋水域生態調查地理位置圖	5-22
圖 5.3-3 蓬萊橋水域生態調查地理位置圖	5-22
圖 5.3-4 大樹位置圖	5-28
圖 5.3-5 保育物種發現位置圖(2018 年 2 月).....	5-30
圖 6.1-1 本計畫整治區位構想圖.....	6-1
圖 6.3-1 建議處理順序說明圖	6-14
圖 6.4-1 活性污泥法處理流程圖.....	6-18
圖 6.4-2 滴濾法處理流程圖.....	6-19
圖 6.4-3 氧化渠處理流程圖.....	6-20
圖 6.4-4 預鑄式處理設備圖.....	6-22
圖 6.4-5 合併式淨化槽處理流程示意圖(可去氮除磷式).....	6-24
圖 6.4-6 日本電解式除磷技術說明圖	6-24
圖 6.4-7 日本粒料式除磷技術說明圖	6-25
圖 6.4-8 多層複合濾料水質淨化系統說明圖.....	6-29
圖 6.4-9 MSL 系統中氨氮與硝酸鹽之去除機制示意圖	6-31
圖 6.4-10 MSL 系統中磷酸根之去除機制示意圖	6-31
圖 6.4-11 MSL 系統中有機質之去除機制示意圖	6-31
圖 6.4-12 MSL 案例-石見海濱公園	6-33
圖 6.4-13 MSL 案例-次寸地區簡易排水處理設施.....	6-34
圖 6.4-14 MSL 案例-熊添川淨化施設.....	6-34
圖 6.4-15 MSL 系統室內實驗儀實體圖	6-36
圖 6.4-16 四種不同 PL 系統在不同 HLR 作用下之平均污染去除率.....	6-37



圖 目 錄

	<u>頁 次</u>
圖 6.4-17 水質淨化工法評估篩選流程圖.....	6-45
圖 6.5-1 尖山 A 與過鞍子地區水質淨化流程圖	6-47
圖 6.5-2 過鞍子聚落污水流向示意圖	6-48
圖 6.5-3 過鞍子聚落污水流向示意圖	6-48
圖 6.5-4 過鞍子與尖山 A 地區污水截流構想示意圖	6-49
圖 6.5-5 過鞍子與尖山 A 地區污水處理構想示意圖	6-49
圖 6.6-1 和尚莊地區水質淨化流程圖	6-52
圖 6.6-2 和尚莊聚落污水截流進入人工溼地流向示意圖.....	6-53
圖 6.6-3 和尚莊地區污水截流進入人工濕地流向示意圖.....	6-53
圖 6.6-4 尖山 B 地區水質淨化流程圖.....	6-56
圖 6.6-5 尖山 B 地區水質改善工程說明圖.....	6-56
圖 6.7-1 南水局辦公區污水截流示意圖.....	6-59
圖 7.1-1 說明會會議過程照片	7-3

第一章 計畫緣起與工作內容

1.1 計畫緣起與目標

阿公店水庫為南部重要水庫之一，兼具防洪、灌溉及給水等多目標水庫，主要供給大高雄地區工業及民生用水，然參考行政院環保署於阿公店水庫監測成果及「阿公店水庫更新改善計畫」之環境監測計畫，有關阿公店水庫水體水質之卡爾森優養指數，多呈現嚴重優養化情況，顯示亟待整治。參考歷年調查資料，有關阿公店水庫優養化成因，除集水區非點源污染影響外，點源污染來源以集水區範圍之生活污水、遊憩污水匯入影響為主。阿公店水庫集水區內人口稠密之聚落眾多，庫區周圍餐廳、景點於假日常吸引眾多遊客前來，為庫區主要點源污染來源。

本計畫範圍屬「阿公店水庫自來水水質水量保護區」，為改善阿公店水庫上游流入水水質與環境品質，經濟部水利署南區水資源局已於尖山里及新興里等地區設置 5 處人工溼地，用以削減鄰近地區污染，然成效有限。為進一步提升阿公店水庫水體品質，確保阿公店水庫自來水水質水量保護區環境品質，特辦理「阿公店水庫集水區上游水質改善評估規劃與設計監造」計畫(以下簡稱本計畫)。冀透過本計畫分析評估污染來源及特性、可行用地土地權屬、改善方法、興建及維護成本等內容進行整體性之評估規劃，並完成設計作業，作為後續施工之依據。

本計畫經歷次會議討論，將本計畫導向作為一示範性先導計畫(尤重總磷之去除)，先期優先選擇一處發包施作，並導入專家檢核機制，於三年成效評估中檢核並驗證工法處理能力與效益，根據驗證成果，再考量持續辦理其他區位改善工程。

1.2 服務工作範圍說明

一、調查規劃

(一)基本資料蒐集

- 1.環境現況調查：包括地理位置、氣候條件、污染來源、污染排放等基本資料。
- 2.針對周遭可行用地進行土地利用調查及用戶生活污水位置、房屋狀況調查：含土地用途、權屬、面積大小、土地管理機關之同意使用意願、

房屋結構屬性是否合適調查等。

- 3.利用前述基本資料蒐集調查成果，分析污染源及污染排放量，並經由現勘作業掌握主要污染成因、污染特性...等，同時進行污染點源衛星定位，並進行污染量推估。

(二)處理場址規劃評估

- 1.依據阿公店水庫集水區內土地利用、權屬、面積及位置等資料進行場址可行性評估。
- 2.提出優先處理場址之可能地點、地籍圖及位置圖，並列出優先處理場址順序。
- 3.針對選定場址並需提出重力引水設施設置可行性評估、是否位於河川衝擊面、洪水頻率分析等項目之評估。

(三)處理工法評估

蒐集整理適合本計畫之水質淨化工法資料，內容包含工法種類、處理流程、處理水量、預期污染削減量、設置費用及後續操作維護費用。

- (四)本計畫應符合行政院公共工程委員會 106 年 4 月 25 日工程技字第 10600124400 號函有關「公共工程生態檢核機制」之相關規範。針對本計畫範圍(尖山里、新興里、東燕里)各進行 1 點次，共計 3 點次之植物、鳥類、哺乳類(蝙蝠)、蝶類、兩棲類、爬蟲類等陸域生態調查，及阿公店水庫水域範圍內擇 1 處辦理 1 次魚類、底棲無脊椎、浮植、附著藻、水昆、蜻蛉目成蟲等水域生態調查工作，並將調查結果與歷史背景資料彙整分析。

- (五)用戶排水出口配置調查：全區之用戶區域其地形特徵、水道或水路、地勢坡度與坡向、用戶排水管線高程等資料蒐集或測繪。

(六)辦理當地民眾說明會

針對集水區內家戶、民眾辦理至少 6 場次之說明會，藉以宣導、推廣水質淨化設施設置之目的，並提出可能地點之地籍、地目及所有權人、分區使用、可使用面積，及相關土地申請使用所需時程及申請手續，如細部設計階段仍有需求，則配合增加辦理說明會。

(七)改善方案規劃與定案計畫

依據現地調查及資料蒐集結果評估及規劃處理對象、處理方式、處理水量，提出可行水質改善方案評估及規劃成果。

1.評估可行工法之用地面積，並與可行場址進行搭配，提出本計畫最佳可行之現地處理方案。

2.考量現地狀況、聯外道路、施工空間、後續操作維護動線等，進行現地處理設施之初步平面配置，並提出平面配置規劃圖。

3.考量水質改善之目標，提出現地處理設施操作方式及運作規劃方案。

(1)淨化設施 BOD、SS、磷及 NH₃-N 入流濃度改善效益評估。

(2)引入現地處理水質淨化系統進行水質淨化後，再放流，以改善水體水質。

(3)考慮套裝式污水處理設施或其他工法進行規劃，並訂定設計水質水量。

(4)除套裝式污水處理設施外，也考量採用其他現地工法水質淨化系統。單元依採用工法及形式之不同，設有不同單元，一般具有取水單元、前處理單元、水質淨化單元、放流單元等四大主要處理單元。

4.處理單元流程規劃：套裝式污水處理設施或其他因地制宜之現地工法水質淨化系統。

5.基礎工程規劃：包含地下構造設計理念、地下 RC 構造物、開挖支撐設計...等。

6.機電設備規劃：包含機械設備、電氣設備及儀控設備。

7.定案計畫。

(八)分標計畫與財務計畫：針對較為嚴重污染源區域優先辦理改善，並排列順序以及考量民眾接受度來規劃計畫推動時程，分標第 1 案針對先設置場址至少 4 處。

(九)效益評估

配合水質水量資料蒐集成果，評估現地處理設施之水質改善效益及其他附加效益。

(十)水質淨化預定場址地形地質特徵調查

- 1.地測測量：針對預定場址之地形特徵、高程等進行測量，以供細部設計之參考。
- 2.地質鑽探：每孔深度至少達 15 公尺深，至少鑽探 5 孔。

二、設計階段

(一)依據規劃與調查成果完成初部設計，工作內容應包含：

- 1.設計標的相關資料之檢討及建議。
- 2.補充測量、補充地質調查及其他補充調查或勘測。
- 3.初步設計準則及圖說之製作。
- 4.施工規劃及施工初步時程之擬定。
- 5.工程預算初估之修訂。
- 6.細部設計準則之擬定。
- 7.採購策略及分標原則之研訂。

(二)依據規劃與調查成果及初步設計完成細部設計，工作內容應包含：

- 1.設計圖：包括處理系統或設施之平剖面圖、全場配置圖、土木圖、流程及儀控圖、機械圖、場區管線圖、結構圖、消防圖、電氣圖...等。
- 2.質量平衡計算書。
- 3.水力計算書及剖面圖。
- 4.功能計算書及處理單元設計之特殊考量與操作策略說明。
- 5.主要機械設備項目型式及數量，結構建築材料設備之選用考慮，選用專利或特殊材料設備或工法，應說明理由。
- 6.設計計算書：包括機械設計計算書、電氣設計計算書、結構設計計算書..等，視設計內容而定。
- 7.數量計算書與預算書(應以公共工程委員會規定 PCCES【公共工程電腦經費估價系統】編撰)。
- 8.施工規範。
- 9.相關操作維護及清理復原計畫與成本分析。



10.工程細部設計應含現場解說牌(含流域水系圖、全區配置圖、各處理單元等)，及工程告示牌之格式、內容及材質。

(三)細部設計成果應以 3D 方式呈現未來願景意象圖。

(四)協辦招標及決標

- 1.製作招標文件至多 20 份，得分批提交。
- 2.協辦各項招標作業，包括參與標前會議。
- 3.提供本案所需招標文件並協辦招標文件之釋疑、變更或補充。
- 4.協辦投標廠商及其分包廠商資格之審查。
- 5.協辦開標、審標及提供決標建議。
- 6.協辦契約之簽訂。
- 7.協辦招標、審標或決標爭議之處理。
- 8.廠商應辦理事項
 - (1)廠商如發現有妨礙工作之執行或辦理期限及權益有關之重大事項，應以書面提出報告，研擬因應措施及步驟。
 - (2)招標時廠商負有招標文件之釋疑及協助工程開標、審標工作。
 - (3)辦理會勘與簡報
 - (4)協助並審核承包商之投標單價調整、預定進度表及交通維持計畫書表等各項事宜。
 - (5)辦理各種報表登錄建置作業。

(五)其他專業技術服務事項

- 1.協助辦理場址之用地取得等行政庶務。(第一標工程案內至少 4 處)
- 2.協助工程發包作業：協助工程辦理招標檔案之準備及審查，協助完成發包作業。
- 3.如需要時，擬定民眾申請水質改善補助辦法及相關配套。
- 4.依據水土保持計畫審核監督辦法規定，並視實際法令需求，完成水土保持計畫或簡易水土保持製作、申請及修正等相關作業。



- 5.辦理評估土地取得方式及其取得所需經費，如有地目使用問題，協助辦理相關行政變更程序(含相關計畫書製作、申請及修正等相關作業)。(以多目標使用申請為優先，如需涉及都市計畫變更，則另案辦理)
- 6.於設計階段若有需要時，請協助辦理當地民住說明會。
- 7.若有需要時，安排規劃辦理現地勘查。(最多不超過 2 次)

三、工程監造(評估需求後，決定是否採後續擴充)

- (一)各分標(區)工程招標公告日之次日起 14 日曆天內提送監造計畫(由依法執業之土木水利或環工相關專業技師核章)送達審核。
- (二)各分標(區)工程決標後次日起 14 日曆天內提報監造相關人員名冊，經核定後登載於工程會資訊網路備查。如有更動時本團隊應於同意人員離職前一周完成程序，如未完成同意程序致衍生擅離職守情節，本團隊應負全責，監造相關人員應確實依據監造計畫執行監造工作，如怠忽職責且未能達成品質要求時，得隨時要求撤換。
- (三)廠商應依「公共工程施工品質管理作業要點」、「加強公共工程勞工安全衛生管理作業要點」及「高雄市水利局施工中道路路面巡查機制」規定辦理。
- (四)依契約及行政院公共工程委員會頒布「監造計畫暨品質計畫製作綱要」擬定監造計畫書。
- (五)審查承包商所提之施工預定進度表、開(竣)工報告、展延或不計(折減)工期申請、施工計畫 包括施工程序、進度、機具設備、人員等、品管計畫及施工詳圖、交通維持計畫、各種材料規定及檢(試)驗結果 含必備證明文件，並監督其執行。
- (六)廠商應依工程契約及監造計畫實施查核，並填具施工品質抽查紀錄表，發現缺失時，應即通知承包商限期改善。
- (七)隨時抽查現場施工材料，不合格之材料應責令承包商立即運離工地；合格者，於未經同意前禁止搬出。
- (八)監督及協調承包商與其他施工單位之配合作業(含管線抵觸物遷移等)。
- (九)監督承包商遵守環境保護、職業安全衛生法令規章，並抽查工地施工安全措施及督導承包商辦理交通維持措施事宜。

- (十)監督及協助承包商辦理道路挖掘(含挖掘許可期限展延)申請事宜。
- (十一)辦理工程查驗、估驗、竣工勘查(含竣工圖繪製)、協助結算及驗收等作業；辦理工程使用土地支付償金或補償費核算、工程履約期限計算。
- (十二)廠商辦理監造作業時，應每 14 天提送於監造報表，監造報表廠商應詳實填報，其內容包括：
- 1.工地每日開挖施作數量、安全措施紀錄，材料取樣、抽檢(試)驗作業及結果核判。
 - 2.稽查承包商自主檢查、品管各項作業報表及相關書面作業，追蹤管理落實監造工作。
- (十三)有關單位查核工地時，廠商應負責簡報資料之製作。監督承包商拍攝工程施工前、中、後及重點位置之施工照片或錄影片等(須有背景供辨識)，資料以數位化存檔於估驗、竣工時繳交。
- (十四)廠商對工程契約之內容、圖說、施工說明書或補充說明、規範、承包商所提出之各項施工疑義負有解釋之責；倘因工程需要辦理變更，廠商應負責辦理變更設計作業。
- (十五)施工期間廠商派駐工地之監造主任及監造人員應駐留工地(工期不論工作天或日曆天，颱風、豪雨警戒或緊急搶修期間)全程監督承包商；如需請假或異動，應覓妥適任人員並提報同意備查後，始可更換。
- (十六)督促承包商確實依施工計畫及進度施工，協助承包商擬訂趕工計畫，提報核備並據以趕工。
- (十七)協調處理施工糾紛(包括民眾陳情案協調與處理)及其他相關施工事項之監造、審查工作。
- (十八)廠商應於工程完工後，提供完整之工程報告書 6 本(含其掃描電子檔之光碟片，倘需增加份數時不得拒絕)及整個區域彙整之藍晒竣工圖集(含現況圖)2 本供使用。

第二章 背景資料

2.1 集水區環境現況調查

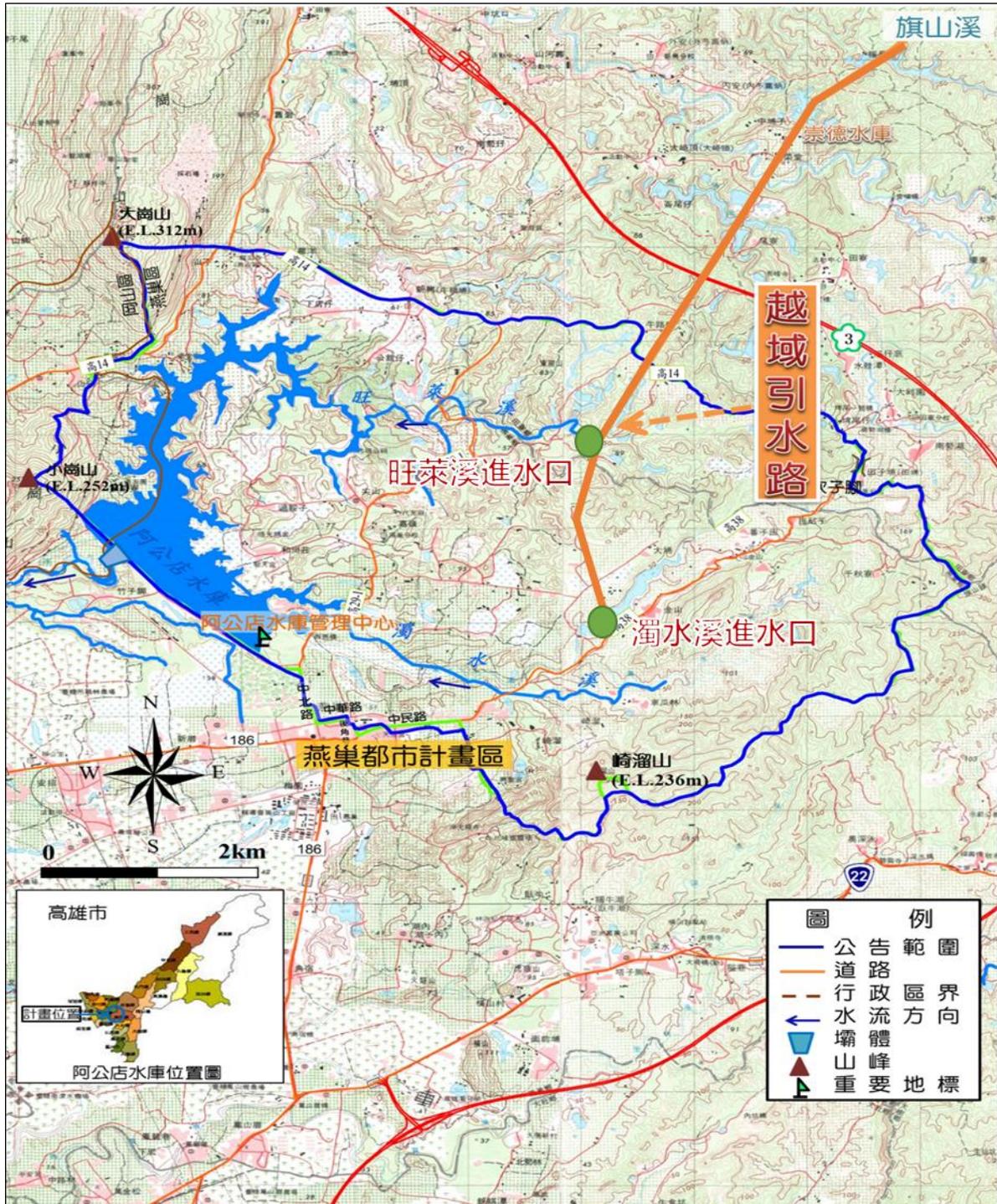
2.1.1 水庫基本資料

一、水庫背景資料

阿公店水庫位於高雄市田寮、岡山、燕巢等區交界之阿公店溪上游小崗山東麓，其地理位置詳圖 2.1-1。水庫壩址位於阿公店溪支流濁水溪與旺萊溪匯流處，主壩體填土數量為 787,697 立方公尺，壩頂標高 42 公尺，蓄水期(9 月 11 日至翌年 5 月 31 日)(對於蓄水範圍)滿水位標高 37 公尺，蓄水面積為 290 公頃，最高洪水位標高 40 公尺，設計目標為一以防洪為主，兼具灌溉給水及遊憩之多功能水庫。

阿公店水庫自民國 42 年完工運轉以來，因水庫日漸淤積，平均每年有 41.55 萬立方公尺之淤砂量淤積於庫底，至民國 80 年時，水庫淤積率已達 71%，影響重要設施與下游民生安全。民國 86 年起辦理「阿公店水庫更新工程計畫」，進行改善，工程項目包含水庫淤砂浚漂、越域引水路、越域排洪道及溢洪管改建工程等。其中庫底浚漂作業，清淤 1,160 萬立方公尺，使庫區有效容量回復至 1,837.08 萬立方公尺，另依南水局 106 年淤積測量成果，本水庫目前有效容量約為 1588 萬立方公尺，建議補充說明；而越域引水路工程即為補助水庫水源開發工程，引自旗山溪水源，利用二仁圳進水口及圓潭子隧道，配合越域引水路輸水，引水路終點於旺萊溪及濁水溪皆設有放水口以供機動性運用，最終由旺萊溪及濁水溪兩條支流匯流至阿公店水庫解決所需用水問題，並實施集水區養豬廢養，以增本水庫給水功能；更新計畫並增設全省水庫唯一的越域排洪道，設計排放量為 431cms。水庫更新計畫業已完工並於民國 95 年開始蓄水，每年 6/1~9/10 實施空庫防淤操作以大量減少洪水時之沉滓落淤，以永續維持水庫之有效容量。

參考 106 年經濟部水利署「水庫或壩堰營運概況」統計資料顯示，阿公店水庫於 106 年進水量為 7,568.7 萬立方公尺，主要標的用水量(農業、生活及工業)部分達 2,458.3 萬立方公尺，其中農業用水約佔 63.98%，直接提供鄰近區域農地灌溉。而本水庫自民國 100 年起提供高科園區公共給水，目前水庫約有 35.34%水量做為生活用水。另參考經濟部水利署最新水情資料統計顯示，阿公店水庫截至 106 年 11 月 14 日，有效蓄水量百分比為 93.51%。



資料來源：經濟部水利署水庫集水區及自來水水質水量保護區查詢系統(2018)

圖 2.1-1 阿公店集水區地理位置圖

二、集水區概況

阿公店集水區位於燕巢區境內，東經 120°19' 6" 至 120°24' 48" ；北緯 22°16' 39" 至 22°50' 50" ，東以烏山與旗山區為界，西達小崗山，北以大崗山及 14 號縣道為界，南以崎溜山脈為界，集水區橫跨燕巢區之東燕里、西燕里、金山里及尖山里；田寮區之七星里及新興里；岡山區之部分三和里，整體阿公店水庫集水區為 31.87 平方公里，平均高度約為 75 公尺，全區地形較高點為左側大崗山(標高 312 公尺)、小崗山(標高 252 公尺)、崎溜山(標高 236 公尺)、水蛙潭山(標高 176 公尺)，地形地勢由東北向西南傾斜。

阿公店水庫集水區範圍包含兩大主要溪流，分別為來自田寮、燕巢兩區北側之旺萊溪及南側之濁水溪。濁水溪位於大埔附近由千秋寮及田草埔溪匯流而成，往西南經金山於車瓜林溪流入，而後往西再匯流崎溜溪、二號支流及東燕溪，而沿西北流入阿公店水庫(表 2.1-1)，由水庫溢洪管至大埔全長約 7 公里。濁水溪因其支流挾帶大量泥砂，河床淤積嚴重，河岸兩旁多被開墾種植果樹，河床之淤積已使原有河道形成間斷之水池，甚至河床淤積地亦部分種植果樹而嚴重窄縮河道段面，河床雜草叢生，無法宣洩洪水以致淹沒範圍甚廣。

阿公店水庫集水區範圍內，濁水溪集水面積約為 12.81 平方公里，約占整體 43%。旺萊溪始於集水區東北部之溪埔溝，往西匯入粉薯溝、一號支流、內寮溝、大埔溝、二稠崙溪、頭稠崙溪及十段溝等支流(表 2.1-2)，而於菜堂寮附近轉向往南流入阿公店水庫，全長約 7.3 公里，旺萊溪集水面積約為 16.77 平方公里，約占阿公店水庫整體集水區之 57%。旺萊溪之地質較為堅硬，崩塌及沖積情況較不嚴重，溪旁土地大部分被開墾種植果樹或養鴨場，旺萊溪河道蜿蜒，淤積輕微，沿岸植生覆蓋尚稱良好。集水區相關位置圖如圖 2.1-2。

表 2.1-1 阿公店水庫集水區-濁水溪支流彙整

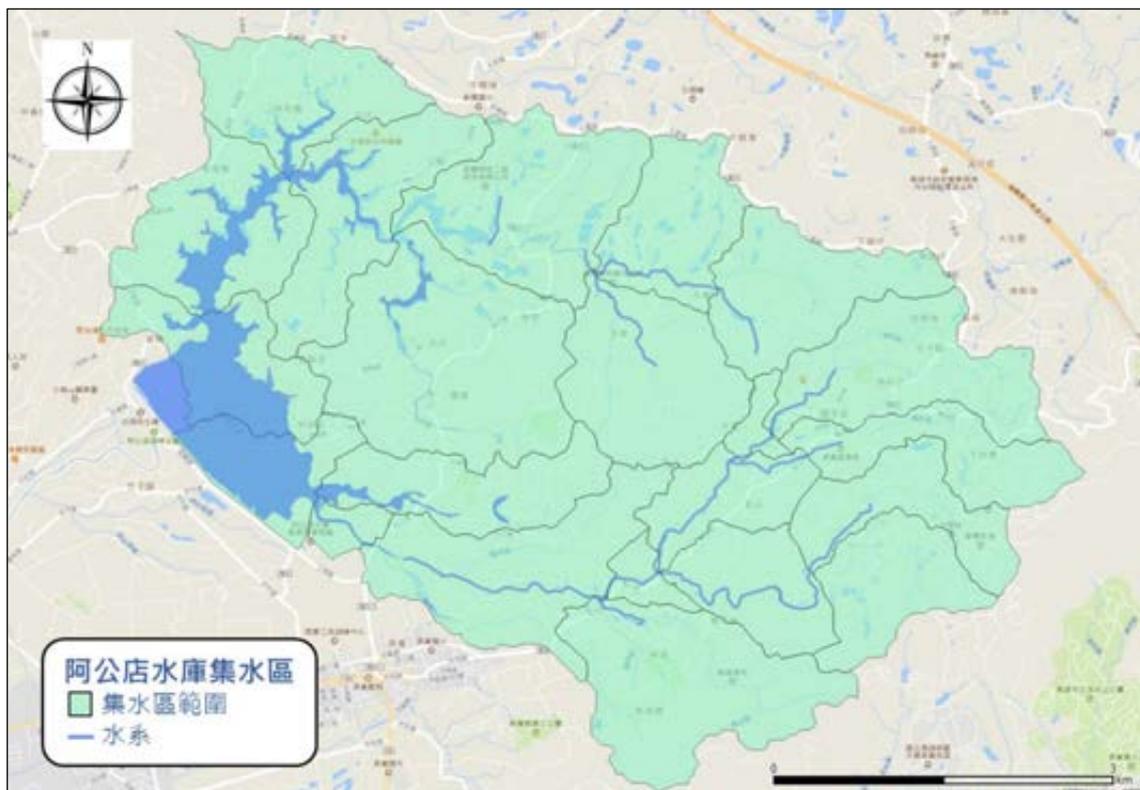
支流名稱	長度(km)	面積(km ²)	平均河床寬(m)	坡度(%)
東燕溪	1.0	1.1	30	0.25
二號支流	0.6	0.6	20	0.26
崎溜溪	2.7	1.3	15	0.37
車瓜林溪	4.3	3.1	20	--
千秋寮溪	2.1	1.2	20	0.25
田草埔溪	2.5	1.8	25	0.26

資料來源：阿公店水庫集水區上游既設人工濕地成效評估，經濟部水利署南區水資源局，民國 99 年

表 2.1-2 阿公店水庫集水區-旺萊溪支流彙整

支流名稱	長度(km)	面積(km ²)	平均河床寬(m)	坡度(%)
溪埔溝	1.8	1.4	10	0.35
粉薯溝	0.8	0.3	10	0.31
一號支流	1.4	0.4	15	0.37
內寮溝	0.7	0.6	10	0.35
二稠崙溪	1.2	0.3	15	0.37
頭稠崙溪	1.2	0.5	10	0.27
大埔溪	1.4	1.0	20	0.33
十段溝	0.9	1.1	15	0.33

資料來源：阿公店水庫集水區上游既設人工濕地成效評估，經濟部水利署南區水資源局，民國 99 年



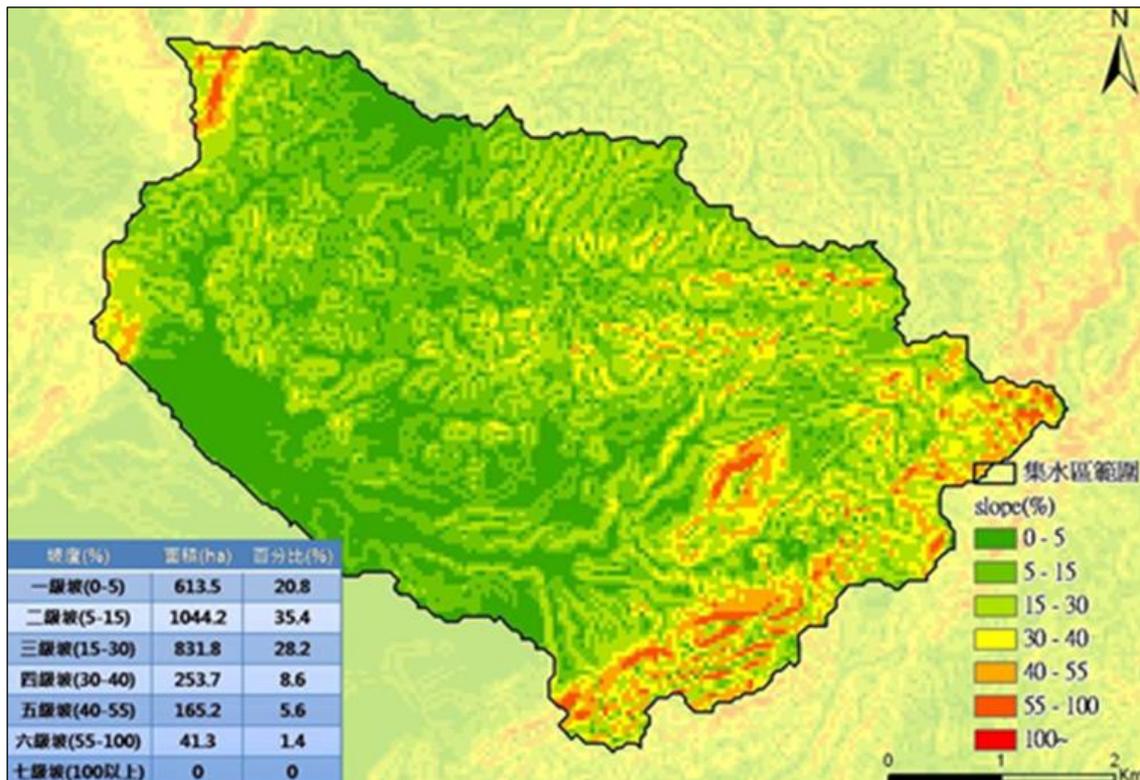
資料來源：經濟部水利署，本計畫繪製

圖 2.1-2 阿公店水庫集水區範圍

2.1.2 自然環境資料

一、地形

阿公店水庫集水區地勢東高西低，由東南向西北傾斜，三級坡以下的區域佔集水區面積的 84.4%。全區地形較高點為左側大崗山(標高 309 公尺)、小崗山(標高 247 公尺)、崎溜山(標高 236 公尺)、水蛙潭山(標高 176 公尺)，地形地勢由東北向西南傾斜，如圖 2.1-3。



資料來源：阿公店水庫集水區整體治理規劃，經濟部水利署南區水資源局，民國 100 年 4 月

圖 2.1-3 阿公店水庫集水區地形圖

二、地質

阿公店水庫集水區地質分區屬台灣西部麓山帶地質，依據台灣中油公司台灣油礦探勘總處編印之台南地質圖及地調所五十萬分之一地質圖，及現場勘察結果顯示，集水區周緣附近地區所出露之地層屬沉積岩，其出露地層以頭嵙山層(二重溪層)以及古亭坑層及其相關地層為主，而階地堆積層則出現於河流兩岸，詳如圖 2.1-4 所示。

此外，阿公店水庫集水區之地層依膠結程度可分為岩層與表土覆蓋層，其中岩層包括中新世大窩細砂岩，上新世南化泥岩與更新世關廟層；而覆蓋層則有全新世堆積層與沖積層，而台地堆積層則出現於河流兩岸，形成種植

平原。本集水區內之地質構造則包含旗山斷層、大崗山斷層、雞冠山斷層及田寮向斜，區域內之地質(層)分類如表 2.1-3 所示，分述如后：

(一)地層

1.南化泥岩

南化泥岩分佈於燕巢、田寮、中興一帶呈圓弧狀分佈，其主要是受到田寮向斜影響，主要分佈於水庫集水區之東北部，以塊狀青灰色至暗灰色泥岩為主，偶夾有薄層砂岩或粉砂岩，有時與泥岩構成薄條帶狀緊密互層。由於泥岩主要以粉砂及粘土為其組成，岩質鬆軟且極易崩塌，含鹽份高呈鹼性，植生困難，因此雨季時表面逕流會在泥岩上沖刷成許多沖蝕溝，造成坡面崩坍形成惡地形。

2.關廟層

關廟層出露於阿蓮、田寮、岡山一帶，位於集水區西南側，覆蓋於南化泥岩層上。本層底部以厚層塊狀細砂至粉砂岩為主，偶夾有薄層砂、頁岩互層。本層中上段砂岩，以青灰色泥質紋層狀砂岩為主；上部與下部皆有石灰岩出露，在本區出露之關廟層下部石灰岩以燕巢以東，金山村附近之雞冠山最為明顯，為一珊瑚礁所形成之石灰岩，厚約 5 至 10 公尺，延伸長度約 2 公里，因受構造運動影響，傾斜達 75 度，因此厚層塊狀砂岩常沿其傾斜方向形成順向坡，在反傾斜方向則造成懸崖，形成本層地形特徵，故使薄層石灰岩成直立狀，又因受差異侵蝕作用，使石灰岩突出於軟弱泥岩與關廟砂岩層中，同時因石灰岩順節理崩落而呈三角形，並連貫成為雞冠狀。本層上部亦有石灰岩分佈，包括大崗山與橫山的石灰岩，厚度在數公尺至數十公尺，大多呈水平地層，未經變動。

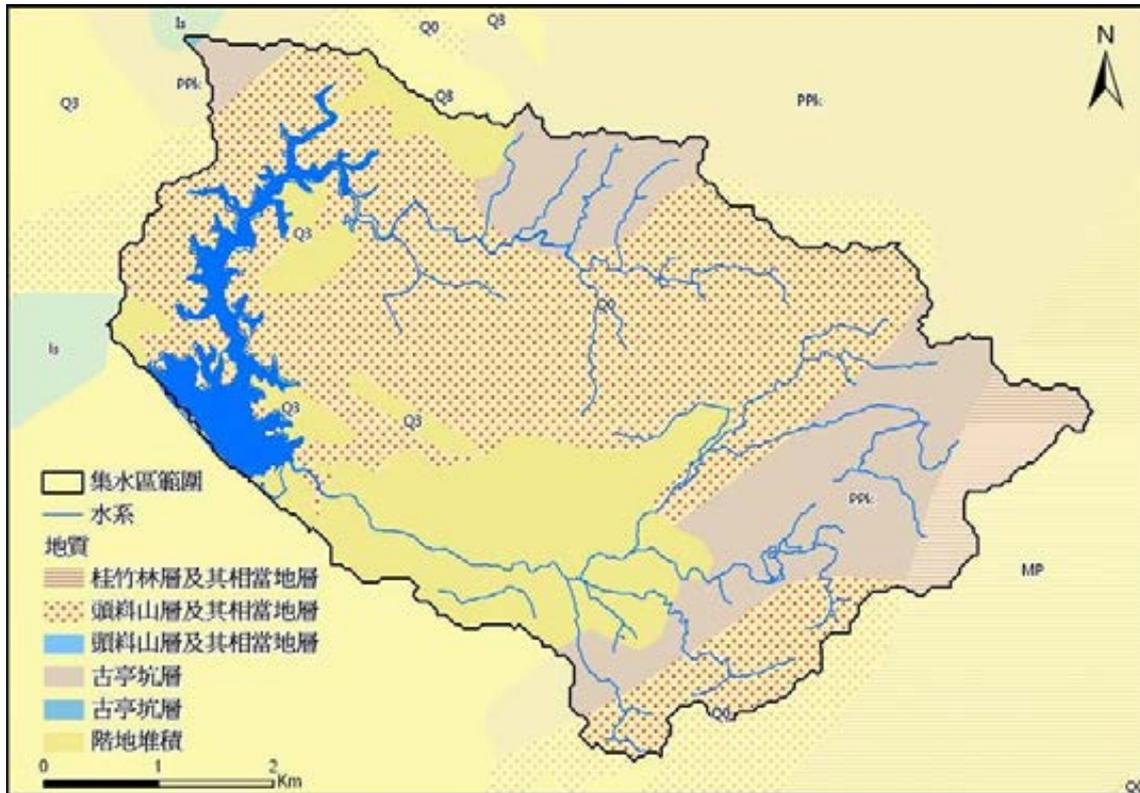
3.臺地堆積層

臺地堆積層以砂泥為主，分佈於阿公店溪兩岸及燕巢一帶，高出河床約 3 至 5 公尺，本層並夾少許礫石皆屬未固結地層。臺地堆積層分佈高度約在數公尺至數十公尺之間，為本區域之主要農業與村落發展區域。

4.沖積層

沖積層以泥砂為主，零星分佈於水庫蓄水區周圍溪流出口地帶，屬第四紀現代沖積層，其係指沖積平原上堆積的岩體，部分亦分佈在丘陵區或山地地區的平坦地形上，主要成分由粘土、粉砂、砂和礫石組成，

大部分膠結不良，其最上部常被風化成土壤。本沖積層除少數砂洲被利用為農業發展外，其餘均屬河床質，尚無利用價值。



資料來源：阿公店水庫集水區整體治理規劃，經濟部水利署南區水資源局，民國 100 年 4 月

圖 2.1-4 阿公店水庫集水區地質圖

表 2.1-3 阿公店水庫集水區鄰近地質分類

區分	性質	行程時間	種類
地層	岩層	中新世	大窩細砂岩
		上新世	南化泥岩
		更新世	關廟層
	覆蓋層	全新世	堆積層
			沖積層
地質構造	斷層	更新世	旗山溪斷層
			雞冠山斷層
	向斜		田寮向協

資料來源：100 年度阿公店水庫空庫防淤泥砂觀測及成效評估，經濟部水利署南區水資源局，民國 100 年

(二)地質構造

本集水區內有兩條斷層與兩處褶皺，斷層作縱向延伸，以旗山斷層規模較大，而大崗山斷層規模較小；褶皺皆發生於南化泥岩及關廟層中，延伸至集水區西南部，茲分別述說如下：

1.古亭坑背斜

位於集水區北部，與南化泥岩在集水區北緣圈合，關廟層則構成此背斜之西南延伸部分。背斜軸線走向為北 20 度東，在集水區延展約 3 公里，背斜軸向西南傾沒，背斜西北翼岩層傾角在 20~30 度之間，東南翼岩層傾角則介於 30~50 度間。

2.田寮向斜

田寮向斜軸由燕巢附近向東北延伸至田寮，略呈向東突出之弧線，受此向斜影響，關廟層與南化泥岩在田寮以南圈合，並在軸部露出關廟層，為一較寬且不對稱的向斜，向斜軸東側地層傾斜較大，達 75 度左右，而其西側地層較緩，僅 30 度左右。向斜軸亦略向東傾斜，田寮向斜向西南方傾沒，至燕巢附近已完全沒入平原，因向斜傾沒之關係，大埔仔附近形成一向西南開口之畚箕形向斜谷。

3.大崗山斷層

大崗山斷層屬於關廟層上部之岡山石灰岩與關廟層之底部相接，使本斷層之層位相差達 1,500 公尺左右，因此推測該處應存有一逆斷層；但因此斷層兩側岩層多被掩覆，故地質圖上所標示之大崗山斷層位置應屬推定而得。另大崗山斷層兩端伸展情形不清楚，可能為兩條橫斷層所截，亦由於此右移走向橫斷層存在，乃使大崗山與小崗山兩者相左。

4.旗山斷層

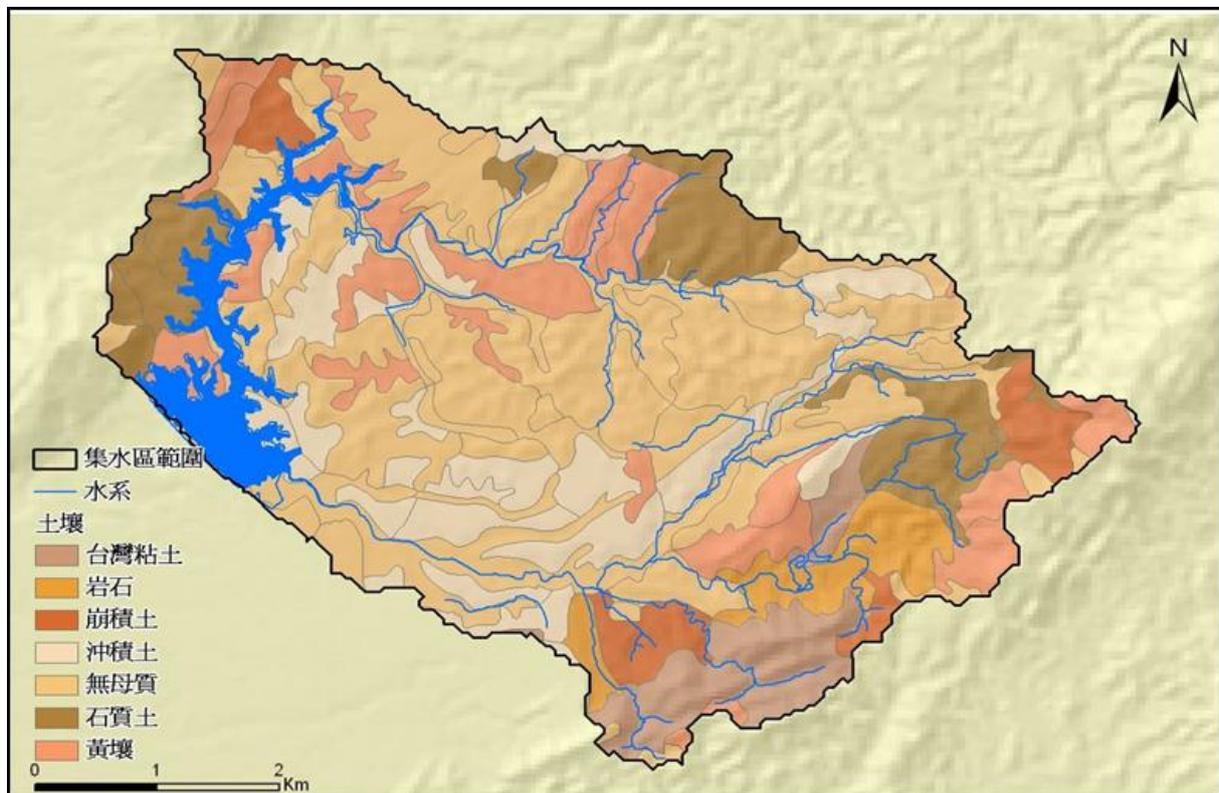
旗山斷層為左移斷層，兼具逆移性質，呈東北走向。斷層由高雄市那瑪夏區經杉林、甲仙、旗山至燕巢，長度約 65 公里。由衛星影像判釋結果旗山線形與旗山斷層吻合，且向西延伸至半屏山構造及壽山構造的北側。依中國石油公司台探總處(1992)的台南地質圖顯示旗山斷層將早更新世之二重溪層錯移，卻未切穿上覆晚更新世臺地堆積物。本斷層的活動時代不明確，暫列為存疑性活動斷層。

5. 雞冠山斷層

雞冠山斷層位於阿公店水庫上游集水區，走向與雞冠山大致平行，由雞冠山向東北方向延伸，長度約為 3 公里，屬小型斷層，斷層東側為古亭坑層上部，西側為關廟層，岩性差異頗大，主要由砂岩、砂質泥岩及其互層所組成。

三、土壤特性

阿公店水庫集水區之地質母岩多屬於灰色泥質頁岩，吸水易化，上層則為已風化之黃棕壤土，地面覆蓋情形欠佳。每遇颱風豪雨大量泥砂受水蝕流失入庫，形成嚴重淤砂問題。主要的土壤包括：黃壤、臺灣黏土、石質土、沖積土及崩積土。本水庫集水區內土壤性質及分佈(圖 2.1-5)略述如下：



資料來源：阿公店水庫集水區整體治理規劃，經濟部水利署南區水資源局，民國 100 年 4 月

圖 2.1-5 阿公店水庫集水區土壤圖

(一)黃壤

本類土壤約佔集水區 40%為最多，土壤剖面可見明顯化育，且較具風化礦物質，多在氣候濕熱與地形平緩且排水良好處形成，為成土時間相當久所形成的土壤。此類土壤已有相當程度之化育，多呈黃或黃棕色至黃紅色，屬屑粒狀或弱至中度發育之角塊狀構造，結構多隨深度之遞增而有

漸趨緊密之趨勢，pH 值介於 4.0~5.0 間，屬極端強酸至強鹼性反應；一般而言，鹽基飽和度均在 20~40%，離子交換能力(CEC)低，呈黃棕色。本類土壤相當於美國新土壤分類中的淋餘土 (Alfisols) 或幼育土 (Inceptisols)，前者土壤化育較為完整，後者屬化育較淺之土壤。

(二)淺色崩機土

為山坡地土壤物質，經滑落及崩塌等位移作用而生成者，堆積時間較久其有機物已分解殆盡顏色較淺，多屬砂質壤土或壤質砂土，崩積土組成物質以砂岩與頁岩風化物居多，土壤反應偏酸性，pH 值介於 5.0~6.0 間，CEC 約為 7~16m.e./100g，鹽基飽和度約在 40%，屬於幼育土。

(三)沖積土

本類土壤散見山間谷地，土壤係由水流攜帶物沉積而成，其土壤顆粒排列具方向性，土壤肥力大多已被水流篩選流失，故其肥力較低而呈貧瘠狀，其土壤剖面並常因形成年代不同而有新舊沖積土之分，其性質分別類似美國新土壤分類法中之新成土(Entisols)及幼育土。

(四)石質土

本類土壤分佈於各小集水區及溪流兩岸陡峻山坡或崩坍地，約佔集水區之 12.71% 為次多，為最新生成之土壤，具母岩性質之土壤，經物理或化學風化作用生成，局部性未具明顯土壤剖面化育，構造亦不明顯，底土顏色多屬黃灰暗灰黃等色，土色接近母質，其性質亦與母岩相近，依美國新土壤分類標準應可歸屬新成土及幼育土，目前尚未具有任何土體發育剖面，質地細緻滑膩粉粒含量高，屬稜角塊狀或鈍角塊狀構造，結構堅硬緊密，pH 值約在 5.5 至 8.5 間，呈弱酸至中鹼性反應。

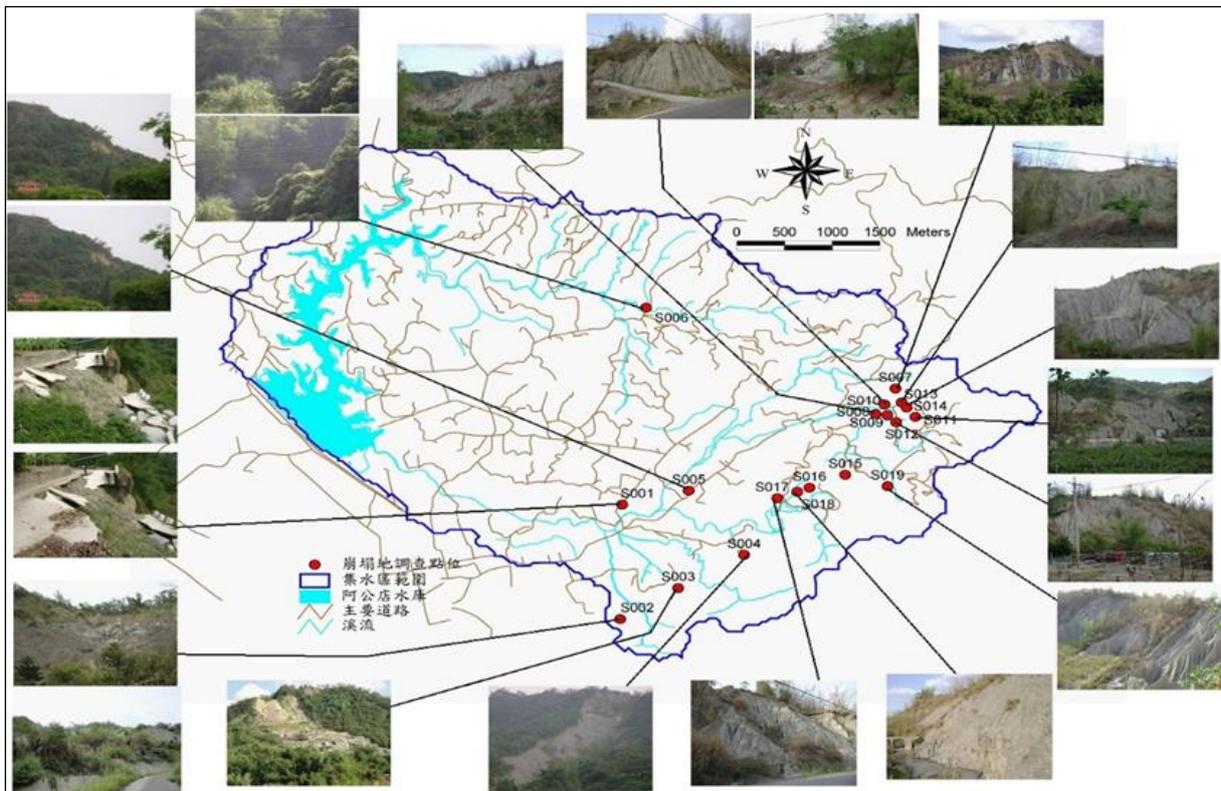
四、崩塌地分布

崩塌地為造成水庫淤積成因來源之一，阿公店水庫集水區內多屬裸露的泥岩惡地地形，參考阿公店水庫集水區整體治理規劃報告，民國 98 年遙測影像判釋結果，阿公店水庫集水區內無顯著的崩塌地，水庫集水區上游計有崩塌地(含泥岩裸露地)約 121 處，崩塌裸露面積約 60.28 公頃。集水區內之崩塌地多為泥岩裸露地，分佈在集水區東南側之河岸邊坡、道路邊坡及集水區上中下游坡面，尤其以車瓜林溪、千秋寮溪為最；一般崩塌地則零星分佈於道路邊坡及溪流沿岸，在道路邊坡多為淺層崩塌，而在溪流沿岸，主要為洪水侵蝕造成的側岸崩塌(圖 2.1-6)。

五、氣象水文

(一)氣象

阿公店水庫集水區內無長期之氣象觀測記錄，鄰近區域有中央氣象局之高雄氣象站，依據高雄氣象站自 1971 至 2017 年統計資料，全年平均溫度為 25.2°C，氣溫以 1 月最低，平均溫度為 19.8°C，而以 7 月為最高，達 29.8°C，高低溫差達 10°C。氣壓部分以 12 月為最高，氣壓值約為 1,016.7 mb；8 月則為最低，約為 1,003.6 mb。相對溼度則介於冬季之 72.3%及夏季之 80.1%之間。



資料來源：阿公店水庫集水區整體治理規劃，經濟部水利署南區水資源局，民國 100 年 4 月

圖 2.1-6 阿公店水庫集水區崩塌地示意圖

(二)水文

1.雨量監測

阿公店水庫集水區內共 4 處雨量站，其基本資料列於表 2.1-4，其中集水區內金山、竹子腳及牛稠埔雨量站為水利署管轄，另集水區內的尖山雨量站則屬中央氣象局管轄，表 2.1-5 為各雨量測站自 100 年至 105 年之年雨量統計資料，歷年平均年雨量則介於 1,799mm~2,045mm。

表 2.1-4 阿公店水庫集水區及其鄰近雨量站基本資料

雨量站	X(TWD97)	Y(TWD97)	高程(m)	站址	經辦單位
金山	188216	2523579	90	高雄市燕巢區金山里	水利署
尖山	185099	2523766	60	高雄市燕巢區尖山里	中央氣象局
竹子腳	182589	2523746	51	高雄市燕巢區西燕里	水利署
牛稠埔	184566	2526345	70	高雄市田寮區大新路	水利署

資料來源：經濟部水利署

表 2.1-5 阿公店水庫集水區各雨量站近年雨量統計表

雨量站	金山	尖山	竹子腳	牛稠埔
年份	年雨量(mm)	年雨量(mm)	年雨量(mm)	年雨量(mm)
100	2,046	1,661	1,690	1,152
101	2,881	2,537	3,224	2,488
102	1,657	1,578	1,555	1,220
103	1,692	1,705	1,656	1,603
104	1,710	—	1,233	1,440
105	2,752	—	1,692	1,883
106	1,236	—	1,032.5	872.5
歷年平均年雨量	1,996	1,870	1,726	1,523

資料來源：經濟部水利署，水文年報

2.1.3 社會經濟環境

一、人口

根據民國 107 年 3 月各區戶政事務所資料，阿公店水庫集水區範圍內人口約為 4,116 人，其中以燕巢區尖山里人口數 1,263 人最多，占 30.7%；其次為田寮區新興里 863 人，占 21.0%，田寮區七星里 140 人最少，占 3.3%

表 2.1-6 阿公店水庫集水區內人口分布表

區別	里別	鄰數	戶數	男	女	全里人口	涵蓋率	集水區人口
燕巢區	尖山里	15	457	648	615	1,263	1	1,263
燕巢區	東燕里	24	849	1,399	1,344	2,743	0.3	823
燕巢區	西燕里	40	1344	2006	1936	3942	0.05	197
燕巢區	金山里	13	200	304	239	543	1	543
燕巢區	深水里	25	1,028	1,429	1,368	2,797	0.05	140
田寮區	七星里	15	401	352	299	651	0.21	137
田寮區	新興里	14	546	712	616	1,328	0.65	863
岡山區	三和里	8	367	511	486	997	0.15	150
總計		114	3,848	5,355	4,967	10,322	—	4,116

資料來源：各區戶政事務所，統計至中華民國 107 年 02 月

二、產業型態

阿公店水庫集水區內燕巢區之泥火山之石灰岩土質適合番石榴、棗子及西施柚種植；田寮區為典型農業區，經濟活動以農牧產業為主，主要農產品為經濟果樹之產物，如棗子、芒果、龍眼等；岡山區隨著工業化及都市化的發展，多著重於工業發展，但於山坡地地區仍有約 40%之耕地面積。

三、交通設施

阿公店水庫集水區位於燕巢區、田寮區及岡山區之交界處，國道 1 號及 3 號分別位於其東、西側，由岡山、橋頭及楠梓分別有縣道 188、186 及鄉道 36 通往燕巢，集水區內更有鄉道 8 條連結縣道及集水區內各村落，交通堪稱便利，而集水區內產業道路及私設農路密佈。

2.2 水質概況及污染分析

2.2.1 水質現況

行政院環保署於阿公店水庫設置共計 3 處長期監測站(圖 2.2-1)，分別為水庫監測點 1(灌溉管口)、水庫監測點 2、水庫監測點 3(旺萊溪匯流口)，根據行政院環保署全國環境水質監測網，彙整民國 101 年~106 年第 3 季之水質資料，繪製盒鬚圖，並依目前行政院環保署用於評估水庫水質優養程度之卡爾森指標(簡稱 CTSI)做為分析依據。



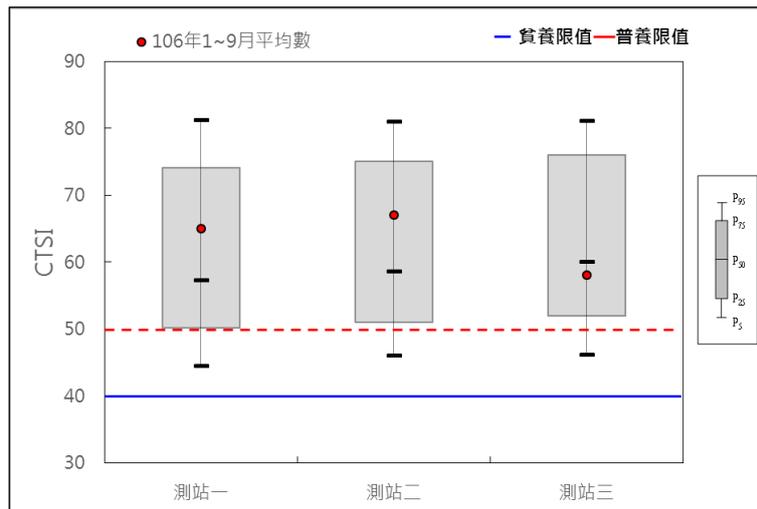
資料來源：行政院環保署全國環境水質監測資訊網，民國 107 年 5 月

圖 2.2-1 阿公店水庫水質監測站位置

一、卡爾森指數(CTSI)

卡爾森指數係以水中的透明度、葉綠素 a 及總磷等三項水質參數之濃度值進行計算，再以其計算所得之指標值，判定水庫水質之優養程度。指數在 40 以下為貧養，40 至 50 為普養，超過 50 以上則為優養。

阿公店水庫近 5 年 CTSI 變化範圍在 50~76 之間，優養程度皆為優養狀態；而 106 年 1~9 月測站一之 CTSI 平均數為 65，測站二為 67，而測站三為 58，各測站之優養程度，皆已超過普養限值，為優養狀態。各測站相關盒鬚圖如圖 2.2-2。

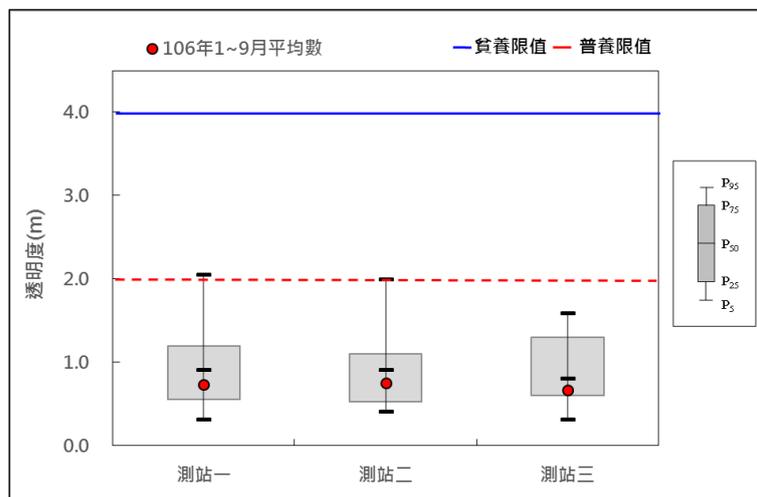


資料來源：本計畫繪製

圖 2.2-2 阿公店水庫卡爾森指數盒鬚圖

二、透明度(圖 2.2-3)

阿公店水庫近 5 年水質之透明度變化範圍介於 1.3~0.5m 間，優養程度皆為優養狀態；106 年 1~9 月測站一之平均數為 0.7m，測站二為 0.8m，測站三為 0.6m，各測站皆為優養狀態。



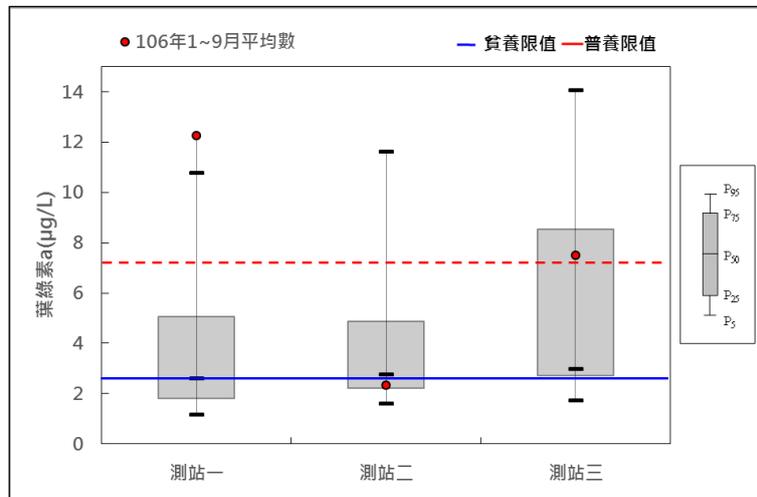
資料來源：本計畫繪製

圖 2.2-3 阿公店水庫透明度盒鬚圖

三、葉綠素 a(圖 2.2-4)

阿公店水庫近 5 年水質之葉綠素 a 濃度變化範圍介於 1.8~8.6 $\mu\text{g/L}$ ，優養程度介於貧養至優養狀態；106 年 1~9 月測站一葉綠素 a 之平均濃度 12.3

$\mu\text{g/L}$ 為近 5 年最高，測站二為 $2.2 \mu\text{g/L}$ ，測站三為 $7.5 \mu\text{g/L}$ ，除測站二為貧養狀態，其餘測站皆為優養狀態。

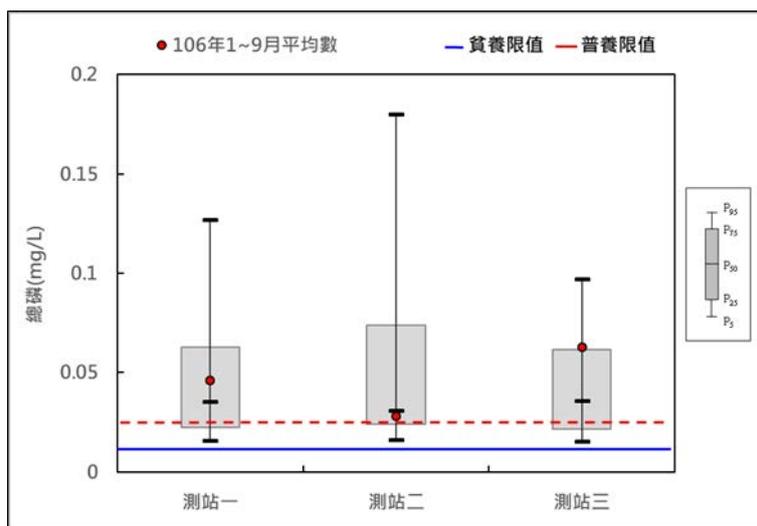


資料來源：本計畫繪製

圖 2.2-4 阿公店水庫葉綠素 a 盒鬚圖

四、總磷(圖 2.2-5)

阿公店水庫近 5 年水質之總磷濃度變化範圍介於 $0.02\sim 0.07 \text{ mg/L}$ ，優養程度為貧養至優養狀態；106 年 1~9 月測站一之總磷平均濃度為 0.046 mg/L ，測站二為 0.028 mg/L ，測站三為 0.063 mg/L ，略高於歷年 P₇₅ 範圍，各測站優養程度皆為優養狀態。



資料來源：本計畫繪製

圖 2.2-5 阿公店水庫總磷盒鬚圖

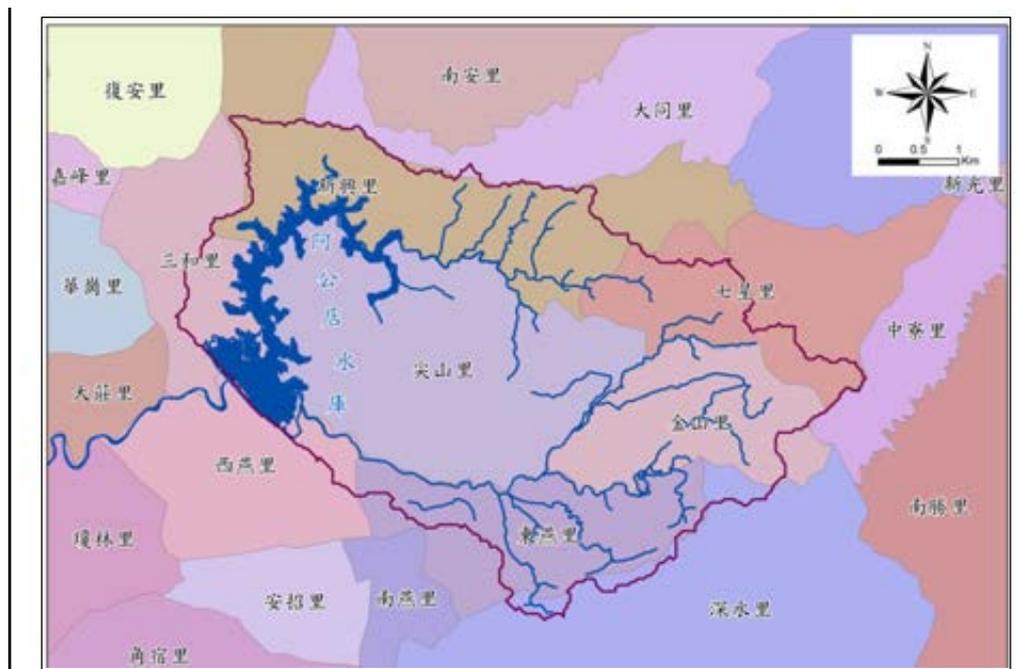
2.2.2 污染分析

針對阿公店水庫集水區範圍之點源及非點源進行污染量推估，點源污染一般針對民生污水、事業廢水及畜牧廢水產生之污染進行推估；非點源污染由降雨沖刷地面所產生，其污染量取決於降雨強度及土地利用類型。為瞭解本案集水區範圍中污染主要來源，作為後續整治策略擬定之背景參考資料，以下分別針對點源及非點源污染進行推估。污染量資料來源及推估方法分述如下：

一、點源污染量推估

(一)人口

根據民國 107 年 3 月各區戶政事務所資料，阿公店水庫集水區範圍內人口約為 4,116 人，其中以燕巢區尖山里人口數 1,263 人最多，占 30.7%；其次為田寮區新興里 863 人，占 21.0%，田寮區七星里 140 人最少，占 3.3%



資料來源：本計畫繪製

圖 2.2-6 阿公店水庫集水區主要聚落與水庫相對位置圖

(二)工業

經民國 107 年 02 月水污染源資料管理系統調查，阿公店水庫集水區範圍內無列管事業。但實際仍有未列管事業，本計畫一併採計。

(三)畜牧業

經民國 107 年 02 月水污染源資料管理系統調查，阿公店水庫集水

區範圍內無列管之畜牧事業。另經查詢「行政院農業委員會畜牧場登記管理系統」，共有 10 家未列管之登記畜牧業，分別有養雞場 5 家、養羊場 3 家、養鹿場 1 家，及 1 家養牛場；經現場勘查訪問養牛場目前僅飼養約 7 頭，1 家養羊場則無飼養情形。

(四)民生污染推估方法

生活污水污染產生量的推估係以每人每日產生的單位污水量及單位污染量乘上人口數而得，基本資料需求包括人口數、每人每日污水量及每人每日污染產生量等三項。生活污水污染排放量的推估，係將公共污水下水道系統、社區專用污水下水道系統、建築物污水處理設施及未設置污水處理設施之建築物污染排放量加總即可得到，相關參數包含內政部營建署統計「建築物污水設施設置率」及放流水標準。推估流程如表 2.2-1。

1. 生活污水污染量排放

計算公共污水下水道系統實際污染排放量

- (1)公共污水下水道系統排放水量：以該公共污水下水道系統之定期檢測申報排放水量為之。
- (2)公共污水下水道系統排放水質：以該公共污水下水道系統該年度之定期檢測申報排放平均水質為之。但未依規定申報者，以該年度稽查採樣平均水質為之。
- (3)公共污水下水道系統實際污染排放量計算方式如下式：

$$\text{實際污染排放量} = (\text{排放水質} \times \text{稽查合格率} + \text{稽查不合格水質} \times \text{稽查不合格率}) \times \text{排放水量}。$$

2. 計算社區專用污水下水道系統實際污染排放量

- (1)社區專用污水下水道系統排放水量：以社區專用污水下水道系統之定期檢測申報排放水量配合人均廢水產生量計算等價污染人數，再填入民生污染推估中專用污水下水道處理人數。

$$\text{社區專用污水下水道污水排放量} = \text{社區專用污水下水道服務人數} * \text{人均日污水量}。$$

- (2)社區專用污水下水道系統實際污染排放量計算方式如下式：

$$\text{污染排放量} = \text{放流水標準水質} \times \text{排放水量}。$$

3.計算建築物污水處理設施污染排放量

(1)建築物污水處理設施排放水量：依照調查統計轄區內總戶數與建築物污水處理設施設置比例，再配合平均一戶人口數換算建築物污水處理設施設置人數計算其排放水量，如下式：

建築物污水設置戶數 = 總戶數*建築物污水處理設施設置比例

建築物污水量=建築物污水設置戶數*每戶平均人數*人均日污水量

(2)建築物污水處理設施排放水質：依據水污法規定放流水標準水質。

(3)建築物污水處理設施污染排放量=排放水質乘以排放水量。

4.計算污水未處理之民生污染排放量

污水未處理日排放量 = (集污區總人數-下水道接管人數-社區專用污水下水道處理人數-建築物污水處理設施處理人數)*人均日污水量

(五)事業污染推估方法

進行事業污染推估時，因事業內涵蓋社區下水道系統，此部分水體來源為生活污水，故須將此部分自事業污染扣除，統一至民生污染計算。

本項作業乃針對除畜牧業（放流水標準行業別畜牧(一)、(二)）以外所有水污染防治法所定義行業別之事業進行水污染排放量推估，其污染量資料由「水污染源管制資料系統」資料庫各項欄位資料整合計算而得。詳細流程如表 2.2-2。

1.基本資料取得

參考事業基本資料（廠家名稱、管制編號、住址、大門座標、行業類別、廢水許可排放量、申報放流水質...等），進行流域事業基本資料建立、工廠登記家數統計及各工廠依主、支流流域分類。

2.污染量相關資料

利用「水污染源管制資料管理系統」進行流域事業污染量相關資料，包括事業之「定檢」、「稽查」、「許可」之「廢水產生量」、「廢水排放量」等資料，確定事業廢水污染產生量、排放量與合格率...等。依據水污染源資料庫管理系統 107 年 02 月資料調查結果，本案集水區範圍內無列管事業(另依據現勘調查，有部分未列管事業，如詮豐食品股份有限公司、沃野山丘餐廳等，可能有部分廢污水排放)

3.放流量調整

本項工作係利用「水污染源管制資料管理系統」當中各事業的廢水排放行為進行篩選，其中部分事業之污染量為委託代處理業者進行處理後排放，為避免重複計算，將不計此類排放行為之事業。

經上述初步篩選及資料處理步驟，續針對各列管事業之水質水量資料進行計算，本項工作係利用環保局「水污染源管制資料管理系統」之許可審查、定期檢測申報等資料比對計算。

為充分反映出目前各事業實際污染量於污染產生量之部分，擬以各事業定檢原廢水量為計算基準。若該事業缺乏定檢原廢水量資料，則以許可原廢水量替代；若資料庫中以上兩項資料皆無，則利用該事業設置之專責人員種類，配合以下水量假設原則進行計算。

(六)畜牧污染推估方法

1.污染產生量推估

畜牧廢水污染產生量推估通常計算畜牧業(一)適用非草食性動物(如豬、雞、鴨、鵝等，一般以豬隻為主)及畜牧業(二)適用草食性動物(如牛、馬、羊、鹿、兔等，一般以牛隻為主)，乃以每頭豬或牛產生的單位污水量及單位污染量乘以頭數而得，其中雞多為圈養式，且排泄物含水量低、產量少，故不列入推估對象中。本案集水區範圍內為畜牧(二)類型，因此基本資料需求包括飼養頭數、單位污水量及單位污染產生量三項。詳細流程如表 2.2-3。

(1)畜牧頭數

本案依據「行政院農業委員會畜牧場登記管理系統」查詢畜牧事業登記之頭數資料，用以推估阿公店水庫集水區內之總畜牧頭數。

(2)單位廢水量

廢水量依據歷年參考相關文獻後，採用單位頭數廢水量為 240 公升/日。

(3)單位畜牧頭數污染產生量

參考相關文獻資料報告，本案對於畜牧(二)單位頭數污染產生量之濃度推估採用 BOD 3,600 mg/L、SS 5,000 mg/L、COD 9,000

mg/L · NH₃-N 750 mg/L。

2. 污染排放量推估

(1) 計算畜牧業廢水之實際污染排放量

A. 畜牧業排放水量：以該事業之定期檢測申報排放水量為之。但未依規定申報者，以該年度稽查所見其放流口累計型水量計測設施讀數換算為水量後為之。

B. 畜牧業排放水質：以該事業之定期檢測申報排放平均水質為之。未依規定申報者，以該年度稽查採樣平均水質為之。

C. 畜牧業廢水實際污染排放量計算方式如下式：

$$\text{實際污染排放量} = (\text{排放水質} \times \text{稽查合格率} + \text{稽查不合格水質} \times \text{稽查不合格率}) \times \text{排放水量}$$

(2) 計算畜牧業廢水之最大污染排放量

A. 畜牧業排放水量：以該事業之許可核准排放水量為之。但未依規定取得者，以該年度稽查所見其放流口累計型水量計測設施讀數換算為水量。

B. 畜牧業排放水質：以該事業適用放流水標準為之。

C. 畜牧業廢水最大污染排放量計算方式如下式：

$$\text{最大污染排放量} = (\text{排放水質} \times \text{稽查合格率} + \text{稽查不合格水質} \times \text{稽查不合格率}) \times \text{排放水量}$$

(3) 參考行政院環保署「總量管制作業手冊」進行畜牧業廢水推估：

依表 2.2-3 之數據進行各畜牧場污染產生量及排放量計算。

$$\text{污染產生量} = \text{頭數} \times \text{每日每頭產生廢水量} \times \text{每公升每隻廢水污染產生量}$$

$$\text{污染排放量} = \text{合格率 } 50\% \times \text{頭數} \times \text{每日每頭產生廢水量} \times \text{放流水標準污染產生量} + \text{不合格率 } 50\% \times \text{頭數} \times \text{每日每頭產生廢水量} \times \text{每公升每隻廢水污染產生量}$$

表 2.2-1 民生污染量推估流程

流程圖	所需資料	資料來源	公式計算及參考數據
各縣市人口(A)	各鄉鎮村里人口統計	各鄉鎮區公所統計資料	
↓			
污水處理人數(B)	各縣市污水處理戶數(C) 公共下水道污水處理戶數(D) 專用下水道處理戶數(E) 建築物污水處理設施設置戶數(F)	內政部營建署、地方水利局、 工務局統計結果	(C) = (D) + (E) + (F) (B) = (C) × 每戶人數 每戶人數依各縣市人口統計計算
↓			
未接管人數(G)			(G) = (A) - (B)
↓			
每人每日污水量(H)		水利署「自來水生活用水量統計」各縣市每人每日用水量	(H) = 每人每日自來水用水量 × 0.8 (污水轉換率)
↓			
每人每日污染量(I)		歷年相關研究報告	BOD : 40克/人日 ; COD : 91克/人日 SS : 40克/人日 ; NH ₃ -N : 7.2克/人日
↓			
各流域/各縣市 污水產生量(J)	各流域/縣市人口數(A) 每人每日污水量(H)		(J) = (A) × (H)
↓			
各流域/各縣市 污染產生量(K)	各流域/縣市人口數(A) 每人每日污染量(I)		(K) = (A) × (I)
↓			
各流域/各縣市 污水排放量(L)	各流域/縣市污水產生量(J) - 公共 污水水道接管水量		(L) = (J) - (D) × 每戶人數 × (H)
↓			
未接管部份 污染排放量(M)	未接管人口數(G) 每人每日污染量(I) 化糞池污染削減率(N)	相關研究報告	(M) = (G) × (I) × (1 - (N))
↓			
已接管部份 污染排放量(O)	專用污水下水道及建築物污水處 理設施放流水標準(P) 各類下水道處理人數(D)(E)(F) 每人每日污水量(H)	放流水標準	專用下水道污染排放量(R) = (E) × (H) × (P) 建築物處理設施排放量(S) = (F) × (H) × (P) (O) = (R) + (S)
↓			
生活污染排放總量(T)	未接管部份污染排放量(M) 已接管部份污染排放量(O)		(T) = (M) + (O)

資料來源：臺南市政府水利局，「臺南市重點河川水質改善及既有水質淨化場功能提昇與設施改善委託規劃設計技術服務」，106年

表 2.2-2 事業污染量推估流程

流程圖	所需資料	資料來源	公式計算及參考數據
各縣市列管事業(A)	各縣市列管事業資料	水污染源管制資料管理系統	扣除該年度尚未營運者及已停工者以及排除廢水排放方式非排放地面水體之事業
↓			
許可排放量 定檢水量(B)	廢水許可排放量、定檢放流量、 專責人員種類	水污染源管制資料管理系統	廢水量依事業定檢水量計算，若無申報，則以許可廢水量替代，若以上皆無資料，利用該事業設置專責人員搭配水量計算： 專責單位5,000CMD、甲級專責人員3,500CMD、乙級專責人員1,000CMD、不須設置50CMD
↓			
原廢水水質(C)	定檢原廢水水質、放流水標準	水污染源管制資料管理系統	計算事業定檢申報平均水質，未申報者以放流水標準之5倍視為原廢水質，部份未管制BOD項目者，以COD之1/3計算
↓			
放流水水質(D)	定檢放流水水質、放流水標準	水污染源管制資料管理系統	依事業定檢申報平均水質計算，未申報者以放流水標準計算
↓			
稽查不合格水質(E)	原廢水水質	水污染源管制資料管理系統	以原廢水水質計算，若無申報原廢水水質則以放流水質之5倍計算
↓			
稽查合格率(F)	稽查及裁罰紀錄	水污染源管制資料管理系統	依歷年稽查紀錄統計
↓			
污染產生量(G)	廢水處理設施去除率	水污染源管制資料管理系統、設計參考書籍	假設廢水處理設施去除率BOD、COD、SS及重金屬為80%；NH ₃ -N去除率為50% (G)=(B)x((C)/(1-去除率))
↓			
污染排放量(H)		水污染源管制資料管理系統	(H)=[(D)x(F)+(E)x(1-(F))x(B)

資料來源：臺南市政府水利局，「臺南市重點河川水質改善及既有水質淨化場功能提昇與設施改善委託規劃設計技術服務」，106年

表 2.2-3 畜牧業污染量推估流程

流程圖	所需資料	資料來源	公式計算及參考數據										
各縣市列管畜牧業資料(A)	各縣市列管畜牧業資料	水污染源管制資料管理系統	蒐集水系統各縣市畜牧業家數及頭數資料										
↓													
未列管頭數(B)	各縣市未列管養豬頭數	行政院農業委員會畜牧場登記管理系統	蒐集範圍內各鄉鎮畜牧業登記頭數統計資料										
↓													
單位頭數水量(C)	相關研究報告	歷年相關研究報告	畜牧(二)=240 L/ 頭/ d										
↓													
單位頭數原廢水性質(D)	相關研究報告	歷年相關研究報告	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">畜牧(二)廢水</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>BOD(mg/L)</td> <td>3,600</td> </tr> <tr> <td>COD(mg/L)</td> <td>9,000</td> </tr> <tr> <td>SS(mg/L)</td> <td>5,000</td> </tr> <tr> <td>NH₃-N(mg/L)</td> <td>750</td> </tr> </tbody> </table>	畜牧(二)廢水		BOD(mg/L)	3,600	COD(mg/L)	9,000	SS(mg/L)	5,000	NH ₃ -N(mg/L)	750
畜牧(二)廢水													
BOD(mg/L)	3,600												
COD(mg/L)	9,000												
SS(mg/L)	5,000												
NH ₃ -N(mg/L)	750												
↓													
畜牧廢水產生量(G)	各流域頭數(A)(B) 單位頭數廢水量(C)		列管(E)=(A)x(C) 未列管(F)=(B)x(C) (G)=(E)+(F)										
↓													
畜牧污染產生量(B)	畜牧污水產生量(G) 單位頭數污染產生量(D)		列管(H)=(E)x(D) 未列管(I)=(F)x(D) (J)=(H)+(I)										
↓													
稽查合格率(K)	稽查及裁罰紀錄	水污染源管制資料管理系統	依歷年稽查紀錄統計										
↓													
畜牧廢水排放量(O)	畜牧污水產生量(G)	(O)=(G)											
↓													
單位頭數合格放流水性質(P)		歷年相關研究報告、 放流水水質	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">畜牧(二)廢水</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>BOD(mg/L)</td> <td>80</td> </tr> <tr> <td>COD(mg/L)</td> <td>450</td> </tr> <tr> <td>SS(mg/L)</td> <td>150</td> </tr> <tr> <td>NH₃-N(mg/L)</td> <td>128</td> </tr> </tbody> </table>	畜牧(二)廢水		BOD(mg/L)	80	COD(mg/L)	450	SS(mg/L)	150	NH ₃ -N(mg/L)	128
畜牧(二)廢水													
BOD(mg/L)	80												
COD(mg/L)	450												
SS(mg/L)	150												
NH ₃ -N(mg/L)	128												
↓													
畜牧污染排放量(S)	合格率(K) 畜牧廢水排放量(O) 單位頭數合格放流水性質(P)		(S)=(O)x(K)x(P)+(O)x(1-(K))x(D)										

(三)污染量推估成果

阿公店水庫集水區範圍如圖 2.2-7，茲就集水區範圍內污染源分佈現況說明如下，詳表 2.2-4。



資料來源：本計畫繪製

圖 2.2-7 阿公店水庫集水區內污染種類說明圖

1.生活污水污染分佈

在生活污水分析方面，污水排放量約 881 CMD，排放 BOD 量約 165 kg/day，NH₃-N 量約 29.66 kg/day，SS 量約 164.64 kg/day，TP 量約 3.08 kg/day。

2.事業廢水污染分佈

在事業廢水分析方面，污水排放量約 297.04 CMD，排放 BOD 量約 18.71 kg/day，NH₃-N 量約 7.61 kg/day，SS 量約 18.71 kg/day，TP 量約 0.71 kg/day。

3.畜牧廢水污染分佈

在畜牧廢水分析方面，污水排放量約 169 CMD，排放 BOD 量約 674.30 kg/day，NH₃-N 量約 134.85 kg/day，SS 量約 758.59 kg/day，TP 量約 14.27 kg/day。



4.阿公店水庫集水區範圍內污染源綜合說明

(1)廢(污)水量：統計阿公店集水區內在生活及畜牧廢(污)水總排放量約 1346.43 CMD。

(2)生化需氧量(BOD)排放量：總 BOD 排放量達 857.65 kg/day。

(3)氨氮(NH₃-N)排放量：總 NH₃-N 排放量達 172.12 kg/day。

(4)懸浮固體(SS)排放量：總 SS 排放量達 941.94 kg/day。

(5)懸浮固體(TP)排放量：總 TP 排放量達 18.06 kg/day。

表 2.2-4 計畫範圍內污染推估總表

污染類型	項目(單位)		數量	各類污水佔集水區 總污染量百分比
生活污水	BOD	(kg/day)	165	19.2%
	NH ₃ -N	(kg/day)	29.66	17.2%
	SS	(kg/day)	164.64	17.5%
	TP	(kg/day)	3.08	17.1%
	污水量	(CMD)	881	65.4%
事業廢水	BOD	(kg/day)	18.71	2.2%
	NH ₃ -N	(kg/day)	7.61	4.4%
	SS	(kg/day)	18.71	2.0%
	TP	(kg/day)	0.71	3.9%
	污水量	(CMD)	297.04	22.1%
畜牧廢水	BOD	(kg/day)	674.30	78.6%
	NH ₃ -N	(kg/day)	134.85	78.3%
	SS	(kg/day)	758.59	80.5%
	TP	(kg/day)	14.27	79.0%
	污水量	(CMD)	758.59	12.5%
總計	BOD	(kg/day)	857.65	-
	NH ₃ -N	(kg/day)	172.12	-
	SS	(kg/day)	941.94	-
	TP	(kg/day)	18.06	-
	廢(污)水量	(CMD)	1346.43	-

資料來源：本計畫彙整

二、非點源污染量推估

根據推估結果，各項污染物以果園排放量所佔比例為最大，果園之 TP 年排放量為 2,591.90 kg/yr，TN 年排放量為 16,847.32 kg/yr，其次為建築區 TP 年排放量為 743.49 kg/yr，TN 年排放量為 1,263.93 kg/yr。

表 2.2-5 阿公店水庫非點源污染量推估結果

土地利用型態	面積(ha)	TP(kg/yr)	TN(kg/yr)
林地	1302.45	260.49	3907.35
建築區	148.70	743.49	1263.93
果園	647.97	2591.90	16847.32
旱田	135.20	27.04	100.05
未使用地	73.88	73.88	-
其他	273.36	98.41	-
總計	2581.56	3795.20	22118.65

資料來源：本計畫彙整

三、越域引水污染量推估成果

參考行政院環保署「106 年南區水庫水質永續管理計畫」中統計越域引水污染量推估，以月眉橋測站作為越域引水質現況；水量則依歷年統計資料顯示，越域引水量站水庫總流入量之 37%。因此總磷年產生量為 2,655kg/yr。

四、阿公店水庫蓄水期與空庫排淤期污染分析

為瞭解越域引水對於阿公店水庫的水質影響，參考「阿公店水庫優養化改善計畫(南水局，民國 102 年)」資料，區分阿公店水庫蓄水期與空庫排淤期進行比較。

(一)蓄水期污染分析

表 2.2-6 為阿公店水庫蓄水期(9 月 11 日至翌年 5 月 31 日)之污染量推估成果，於此期間 BOD 及 TP 負荷量以越域引水較高，其次為非點源，點源貢獻比例相對較低；TN 負荷量以非點源污染為主，而於 SS 負荷量，非點源及越域引水貢獻比例相近，點源污染相對偏低。

分析蓄水期間之各污染源貢獻比例，點源污染負荷屬持續貢獻，此期間點源污染貢獻近 9 個月之污染負荷量，故於 BOD、TP、TN 及 SS 之污染物貢獻比例皆有提升；於非點源部分，蓄水期間豪大雨發生頻率相對較低，故於非點源污染貢獻比例相對低於前述空庫防淤期，然而受到易沖

刷地質特性影響，於 SS 負荷量仍有 49% 之貢獻比例；另於 TN 負荷量部分，受到集水區土地利用以栽植果樹為主，農地中肥料之使用，促使 TN 負荷量之貢獻仍以非點源為主。

越域引水部分，雖於本期間旗山溪水質 SS 濃度已大幅降低，月眉橋測站於此期間檢測到 SS 濃度平均皆低於 100 mg/L，各水質項目亦符合乙類水體標準，然而因水庫持續執行越域引水措施，引水量提升進而導致整體水質負荷量之貢獻比例提高，故於 BOD 及 TP 負荷量是以越域引水貢獻比例較高，而於 SS 負荷量則與非點源污染量貢獻比例相近。

(二)空庫排淤期污染分析

表 2.2-7 為空庫防淤期(6/1~9/10)之污染量推估成果，於此期間受到豪大雨頻率增加，豪雨沖刷地表污染物後會流入鄰近河川，各污染源 BOD、TP、TN 及 SS 負荷量皆以非點源最高，其次為越域引水，主要因此期間旗山溪水質中 SS 負荷增加，TP 負荷亦伴隨提高，故越域引水中亦貢獻部分 TP 及 SS 負荷量，而點源負荷比例相對較低。

(三)水庫全年度污染分析

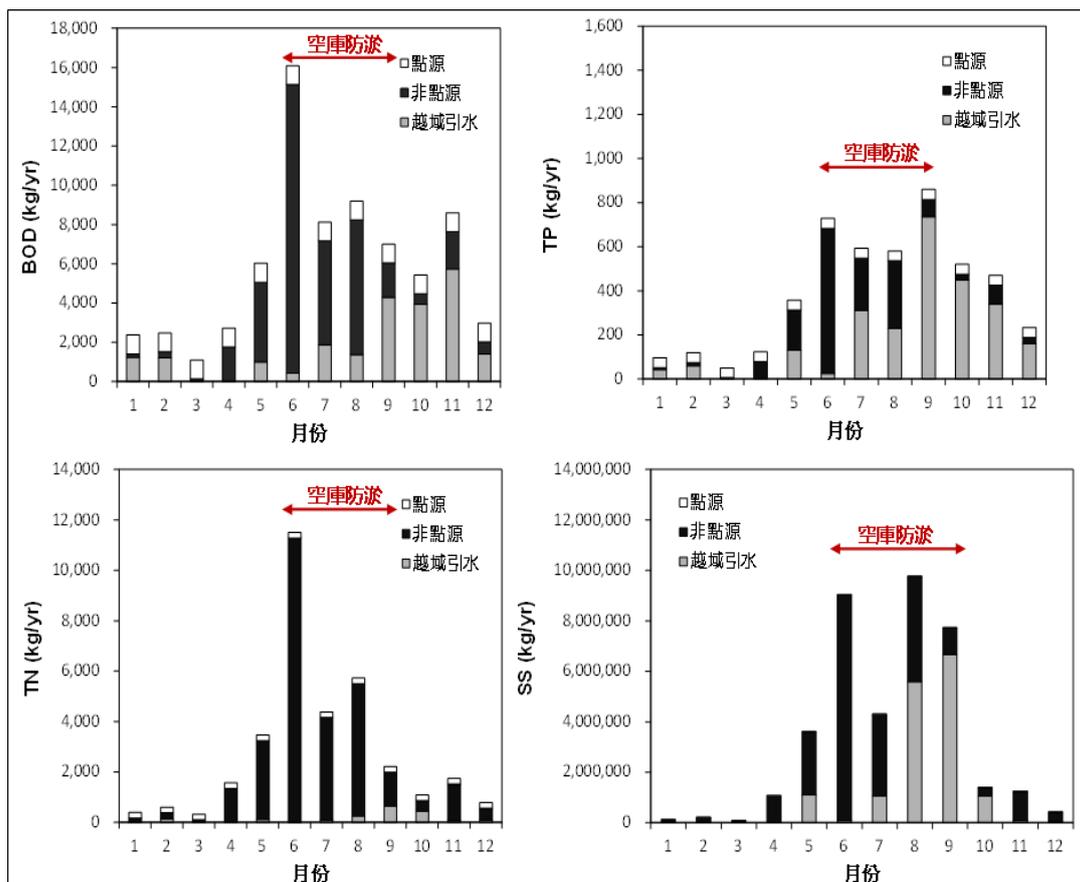
表 2.2-8 為比較阿公店水庫集水區內全年各項污染源之污染負荷貢獻比例，就整年度之污染量推估成果顯示，阿公店水庫污染來源貢獻比例以非點源貢獻比例最高，其次為越域引水，點源貢獻比例相對較低。

另由圖 2.2-8 顯示，BOD、TN、TP、SS 污染負荷主要集中於 5~9 月豐水期期間，此期間非點源貢獻量明顯較高，主要因此期間豪大雨集中(約 1,434 mm/年)，本水庫集水區土質特性原本即屬於易沖刷之青灰岩地形，且集水區內土地利用以果樹及林地為主，當此類土質受到當豪雨沖刷，易對鄰近河川產生較高比例污染貢獻量；此外，於豐水期期間，受到旗山溪水質 SS 濃度提升，月眉橋測站於此期間檢測到高濃度之 SS 濃度(水質 SS 濃度平均約 1,233 mg/L)，水庫於此期間引自旗山溪高 SS 濃度之越域引水水源，導致此時期來自越域引水之 SS 及 TP 負荷量皆提高。

依「100 年度阿公店水庫空庫防淤泥沙觀測及成效評估」報告說明阿公店水庫於 95 年完成更新工程前，水庫年平均泥砂淤積率約 771,817,500 kg/年(514,545 立方公尺/年)，由表 2.2-8 顯示來自本集水區點源、非點源及越域引水之全年 SS 流達負荷量約為 38,948,941 kg/yr，相較於水庫年總泥砂淤積量，集水區點源、非點源及越域引水約提供 5% 之 SS 負荷量。前述 SS 負荷量與水庫年總泥砂淤積量具顯著落差，主要

因本計畫分析之 SS 濃度為採集水體上層進行水質分析，水體上層之 SS 濃度屬水中會因攪動或流動而呈懸浮狀態的有機或無機性顆粒，一般包含膠懸物、分散物及膠羽，而不包含已沉降淤積於水體底部之泥砂量，故使水庫年總泥砂淤積量與本計畫推估之 SS 負荷量具明顯差異。惟本案分析本水庫 CTSI 偏高主要與水質透明度有關，其中本水庫水質透明度又與水質 SS 有關($R^2=0.59$)，故於分析阿公店水庫之污染負荷量主要針對 SS 負荷量進行分析，以代表其對水質透明度之影響。

此外，每年 5~9 月豐水期雖使水庫集水區產生較高之污染負荷量，然而此期間阿公店水庫皆執行空庫防淤措施(每年 6/1 至 9/10)，於空庫防淤期間，水庫內不蓄水僅維持低水位，配合豐水期間之豐沛雨量及越域引水量，將匯入或累積於庫區內泥砂負荷持續沖刷至下游阿公店溪，藉此減少庫區內泥砂淤積量，進而減少污染負荷量。另一方面，由圖 2.2-8 顯示，非空庫防淤期間污染負荷量雖較低，然此期間水庫為蓄水階段，污染物如匯入阿公店水庫內，易使污染物質累積於庫區內。



資料來源：阿公店水庫優養化改善計畫(南水局，民國 102 年)

圖 2.2-8 阿公店水庫全年度污染貢獻比例分布

表 2.2-6 阿公店水庫蓄水期期間污染量推估

污染源種類	BOD		TP		TN		SS	
	流達 負荷量 (kg/yr)	佔污染 比例(%)	流達 負荷量 (kg/yr)	佔污染 比例(%)	流達 負荷量 (kg/yr)	佔污染 比例(%)	流達 負荷量 (kg/yr)	佔污染 比例(%)
點源	7,690	21.5%	359	13.1%	1,793	15.9%	6,754	0.1%
非點源	10,671	29.9%	478	17.4%	8,182	72.5%	6,507,644	49.0%
越域引水	17,355	48.6%	1,905	69.5%	1,316	11.7%	6,769,955	51.0%
合計	35,716	100.0%	2,742	100.0%	11,292	100.0%	13,284,353	100.0%

資料來源：阿公店水庫優養化改善計畫(南水局·民國 102 年)

表 2.2-7 阿公店水庫空庫防淤期間污染量推估

污染源種類	BOD		TP		TN		SS	
	流達 負荷量 (kg/yr)	佔污染 比例(%)	流達 負荷量 (kg/yr)	佔污染 比例(%)	流達 負荷量 (kg/yr)	佔污染 比例(%)	流達 負荷量 (kg/yr)	佔污染 比例(%)
點源	3,845	10.6%	179	9.0%	897	4.0%	3,377	0.01%
非點源	27,436	75.4%	1,230	61.8%	21,037	93.5%	16,731,914	65.2%
越域引水	5,099	14.0%	580	29.1%	565	2.5%	8,929,297	34.8%
合計	36,380	100.0%	1,989	100.0%	22,498	100.0%	25,664,588	100.0%

資料來源：阿公店水庫優養化改善計畫(南水局·民國 102 年)

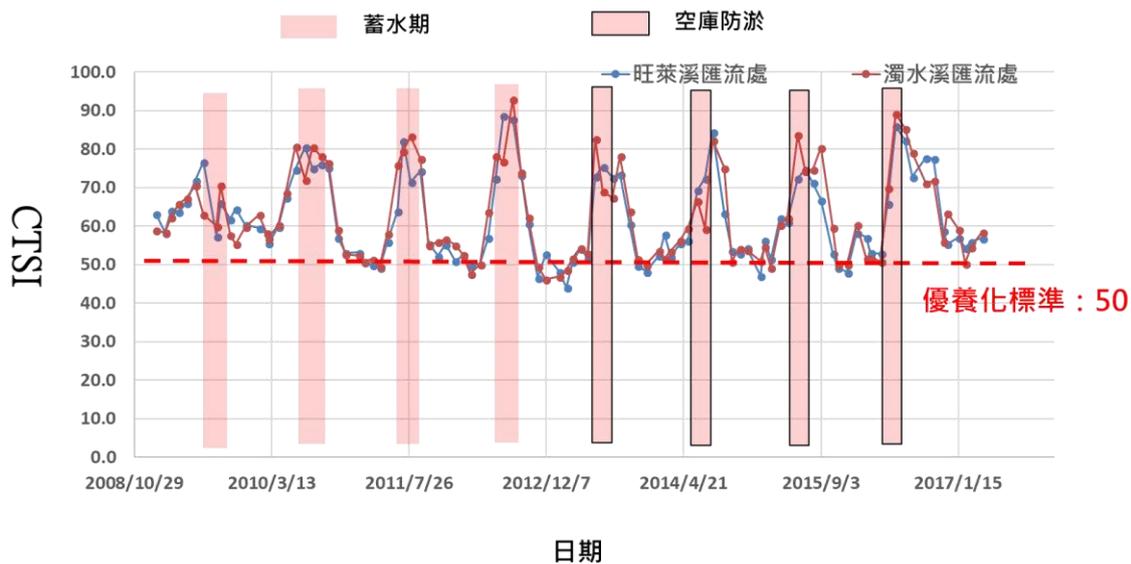
表 2.2-8 阿公店水庫集水區污染量推估

污染源 種類	BOD		TP		TN		SS	
	流達 負荷量 (kg/yr)	佔污染 比例(%)	流達 負荷量 (kg/yr)	佔污染 比例(%)	流達 負荷量 (kg/yr)	佔污染 比例(%)	流達 負荷量 (kg/yr)	佔污染 比例(%)
點源	11,534	16.0%	538	11.4%	2,690	8.0%	10,131	0.03%
非點源	38,107	52.9%	1,709	36.1%	29,219	86.5%	23,239,558	59.7%
越域引水	22,454	31.1%	2,485	52.5%	1,881	5.6%	15,699,252	40.3%
合計	72,096	100.0%	4,732	100.0%	33,790	100.0%	38,948,941	100.0%

資料來源：阿公店水庫優養化改善計畫(南水局·民國 102 年)

2.2.3 總磷削減研析

卡爾森指數係以水中的透明度、葉綠素 a 及總磷等三項水質參數之濃度值進行計算，再以其計算所得之指標值，判定水庫水質之優養程度。指數在 40 以下為貧養，40 至 50 為普養，超過 50 以上則為優養。阿公店水庫近年 CTSI 變化，如圖 2.2-9，水質達優養化程度百分率 (CTSI>50) 為 91 %。



資料來源：106 年南區水庫水質永續管理計畫，成功大學

圖 2.2-9 阿公店水庫優養化情形說明圖

一、總磷為優養化影響關鍵

卡爾森指數係以水中的透明度、葉綠素 a 及總磷等三項水質參數之濃度值進行計算，再以其計算所得之指標值，計算方式如下：

$$\text{卡爾森指數(CTSI)} = 1/3 * (\text{TSI(SD)} + \text{TSI(Chl)} + \text{TSI(TP)})$$

$$\text{TSI (SD)} = 60 - 14.41 \times \ln \text{SD}$$

$$\text{TSI (Chl-a)} = 9.81 \times \ln \text{Chl-a} + 30.6$$

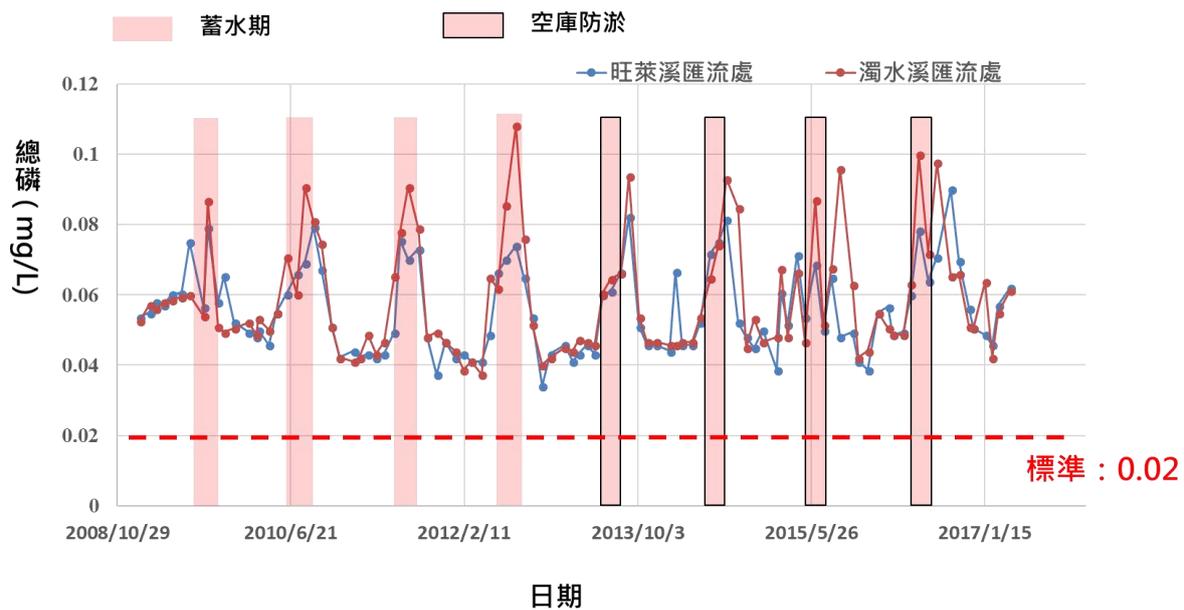
$$\text{TSI (TP)} = 14.42 \times \ln \text{TP} + 4.15$$

式中：SD = 透明度(m)、Chl-a = 葉綠素 a 濃度(μg/L)、TP = 總磷濃度(μg/L)

庫區排入總磷增加，將導致藻類滋長，水質之葉綠素 a 將提高，連帶降低水體透明度。故總磷的削減，在水庫優養化防治工作中，乃為關鍵作業。

二、阿公店水庫總磷來源比較

根據「106年南區水庫水質永續管理計畫，成大國際水質研究中心」研究成果，水庫中總磷之優養化標準應以 0.02 mg/L 檢視。阿公店水庫蓄水期(每年 9 月-隔年 5 月)主要水源來自旗山溪越域引水，其總磷 TP 檢測值約約 0.04mg/L。然經檢測，如下圖 2.2-10，自旺萊溪與濁水溪流入阿公店水庫之水體，總磷 TP 檢測值亦高達 0.04~1 mg/L 間，可見越域引水水體非為庫區總磷影響主要對象，總磷之削減工作應整體考量。



資料來源：106年南區水庫水質永續管理計畫，成功大學

圖 2.2-10 阿公店水庫總磷檢測說明圖

三、蓄水期與空庫排淤期總磷變化

根據「106年南區水庫水質永續管理計畫，成大國際水質研究中心」研究成果，以阿公店水庫蓄水期與空庫排淤期總磷變化探討，如下圖 2.2-11：

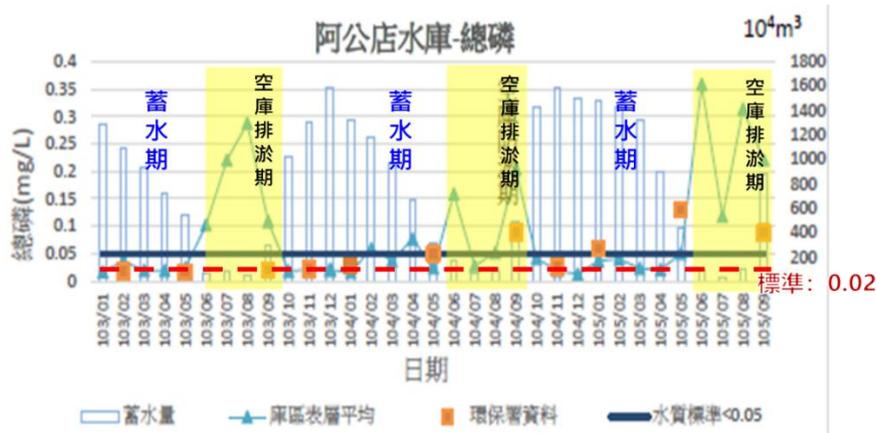
(一)蓄水期(9月-隔年5月)

蓄水期主要蓄水來源為越域引水，其總磷 TP 約 0.04mg/L，庫區水體 TP 亦約為 0.04 mg/L，旺萊溪 TP 0.1-0.6mg/L，濁水溪 TP 0.03-0.15mg/L，皆較越域引水總磷含量高。

蓄水期適逢枯水期，降雨機會較少，非點源幾乎不會進入庫區，故本時期總磷來源，除越域引水及旺萊溪、濁水溪排入外，即屬點源污染為要，民生污水 100%完全流入，為一影響關鍵。

(二)空庫排淤期(每年 6 月-9 月)

阿公店水庫在空庫排淤期，利用豐水期之豪大雨排淤。降雨發生時，非點源污染(農業污染)很快藉由逕流進入庫區，此刻總磷濃度比蓄水期更高，TP 約 0.13mg/L，但也很快配排出。而空庫排淤期未發生降雨時，仍以點源污染為要，民生污水 100%完全流入，為影響關鍵。

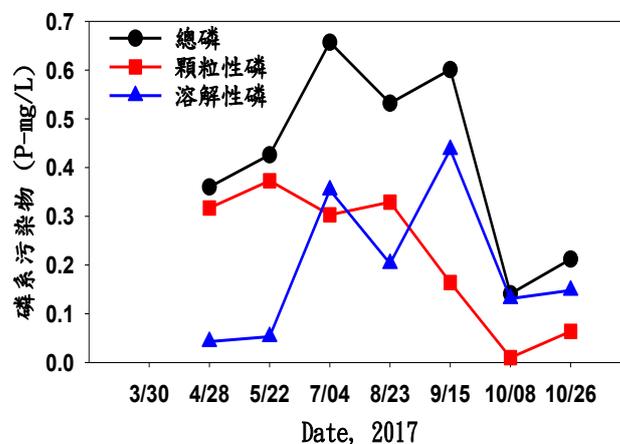


資料來源：106 年南區水庫水質永續管理計畫，成功大學

圖 2.2-11 阿公店水庫蓄水期與空庫排淤期總磷變化圖

四、蓄水期與空庫排淤期總磷變化

根據「106 年南區水庫水質永續管理計畫，成大國際水質研究中心」研究成果，阿公店水庫總磷的排出熱區位於燕巢區尖山里，圖 2.2-12 為成大對尖山里做總磷檢測，該地區總磷 TP 濃度介於 0.3-0.7mg/L，以總磷 TP 水庫優養化標準(0.02 mg/L)比較，十分高。



資料來源：106 年南區水庫水質永續管理計畫，成功大學

圖 2.2-12 尖山里總磷紀錄圖

磷是溶解態時，容易被藻類代謝利用，造成藻類大量生長影響水質，反覆形成優養化；磷是顆粒態時，則易沉積於庫底使濃度累積，但於空庫防淤期會大量釋出，但也會被排出。

據圖 2.2-12，其中顆粒磷超過 5 成，溶解磷占比率較低，所以去除掉顆粒磷，可去除大部分的磷。

五、小結

(一)本計畫不易進行用戶直接接管，僅能就近截流

- 1.以尖山里為例，成大計畫所測到總磷 TP 濃度介於 0.3~0.7 mg/L，水量較大且穩定，建議處理。
- 2.這種進流水質略高於美國逕流水質，但遠低於原污水，應採用 LID、BMP 等方向來控制(視為逕流水)。
- 3.針對濃度較低的水體，處理工法要以沉澱過濾+吸附等組合式的方式處理，以除掉顆粒磷。

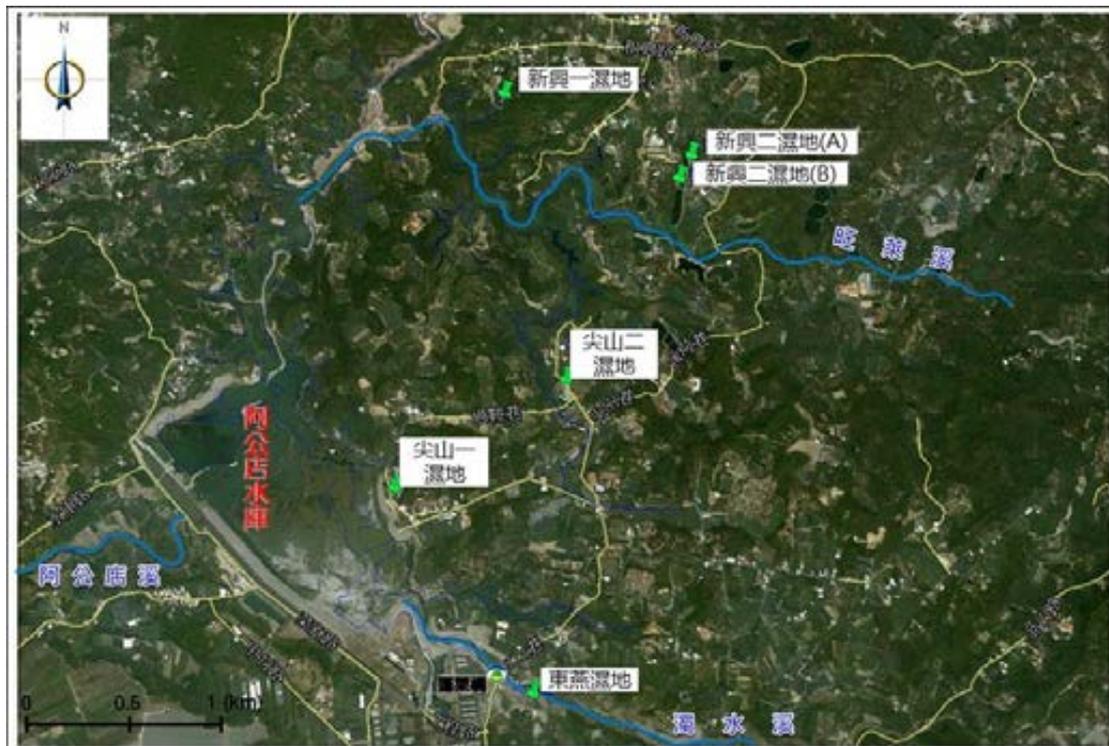
(二)總磷削減效益說明

- 1.改善阿公店水庫優養化情形，首要方法為磷的控制，總磷濃度被削減，葉綠素 a、透明度皆連帶獲得改善。
- 2.改善成效應以出流水中磷的削減量表現，而非反映到水庫中磷的變化，短期內不能以水庫的優養化變化來判斷削減效益。
- 3.削減磷的首要目標是點源污染(民生污水)，也是可立即處理的。

2.3 集水區內已推動水質改善措施

2.3.1 水質淨化

由於阿公店水庫集水區環境條件因素，造成水庫嚴重淤積並影響水質，經濟部水利署南區水資源局遂於民國 86 年起辦理「阿公店水庫更新工程計畫」，同時為改善阿公店水庫集水區水體水質污染，配合上述阿公店水庫更新工程計畫實施集水區養豬廢養，並於民國 94 年針對集水區內部分村落民生污水進行截流處理，利用自然淨化處理工法，設置尖山一、尖山二、東燕、新興一及新興二...等 5 處濕地，藉以淨化集水區鄰近污染水體，期能有效削減集水區污染量，達到減少阿公店水庫污染負荷之目的。5 處人工濕地相關位置如圖 2.3-1。參考民國 99 年經濟部水利署南區水資源局「阿公店水庫集水區上游既設人工濕地成效評析」報告書內容簡述 5 處濕地原設計內容及本計畫現勘成果說明如後。



資料來源：民國 99 年，阿公店水庫集水區上游既設人工濕地成效評析，南區水資源局

圖 2.3-1 阿公店水庫內 5 處濕地位置

一、五處濕地原規劃介紹(表 2.3-1)

(一)尖山一濕地

尖山一濕地位於阿公店水庫東方，東側即為悟光精舍(和尚莊)，場址旁有和尚巷經過，西側緊鄰阿公店水庫庫區。鄰近阿公店水庫區，場址旁

之雨水溝渠為場址之進流水源，放流之承受水體為阿公店水庫。場址東側之佛教寺院，該處之生活污水為本場主要污水來源。

表 2.3-1 5 處人工濕地原細部設計資料

設計參數		尖山一	尖山二	東燕	新興一	新興二
設計水量		2,700	1,600	44	--	--
基地面積		3,880.1	6,264.4	5,789.2	9,012.2	15,012.7
水域面積		1,000	2,000	3,120	—	—
水力停留時間		0.18	0.5	46.3	—	—
淨化工法		草溝渠道+ 滯洪池	FWS 密植濕地	人工濕地 (FWS+懸浮固體 F+ 生態池)	滯洪池	滯洪池
設計 處理 水質 (mg/L)	BOD	6	9	29	—	—
	TN	3.5	3.5	38	—	—
	TP	1	1	3.5	—	—
	SS	13	9	9	—	—
植栽 類別	水生 植物	香蒲、蘆葦、 莎草	香蒲、蘆葦、莎草、培 地毛、美人蕉等	同尖山二	—	—
	淺灘 植物	—	—	風車草、田字草、葶 薺、大安水蓼衣	—	—
污染 削減 總量 (kg/d)	BOD	1.5	3.7	2.9	—	—
	TN	0.3	0.6	3.6	—	—
	TP	0.048	0.1	0.3	—	—
	SS	8.1	—	—	—	—
進流水源類別		民生污水	污染高之排水	民生污水	污染高之 排水	污染高之 排水
解說告示牌		有	有	無	有	無

資料來源：民國 99 年，阿公店水庫集水區上游既設人工濕地成效評估，南區水資源局

(二)尖山二濕地

尖山二濕地位於阿公店水庫東方，縣道高 29-1 後荷巷支線過鞍巷之尖山 2 號橋下之河道。鄰近水系及排水主要多屬旺萊溪水系，場址位於旺萊溪支流流經處，為場址之進流水源及放流之承受水體。尖山二濕地鄰近尖山社區，為一既有之河道整建而成，故平日水量甚多，該河段為部分尖山社區民生污水之匯流處。場址四周有數間寺廟，其假日眾多信徒所帶來遊憩民生污水亦為本場主要污水來源。

(三)東燕濕地

東燕濕地位於阿公店水庫東南方，縣道高 29-1 蓬萊橋下之高灘地，緊鄰濁水溪。鄰近水系及排水主要多屬濁水溪水系，場址旁之民生小排水為場址之進流水源，放流之承受水體為濁水溪。截流污水來源主要為鄰近

東燕村之民生小排，該排水為雨天排水之用，故平日水量不多，主要匯集部分東燕村之生活污水。

(四)新興一濕地

新興一位於阿公店水庫東北方，縣道高 14 支線和興路巷內。鄰近水系及排水多屬旺萊溪水系，場址位於旺萊溪支流排水流經處，故旺萊溪為進流水源及放流之承受水體。新興一鄰近新興村，污水來源主要為該社區之既有排水路，故平日水量甚多，該排水為部分新興村民生污水匯流處。

(五)新興二濕地

新興二場址位於阿公店水庫東北方，縣道高 29-1 新興橋旁之水塘。場址鄰近水系與新興一相同，進流水源及放流之承受水體為旺萊溪。新興二場址為新興橋旁之水塘，污水來源主要北側之排水管之污水，研判此排水管應為北側新興村之部分民生污水。

二、5 處人工濕地操作及維護管理

自民國 94 年規劃設置起，部份濕地之樣貌與功能現況與原竣工圖說差異顯著，因此經濟部水利署南區水資源局於 105 年辦理「阿公店水庫集水區上游人工濕地操作及維護管理計畫」，針對 5 處人工濕地進行功能評估，經評估後依據 105 年檢測濕地污染去除成效進行之功能改善設計，再依設計內容辦理濕地更新工程。

根據 105 年「阿公店水庫集水區上游人工濕地操作及維護管理計畫」，東燕濕地其原設計 FWS 人工濕地、SSF 人工濕地及濕地生態池均不復見，處理目標水體亦無進入濕地，僅維持生態效能；而尖山二濕地原設計之 FWS1 密植濕地及 FWS2 密植濕地以喪失其功能，原設計植栽均不復見。因此，經濟部水利署南區水資源局後續辦理此兩場濕地之功能改善更新工程，以恢復濕地原有之水質處理效益。

參考 105 年「阿公店水庫集水區上游人工濕地操作及維護管理」計畫水質水量檢測成果顯示，尖山一濕地 BOD 削減量為 4.22 kg/day，去除率為 48%；總氮削減量為 2.06 kg/day，去除率為 57%；總磷削減量為 0.15 kg/day，去除率為 32%。尖山二濕地 BOD 平均削減量為 17.9 kg/day，平均去除率為 69.0%；總氮平均削減量為 13.63 kg/day，平均去除率為 56.8%；總磷平均削減量為 0.44 kg/day，平均去除率為 52.5%。相關削減效益如表 2.3-2。東燕濕地因現地無水流入濕地，故取上游污水

及出流水進行檢測，供後續供能改善設計參考。

表 2.3-2 阿公店水庫集水區內人工濕地削減效益表

項目		尖山一	尖山二
削減量 (kg/day)	BOD	4.22	17.9
	總氮	2.06	13.63
	總磷	0.15	0.44
去除率 (%)	BOD	70%	69.0%
	總氮	57%	56.8%
	總磷	32%	52.5%

資料來源：「阿公店水庫集水區上游人工濕地操作及維護管理」委託技術服務成果報告，經濟部水利署南區水資源局，105 年

三、阿公店水庫集水區 2 處濕地場址功能改善

經「阿公店水庫集水區上游人工濕地操作及維護管理計畫」檢測成果及功能評估後，因尖山二濕地及東燕濕地現地污水流向與原設計相異，造成濕地功能不彰，故篩選尖山二濕地及東燕濕地進行功能改善細部設計及後續修復施工，相關簡易說明如後。

(一)東燕濕地

東燕濕地歷經多年變化，現況已與原竣工圖說具顯著差異，原第一階段 FWS 密植濕地、第二階段 SSF 濕地及第三階段部分濕地生態池樣貌已不復存在，且現場亦無進水，既設沉砂井淤泥嚴重，故東燕濕地針對現況重新塑形及濕地配置，並更新原導水管及增設維護動線，以維現場水域環境，並提升後續維護便利。

依據「阿公店水庫集水區上游人工濕地操作及維護管理」委託技術服務成果報告之相關功能計算，經濕地處理後，預估放流水水質 BOD₅ 為 8.83 mg/L、總去除率為 55.87%、削減量 2.59 kg/day，SS 為 6.11 mg/L、去除率為 38.89%、削減量 0.93 kg/day，NH₃-N 為 9.17 mg/L、去除率為 49.07%、削減量 2.07 kg/day，各單元相關質量流率彙整如表 2.3-3。二)尖山二濕地

尖山二濕地場址基地位於河道灘地，歷經多次河道沖刷變化，105 年現況已與 94 年原竣工圖說具顯著差異，右岸濕地樣貌已不復存在，僅部分左岸濕地輪廓尚可辨識，且於阿公店水庫空庫排淤期，庫區水位下降，故 105 年操作維護時濕地呈現無水狀態，經評估後尖山二濕地更新設計為氧化塘型濕地，以維持基地既有水環境，105 年設計時，推估出流水水



質 BOD₅ 為 10.17 mg/L、去除率為 49.17%、削減量 11.85 kg/day，SS 為 12 mg/L、去除率為 40%、削減量 9.66 kg/day，NH₃-N 為 0.32 mg/L、去除率為 44.37%、削減量 0.38 kg/day。相關質量流率詳表 2.3-4 所示。

表 2.3-3 東燕濕地各單元出流水水質預估及污染物質質量流率變化預估表

池槽	水力停留時間 (day)	BOD ₅ 濃度 (mg/L)	BOD ₅ 質量流率 (kg/d)	NH ₃ -N 濃度 (mg/L)	NH ₃ -N 質量流率 (kg/d)	SS 濃度 (mg/L)	SS 質量流率 (kg/d)
進流	—	20.0	4.50	18.0	4.05	10.0	2.25
沉砂井	0.0224	19.80	4.46	18.00	4.05	9.70	2.18
密植濕地單元	2.89	10.32	2.29	10.24	2.27	6.79	1.51
開放水域濕地單元	0.87	8.83	1.91	9.17	1.98	6.11	1.32

資料來源：「阿公店水庫集水區上游人工濕地操作及維護管理」委託技術服務成果報告，經濟部水利署南區水資源局，105 年

表 2.3-4 尖山二濕地出流水水質預估及污染物質質量流率變化預估表

池槽	水力停留時間 (day)	BOD ₅ 濃度 (mg/L)	BOD ₅ 質量流率 (kg/d)	NH ₃ -N 濃度 (mg/L)	NH ₃ -N 質量流率 (kg/d)	SS 濃度 (mg/L)	SS 質量流率 (kg/d)
進流	—	20.00	24.00	0.50	0.60	20.00	24.00
氧化塘	3	10.17	12.15	0.32	0.38	12.00	14.34

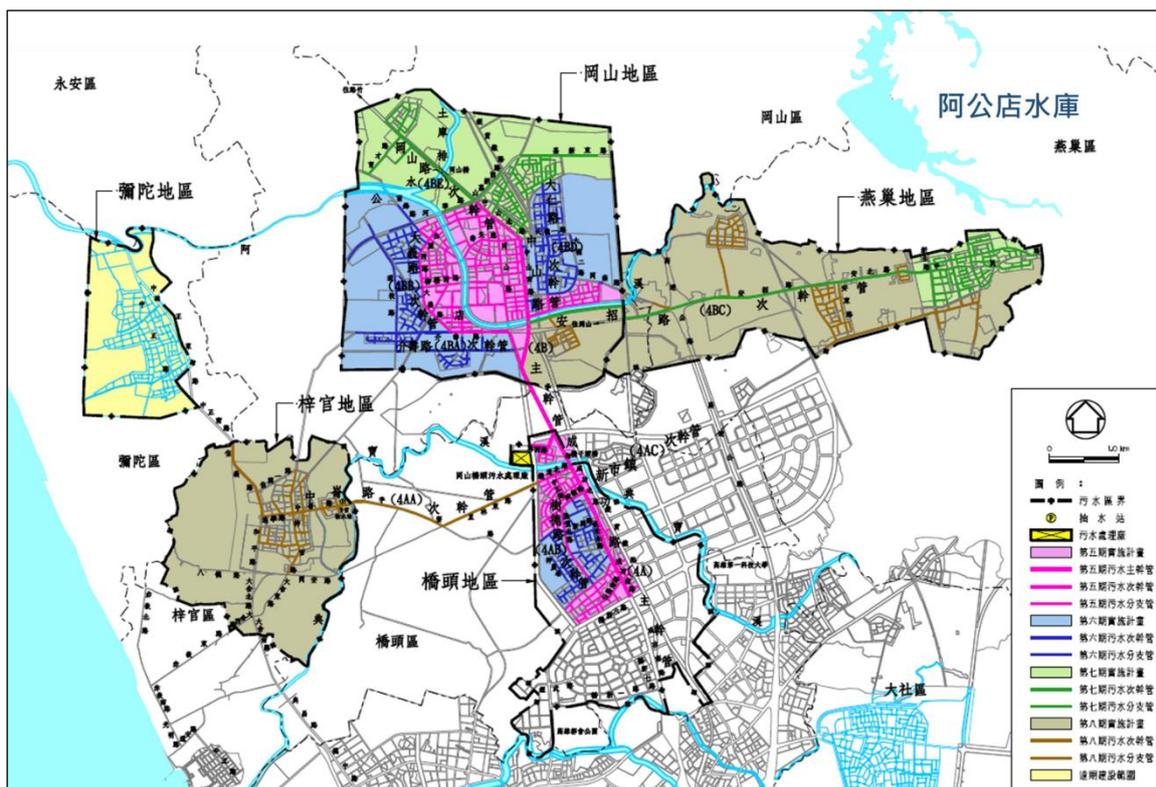
資料來源：「阿公店水庫集水區上游人工濕地操作及維護管理」委託技術服務成果報告，經濟部水利署南區水資源局，105 年

2.3.2 污水下水道

一、岡山橋頭系統

依據 102 年「高雄市污水下水道系統-岡山橋頭污水區第一期實施計畫」定稿，岡山橋頭系統污水區範圍包含岡山、橋頭、燕巢、梓官及彌陀等區，規劃範圍面積約 3,991 公頃。

效益評估報告書中第一期之工程年期為民國 102 年至 106 年。考量高雄市污水下水道系統第五期實施計畫係自民國 104 年起，以 6 年為一期建設至民國 109 年。高雄市政府為求未來全市污水下水道系統實施計畫有一致的年期，第五期實施計畫內容配合調整為民國 102 年至 109 年預定辦理之工程內容與經費，另後續建設年期，第六期為 110~115 年，第七期為 116~121 年，第八期為 122~目標年 127 年，分期分區建設實施範圍如圖 2.3-2，相關內容分述如下。



資料來源：102 年「高雄市污水下水道系統-岡山橋頭污水區第一期實施計畫」

圖 2.3-2 岡山橋頭污水區各期建設範圍圖

(一)岡山：岡山都市計畫區，計畫面積約 1,492 公頃。

(二)橋頭：橋頭舊市區、高雄新市鎮示範社區(亦稱第一期發展區)及第二期與

後期發展區典寶溪以南區域以及岡山橋頭污水處理廠旁之橋頭區筆秀里等，計畫面積約 719 公頃。

(三)燕巢：岡山交流道特定區及燕巢都市計畫區，計畫面積約 815 公頃。

(四)梓官：梓官都市計畫區及其鄰近已發展地區，計畫面積約 639 公頃。

(五)彌陀：彌陀都市計畫區範圍，計畫面積約 326 公頃。

岡山橋頭系統建設內容包含污水處理廠工程、公共污水管線建設及用戶接管工程，其各項工程說明如下。

(一)污水處理廠工程

用地位於橋頭舊市區北側，緊臨典寶溪北岸，為橋頭區芋林段 25 地號等土地，屬原高雄新市鎮北區污水處理廠之廠址，現況大多為台糖農場及小部分面積之私人農地，面積約 4.9607 公頃，全期 50,000 CMD，預計分四期興建，第一期 20,000 CMD，已於 105 年 1 月開工，預計 107 年初完工，後續三期每期各 10,000 CMD，後續擴建之原則需視水量成長情形而定。

(二)公共污水管線建設(圖 2.3-3)

1.主幹管

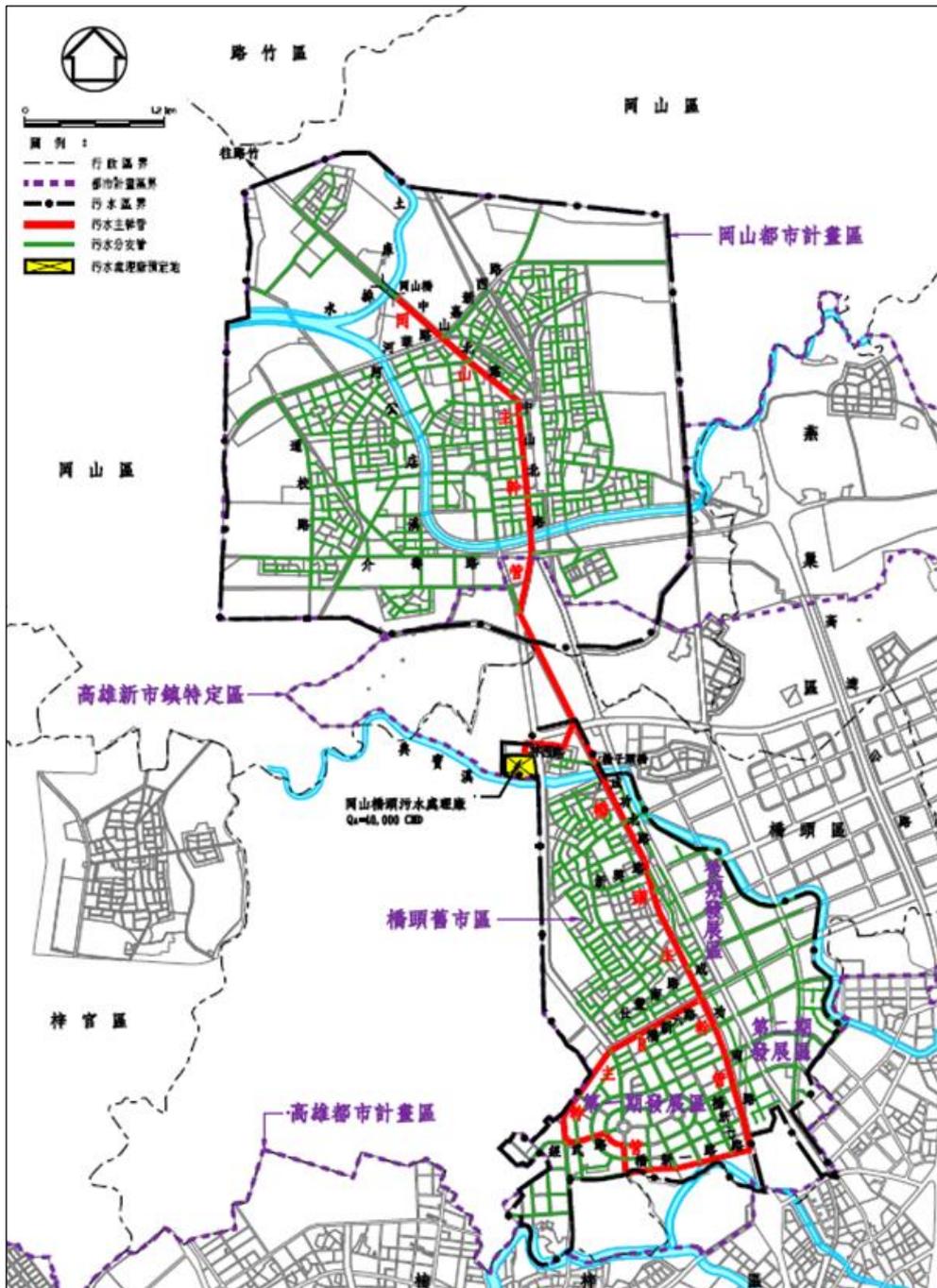
岡山橋頭污水區主幹管含新市鎮一期 R、橋頭(C)及岡山(G)三主幹管。R 主幹管係自橋新六路、成功南路口沿橋新六路、經武路、橋新環路、橋新九路、橋新一路至橋新一路、橋新七路口匯入橋頭 C 主幹管；C 主幹管自橋新一路、橋新七路口沿橋新一路、成功南路、成功北路，再跨越典寶溪之橋子頭橋與 G 主幹管匯合；G 主幹管則自省道台 1 線跨越土庫排水之岡山橋南側起，沿省道(岡山路)經中山北路、中山南路往南進入橋頭區，於省道台 1 線橋子頭橋前 450 m 處匯入橋頭主幹管收集之橋頭地區污水後，再經西側既有林西路接入岡山橋頭污水處理廠。

2.分支管網

分支管網包括第一發展區污水管線管徑為 $\phi 200 \text{ mm} \sim \phi 500 \text{ mm}$ ，長度約 16,340m；而橋頭集污區污水管線管徑為 $\phi 200 \text{ mm} \sim \phi 600 \text{ mm}$ ，長度約 35,378m；岡山集污區污水管線管徑為 $\phi 200 \text{ mm} \sim \phi 800 \text{ mm}$ ，長度約為 59,399m，全區分支管網管徑介於 $\phi 200 \text{ mm} \sim \phi 800 \text{ mm}$ ，合計長度約為 111,117m。

(三)用戶接管工程

岡山橋頭污水區預計埋設之管線管徑介於 $\phi 200 \text{ mm} \sim \phi 1,500 \text{ mm}$ ，總長度約 124,145 m，其中高雄新市鎮第一期發展區範圍污水管線總長度約 20,199 m 均已建設，佔總長度之 16.27%；其餘包括橋頭集污區及岡山集污區待建設污水管線總長度約 103,946 m，則約佔總長度 83.73%，目前因污水廠尚未完成，工程範圍內污水區均尚未進行用戶接管。



資料來源：102 年「高雄市污水下水道系統-岡山橋頭污水區第一期實施計畫」

圖 2.3-3 岡山橋頭系統主幹管及分支管網範圍示意圖

2.3.3 其他管制措施

一、水質水量保護區

阿公店水庫之主要用水標的為農業、生活及工業，其中提供鄰近地區農業灌漑水約佔 64.66%，提供生活用水則有 35.34%，因此水庫內之水源水質維護為重要課題，而為提升水庫內水質，經濟部自民國 93 年 12 月 23 日公告「阿公店水庫自來水水質水量保護區」(圖 2.3-4)，水質水量保護區自民國 64 年起，由內政部依據自來水法第 11 條之規定，劃設水源水質水量保護區，其目的在於保護重要之水源。

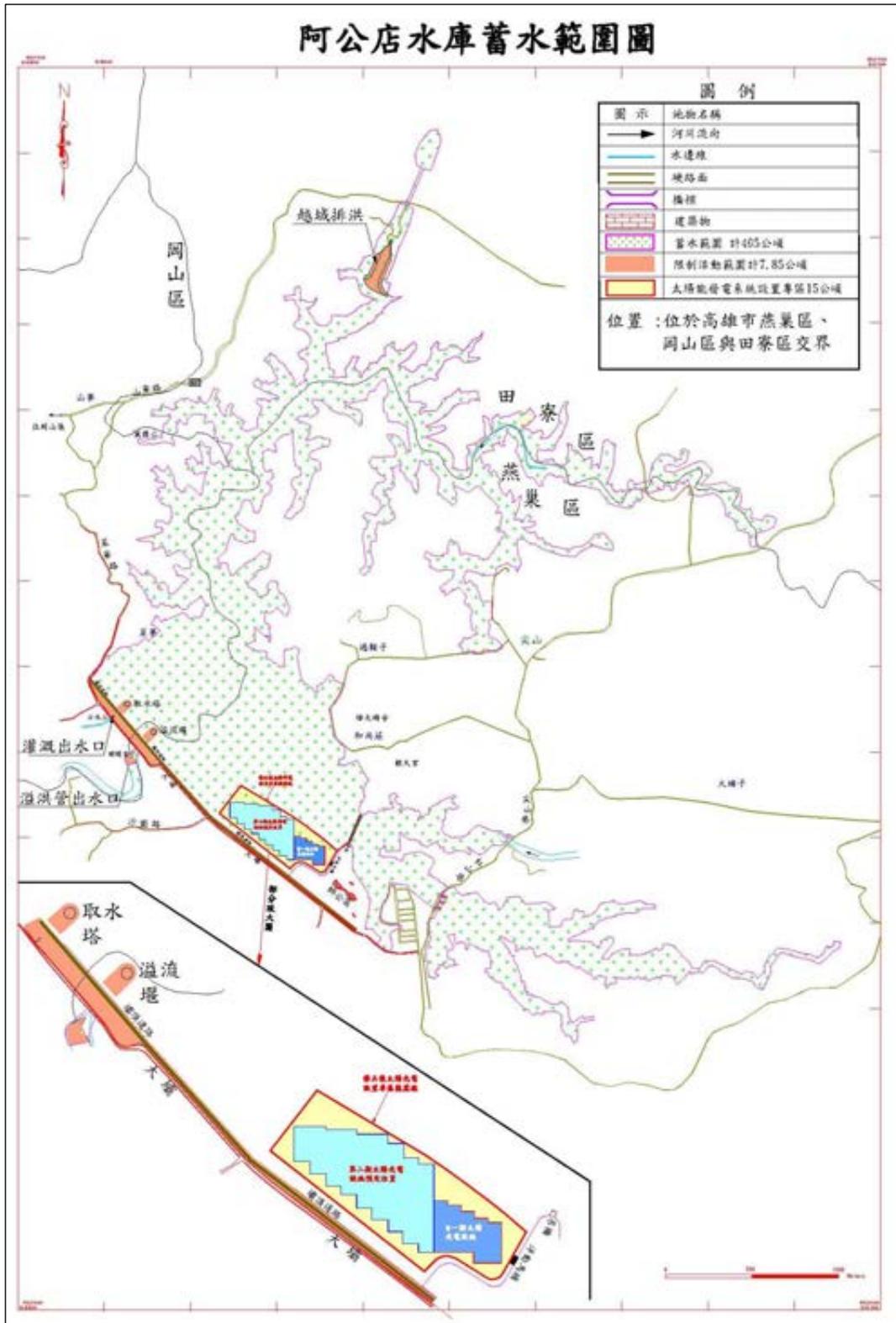


資料來源：經濟部水利署(民國 93 年公告)

圖 2.3-4 阿公店水庫水質水量保護區

二、蓄水範圍

阿公店水庫(以下簡稱本水庫)之管理機關為經濟部水利署南區水資源局(以下簡稱南水局)。其蓄水範圍為滿水位標高 37 公尺與其迴水所及蓄水域、蓄水相關重要設施之土地與蓄水域周邊必要之保護範圍，其行政轄區屬高雄市燕巢區、田寮區及岡山區，面積 405 公頃(民國 107 年 01 月 23 日修正公告)，如下圖 2.3-5。施設建造物許可範圍為本水庫重要設施周圍限制活動區域外之蓄水範圍內，由行為人依水庫蓄水範圍使用管理辦法第 8 條規定檢附申請書及其他相關證明文件，向南水局申請許可。



資料來源：經濟部水利署(民國 107 年修正公告)

圖 2.3-5 阿公店水庫蓄水範圍區

第三章 優養化處理策略與建議方案

3.1 水庫優養化削減策略

3.1.1 點源污染削減方法

阿公店水庫集水區範圍內之點源污染以民生污水及農業廢水為主，畜牧廢水及事業廢水所佔比例相對無明顯影響，而本計畫區域屬污水下水道不可及之地區，針對國內非都市計畫區或偏遠、零散、污水下水道系統未達之地區，針對區域內民生污水之收集處理，參考「102 年度阿公店水庫優養化改善計畫(民國 102 年，經濟部水利署南區水資源局)」，彙整建議策略包含工程手段(如聚落式污水處理設施或現地處理系統等)及非工程手段(社區市集、遊憩區管理等)等。

一、常見工程面策略

針對區域內民生污水或遊憩污水之收集處理，污水集中產生地區，選用污水匯流處之空地設置小型污水處理廠、合併式建築物污水處理設施或現地處理系統等考量。

(一)聚落式污水處理設施

目前市面上已有許多套裝設備可供選用，惟若要符合氮磷去除之要求，則處理流程必須加裝污水迴流脫硝及砂濾等機制。合併式建築物污水處理設施一般採用鋼筋混凝土(RC)或玻璃纖維(FRP)來構築反應槽體，僅少數為聚乙烯(PE)材質，處理水量較小時則以採用 FRP 套裝設備較普遍。

聚落式污水處理屬於集中處理型之小型生活污水處理系統，服務對象可為小區塊集中型住宅區、遊憩區、學校或營區，針對晴天生活污水，進行聚落排水的集水處理。

(二)自然淨化處理系統

自然淨化處理系統較無機械設備及貯槽需求，惟其用地面積需求較高，雖然一般鄉村型社區大多有足夠空地可茲利用，但為提高民眾對設施設置之接受度及後續操作維護之配合度，可於構築自然淨化處理系統時結合當地生態景觀及民眾營造成具地方特色的社區公園。

現地處理系統依系統介質分為「土地處理系統」(Land Treatment Systems)及「水生處理系統」(Aquatic Treatment System)兩大類。

土地處理系統之定義為有效控制污水於土壤表層，使污水藉由物理、化學、生物及吸附之作用達到淨化，其中利用重力將污水由地表滲入土壤之方式，依其水力路徑及土壤滲透力可再細分慢速滲濾法及快速滲濾法，若僅控制污水於地表呈片流使其與地表植草接觸而達到淨化之方法則為地表漫流法。水生處理系統係將污水引入已有水生植物生長之濕地或池塘，透過水中微生物的代謝、水生植物的吸收及物理性的沉澱等作用淨化污水。

(三)循環型農村建構

點源污染改善策略除前述現地處理系統方式外，「低碳循環型農村」亦為政府所倡導之概念，將所產生之廢污水及廢棄物充分資源化，除可解決污染問題，另外亦可回收部分能源，提供公共設施使用。

循環型農村主要概念為利用農村所產生之廢水及廢棄物，透過資源化處理程序，將其轉換成有價物質及能量，供當地民眾或公共設施使用，達到改善環境、減廢及資源再生共享三大主要效益。經考量阿公店水庫集水區之土地利用，主要以林木及果園為主，建議未來可於水庫下游地區，將集水區範圍內由果樹栽植、既有林木等產生之農廢產物資源回收，或是管理中心定期於人工濕地清除之水生植物殘株，皆可將之收集並進行堆肥，產生之有機肥料未來可回饋於當地居民栽植農作物所需。藉此植栽堆肥之作法，除可推廣農民使用有機肥料取代傳統化學肥料之栽植方式，以減少氮磷源於農地之累積，亦可達到綠色農村循環利用之效益。關於綠色農村循環系統意象請詳圖 3.1-1 所示，其主要三大循環系統分別為物質循環、水循環及能源循環，茲說明如下：



圖 3.1-1 綠色農村循環系統圖

1. 物質循環

在農村社區所產生農業及畜牧業廢棄物，因富含有機物，可以堆肥處理或厭氣處理產生沼氣，就近供給當地作為肥料或燃料。厭氣過程中所產生消化液，亦可做液肥施放於農田中，充分將廢棄物循環再用，將其轉化成有價之能源及肥料。

2. 水循環

農村社區所產生民生雜排水，經處理設施處理後，可回送作為農田澆灌、景觀及消防用水，達到水資源循環再生利用，減少用水浪費。

3. 能源循環

能源循環之原料與物質循環相同，均為農村所產生之農業及畜牧廢棄物，經厭氣消化產生沼氣，可直接作為燃料，或進一步搭配沼氣發電機將其轉換成電能，輸送供區域內民眾及公共設施使用。

4. 有機廢棄資源應用

利用農村所產生之廢水及廢棄物，透過資源化處理程序，將其轉換成有價物質及能量，供當地民眾或公共設施使用，將集水區範圍內由果樹栽植、既有林木等產生之農產廢物資源回收，或是管理中心定期於人工濕地清除之水生植物殘株，皆可將之收集並進行堆肥，產生之有機肥料未來可回饋於當地居民栽植農作物所需。

二、常見非工程面管理策略

水庫集水區污染物之削減方案除由工程手段著手外，亦須搭配管理層面之執行，管理面之建議策略包含非結構性之最佳管理措施及教育宣導，以下將依據阿公店水庫集水區特性，針對聚落社區、農業活動及遊憩區提出相關之行政管理手段。

(一) 聚落社區管理措施

1. 社區土地利用規劃

妥善社區規劃應避免水源涵養地區之開發、減少不透水鋪面範圍，並避免不透水面緊臨河川或下水道入口。

2. 物料儲存管理

本措施主要在控制化學物品的儲存、使用與處置，其內容包括低污染性代用品的使用、物料與雨水接觸之避免、化學品的回收等。

3.家務管理

推行正確之家務管理活動，如妥善貯存、使用及清理清潔劑、汽機車用油、肥料及農藥等，避免此類物質之污染。

4.意外洩漏之防止與清理

物料儲存、搬運與輸送過程預防意外洩漏發生，洩漏事件發生時必須在降雨前或化學物質流入下水道或河流之前清理乾淨。

5.使用安全產品

應推廣使用具環保標章之農藥、肥料、清潔劑及車輛用品等。

6.非法排放之管制

透過法規之訂定、執行以及下水道水質監測、防止工廠、商店之非法排放。

7.設立有害廢棄物收集站

設置有害廢棄物收集中心，以減少民眾將有害廢棄物任意丟棄，或隨意放置於一般廢棄物中併同處理。

8.非法傾倒之管制

這項工作包括法規的訂定、執行以及民眾教育，防止民眾將污染性物品傾倒於雨水下水道。

9.教育宣導

於社區中使用宣傳手冊、報紙、廣播等媒體工具，教育民眾應推動生活污水減量及改善生活污水處理設施，如推動宣導化糞池清理作業等。

10.街道清潔與雨水排水系統之維護

這項措施包括街道清掃、沈砂井之清理、溝泥之清除等工作，目的在去除地面及下水道內累積之污染物，以減少暴雨時之沖刷。

(二)遊憩區管理措施

1.污水管理

污水管理是針對遊憩區產生的污水，進行收集與處理。污水管理屬於點源控制的部分，但污水是遊憩區內主要污染來源之一，若能進行妥善的收集與處理，必定能有效減少遊憩區的非點源污染的排出量。

2. 垃圾管理

遊憩區垃圾處理包括垃圾的收集與處理，對垃圾進行妥善的收集與處理可以減少遊憩區的污染排出量。垃圾管理的執行方法包括設置垃圾桶、定期進行垃圾的收集與處理、設置告示牌(提醒遊客不要亂丟垃圾)、定期檢查垃圾桶是否損壞或被隨意移動或傾倒、保持垃圾桶周圍地面的整潔等。

3. 遊憩區定期清掃

風景區的清掃包括道路、停車場、廣場及其他遊客常到達地區，以減少污染物隨雨水流入承受水體。污染物包括固體物、灰塵、垃圾、樹枝、樹葉、烤肉殘餘物等。清掃方法包括購置掃街車及人工清掃，就遊憩區以人行步道及腳踏車道為主，較適合採用人工清掃，其清掃頻率若擬去除道路污染物達到 30%，則每兩次降雨間至少要清掃兩次，若要達到 50% 去除率則須增加 0.5 至 1 倍次數。

4. 草皮、花木修剪及落葉清除的管理：

針對遊憩區內花草樹木的維護修剪時產生的植物碎屑進行收集與處理，防止下雨時雨水把這些植物碎屑帶入水體，造成雨水進水口、排水溝渠的阻塞或造成水體的污染。

5. 遊客環保教育

遊憩區污染主要是由遊客帶來，故對遊客實施環保教育對減少污染有很大的效益，一般對於遊客環保教育的執行方法包括：

- (1) 利用解說牌、廣告、佈告、管制標誌或人員解說，教導遊客減少垃圾量、垃圾分類、不隨意亂丟、愛護花木等。
- (2) 利用解說媒體告訴或教導遊客，勿帶過多食物飲料，且於吃(飲)完食物飲料，需清除殘餘物到指定的地方。
- (3) 利用解說媒體告訴或教導遊客，不要到禁止到達地方，以減少土壤、草地被踐踏，減少雨水滲入功能。

3.1.2 非點源污染削減方法

非點源污染來源包含施肥及噴灑農藥等農業活動、水源區遊客活動、施工作業及車輛、落塵造成之都市街道污染等，此類污染源平日累積於地面，如遇初期暴雨將隨地面逕流或地下水沖刷洗出(washoff)，輸送至鄰近河川水體，造成水體水質污染，一般而言，於累積逕流深度達 10 mm 時，沖出之污染負荷可達總污染負荷之 80% (溫等人, 2007)。

LID 措施原則為盡可能減少開發區之不透水表面之面積，保持原有之水文狀況，充分利用入滲能力，增大集流時間，以達到減低開發行對水質水量之衝擊，減少暴雨時期的尖峰流量與延長尖峰流量發生時間，並將改變的水文機制盡可能回復至開發前狀態，同時處理因暴雨產生之非點源初期沖刷(first flush)衝擊，以彌補因土地開發而改變的水文和水質。LID 亦可與當地公共建設整合，形成更具成本效益的規劃。然而 LID 並非取代傳統工法，而是在傳統工法之外，輔助傳統工法不足之處，尤其在傳統作法不易更新或重新設計時，可利用小規模彈性的 LID 設施，額外補助排水或保水功能。其 LID 與傳統作法之比較如表 3.1-1。

表 3.1-1 傳統暴雨管理與 LID 暴雨管理方法之比較表

項目	傳統	LID
現地		
不透水面積	多(增加排水)	少(增加入滲)
植被/自然覆蓋	少(提高排水效率)	多(增加水滯留時間)
集流時間(Tc)	短(提高排水效率)	長(回復原有水文)
逕流體積	視雨量大小決定	多數入滲
尖峰流量	根據設計雨量	無設計標準
逕流延時	無特別控制	控制在開發前的情況
降雨截流、滲透、儲存	減少	增加
地下水補注	減少	增加
非現地		
水質	無特別改善	淨化水質
承受水體	高逕流恐影響河道侵蝕	維持開發前情況
下游洪水	隨逕流增加	控制在開發前的情況

資料來源：U.S. Army Corps of Engineers(2010) Unified Facilities Criteria (UFC)-Low Impact Development. UFC-3-210-10

現今 BMP 措施逐漸朝結合 LID 理念發展，稱之為 LID-BMPs，作法較為主動，用途較為多元，LID-BMPs 甚至可與地區景觀設計及規劃整合，讓暴雨逕流及污染管理可自然地融入人類開發行為中，既可達到人類發展之目標，亦可降低因各項開發行為所造成之暴雨逕流及污染衝擊，其主要目的與成效，如表 3.1-2。

表 3.1-2 低衝擊開發目的與成效說明表

目的	成效
一、保留開放空間與減低土地開發時對於環境之干擾	一、保護水質
二、保護敏感自然區域與綠色公共建築物	二、降低暴雨逕流量
三、整合自然特徵(濕地、水道迴廊、自然林地)及基地規劃	三、降低不透水面積
四、根據分析資料設計合適場址	四、增加開放空間
五、分配並擴大水資源之暴雨管理	五、保護樹林
	六、減低土地的擾動
	七、降低公共建設成本

資料來源：The Practice of Low Impact Development，2003。

阿公店水庫集水區範圍土地利用主要以農業為主，廣義的農業包含種植業、林業、畜牧業及漁業，農業活動產生之污染物主要為沉積物，其他尚有氮磷營養物、礦油、農業、化學劑及其他廢棄物等，污染物之產生可能會因農業活動去除植被、擾動土壤表層，而使土壤亦受風蝕或雨水沖刷，而農民從事農業活動使用肥料、農藥、施工機具漏油，或是家禽家畜排泄廢棄物，若未經妥善處理長期累積於土壤，大量泥砂、營養鹽、油脂、化學物質等便可能隨雨水沖刷，進而流入河川造成污染。依據阿公店水庫集水區之非點源污染特性，運用 LID-BMPs 措施之理念，分別針對當地住宅社區等已開發地區及農地林地等自然環境，提出建議之 LID-BMPs 策略。

一、工程面策略-結構性 LID-BMPs 措施

(一)社區等已開發地區

針對已開發之社區，因其地面鋪設混凝土、瀝青等不透水鋪面，降雨無法下滲至地表過濾自淨，故建議社區可進行結構性之 LID-BMPs 措施，相關策略說明如下：

1. Permeable Paving(透水性鋪面)

不透水鋪面是已開發社區主要暴雨地表逕流來源，故建議可改採用透水性鋪面，有效延緩暴雨逕流對都市排水系統造成的衝擊。透水鋪面具諸多型式，建議可採用高壓透水磚、天然塊石鋪面及透水混凝土等材料，利用透水性鋪面可讓雨水過濾後入滲至地下，減緩鋪面造成之逕流及對下游水體之污染。

2. Green roof(綠色屋頂)

綠屋頂為在屋頂上全面鋪放保護防水層後，以品質輕、成本低、維護容易之人工地盤技術，在建築物屋頂種植草皮、灌木或其他植物，可加強暴雨降水的之貯留能力，減輕下水道與水處理系統的負擔。

3. Street Retrofits(街道改造)

傳統街道設計重視車行空間及道路排水設施，對於人行及生態環境乏考量，因應全球氣候變遷，許多城市在街道、水岸改造中將人行空間、植栽及道路排水設施一併考量，成為了兼具生態、景觀及水處理的廊道。建議可透過緣石的降低與開孔，將道路排水先行引進兩側綠帶進行水質處理、過濾及入滲，降雨過大無法及時處理的地表逕流，才透過透水管將雨水排入既有排水系統中，街道改造除營造出更友善的街道空間，更讓水資源更有效的被管理及運用。

4. Street Trees(行道樹)

道路兩旁之行道樹配置除提供應有的遮陰功能外，亦可有效降低都市的熱島效應並達到淨化空氣的目標，植栽選擇可以原生大型開花喬木為主(如苦楝、台灣欒樹等)，由不同花期、顏色，來營造綠道四季的不同風情及感受，另外，誘鳥(如雀榕)、誘蝶(如鐵刀木)，及其他蜜源植物、濕生植物也將以覆層植栽的方式，創造 LID 示範段由路地到水岸的生態多樣性。另外協助空氣淨化或具有香氣的灌木、草花亦將廣泛採用，使整條道路沿線有不同的風情，讓整體綠化效果更加豐富。

5. Bioretention(生態雨水儲留池)

社區道路兩旁之行道樹植栽區可採用生態雨水儲留的方式設計，延著街道設置的儲留池(亦為植栽池)將使雨水在進入排水系統或河川之前經過適當的生態淨化、處理，協助非點源污染的移除，並讓兩側人行空間成為生活、生態共存的綠色廊道。

6. Detention Facilities(滯留設施)

滯留設施可以達到防洪(延緩洪水出流)並兼顧水質改善(攔截逕流污染)之雙重目標，滯留池設計時應考慮滯留時間、進流水懸浮顆粒大小分佈、腐化及生物攝取等因子，一般以顆粒沈降為滯留池去除污染物之主要考量。滯留池的種類包含乾式及溼式。其中溼式滯留池為經常保持固定容積之水於池內(似小湖泊或池塘)，使污染物有較長停留時間進行分解與沉降，其污染去除率於懸浮固體約 50~90%；營養鹽約 40~

60%。參考環保署 100 年度「集水區非點源污染現地處理技術研發及應用計畫」策略，建議可利用尖山一濕地、新興一濕地及新興二濕地，規劃設計為溼式滯洪池，執行植生養護淨化水質，其中新興一及新興二已有既設滯洪池，其可進行定期撈除浮生植物(如布袋蓮)，以去除水中營養物質。而尖山一濕地可將既設草溝帶擴大挖除，改設為溼式滯留池，配合浮生植物植生養護淨化水質。

(二)農田林地等自然環境

針對農地、林地等自然環境，建議可進行結構性 LID-BMPs 措施及源頭管理面之非結構性 LID-BMPs 措施，相關策略說明如下：

1.植物緩衝帶(Grass Strip)

植物緩衝帶為包括樹木等不同植物的綜合植物地帶，而草帶的植物則以草為主，為一種造價低但可去除雨水逕流污染的方法。通常先將雨水引進分水槽，槽內水滿時會沿溢流堰流出平均分佈漫流過草帶，如此可避免形成渠道流而減低緩衝帶效率。植物緩衝帶之平均污染去除率約為：懸浮固體物 70%、重金屬 20%至 50%、及營養鹽 10%至 30%。

植物緩衝帶之污染去除目的在去除水中沉澱物，營養鹽等污染物，並防止土壤沖蝕。栽種的植物以土生或適於本地生長之草本為主，主要設計考量為將雨水逕流以很薄之片流流過草帶，由於流過速度緩慢，因此草地對水中的沉澱物有攔截作用，營養鹽則可被植物利用而達到去除效果。

2.草溝(Grassed Swale)

草溝為種植草類以防止沖蝕之土溝，為水土保持方法之一，主要目的為宣洩逕流並植草以防土壤沖蝕，其水質淨化機制以與植物接觸緩衝所產生之沈降及過濾等為主。故草溝為一種植草類之自然或人工渠道，以集中暴雨逕流達到保護土壤的目的。草溝去除污染物之原理與植物緩衝帶相同，為沈降、過濾、吸附、沈澱及植物攝取等。

另應考量阿公店水庫上游旺萊溪及濁水溪周邊既有特性，因於旺萊溪及濁水溪周邊有許多坐落於公私有地之既有農塘，該既有農塘除可規劃作為農田灌溉取用水來源，晴天時亦可作為收集農田農藥及施肥後之水質淨化設施。

3.人工濕地(Constructed Wetlands)

人工濕地可視為溼式滯流池之應用型式，其基本原理係應用與土地近乎等高的水系維持土壤水分的飽和狀態，並於地上種植適當之植物，以去除水中污染物。目前阿公店水庫已有 5 處既設人工濕地，惟須加強維護管理作業，以維持應有之水質淨化效能。

綜合前述 3 種植生控制系統，植物緩衝帶及草溝之維護需求甚少，主要是定期剪草，及維持一般性之清潔，並注意有無沖蝕現象發生即可。而人工濕地則需要去除逕流帶入之漂浮物，邊坡若有沖蝕即需加以修補，定期去除不適合的雜草並防止蚊蟲孳生。

4. 過濾設施(Filtration)

過濾設施主要目的在去除顆粒性污染物，這一類設施大多用在較小的集水區(最大可到 40 公頃)或個別小社區，其效率高、佔地小，但須經常維護。過濾設施是由一個沈澱池與一個濾池所構成，暴雨逕流在沈澱池中短暫滯留，去除較大顆粒物質後，再流入濾池中濾除微細懸浮物。濾池中之濾料一般為砂子，但也可以使用砂子與泥煤之混合物。由於過濾設施規模小，因此需要經常清理與維護以維持其功能。過濾設施之污染物去除原理為利用濾料之過濾吸附等作用來去除污染物，一般因過濾設施極易因懸浮固體堵塞而失去功用，因此在設計上常會配合沈澱池使用。

二、非工程面策略-非結構性 LID-BMPs 措施

非結構性 LID-BMPs 措施為採用管理上之措施，從產生源控制非點源污染，如肥料使用管制、改變耕作方式、物料管理、土地使用管制等策略，以有效控制非點源污染產生。以下就主要之人為土地利用包括農業用地、社區市集及遊憩區等類別，說明建議措施：

(一) 農業用地管理

農業用地採行非結構性 BMPs 之目的主要在於減少沉澱物與暴雨逕流之體積；減少營養鹽氮、磷濃度；減少暴雨逕流沖刷污染物至水體，可採行非結構性 BMPs 包括：

1. 肥料管理：儘量減低土壤肥料施用，並於旱季與晴天時使用，避免暴雨逕流沖刷營養鹽。採用肥料管理計畫應包含所有植物所需肥分來源，有些肥料來源是有機廢污物、化學肥料，豆科植物、土壤肥分和植物殘株。
2. 農藥管理：透過微生物、生物和化學系統整合，可控制作物病蟲害，以

減少農藥之使用量及使用頻率，並降低農藥損失。

- 3.逕流管理系統：控制因土地利用改變或其他土地擾動而引起的剩餘水。
- 4.保育耕作：任何位於敏感沖蝕地區，可將植物殘株留在地表或降低耕犁次數的方法。
- 5.過濾帶(緩衝帶)：在邊坡的一種永久植生，呈現帶狀的農業措施，逕流則以薄膜流的方式流過過濾帶，可減緩對水體的直接衝擊。
- 6.田埂：田區的邊緣建立多年生植物帶，以草類或灌木為主。
- 7.覆蓋和綠肥作物：莖葉繁茂被覆完密之草類，豆科植物或小粒穀物，種植或覆蓋於農地上。

(二)合理化施肥

芭樂及棗子為集水區範圍內主要栽種果樹，故針對此兩種農作物的施肥進行施肥量、施肥方式及肥料性質之調整，應為最直接有效之農業管理措施。肥料施用一般認定為提高土壤有效性植物養分及增加作物生產重要措施之一，然市面上販賣之肥料種類繁多，要素成分各不相同，如施用有機質肥料經礦化產生的氮量如超過作物生長所需，即影響作物產量和品質，故目前農政單位及民間業者皆積極推廣合理化施用肥料之理念。另近年農業單位皆積極推廣有機農業廢棄資源進行堆肥化處理工作，以減少化學肥料之使用。

三、水土保持作業

阿公店水庫集水區範圍內濁水溪及旺萊溪河岸兩旁裸露地，其泥岩地形常受水流衝擊導致土質鬆軟，建議可於兩河川邊坡裸露地加強護岸或邊坡植生工程等水土保持措施，以減少沿岸土質之沖刷。經由現場勘察發現，水庫集水區範圍內濁水溪及旺萊溪河岸兩旁裸露地，其泥岩地形常受水流衝擊導致土質鬆軟，亦造成河川水質懸浮固體提高，透明度降低。建議可於兩河川邊坡裸露地(如新興橋)加強水土保持措施，減少沿岸土質之沖刷，適用之水土保持措施，說明如下：

(一)護岸工

為維護河岸避免受水流衝擊產生侵蝕，應施築護岸結構，而較適用於泥岩地區之自然工法護岸結構包含砌石護岸及蛇籠護岸。

(二)固床工

為避免溪床因水流沖石沖刷，設計為橫阻溪谷之構造物，除可降低水流速度，亦可減少河床及河岸受到水流侵蝕之程度，使河岸更為穩固，適用於斷面狹窄水流湍急之溝渠。其功能包含：防止縱向及橫向侵蝕以穩定溪床、控制水流及穩定流心、保護兩岸土地房舍及公共設施、保護溪岸坡腳，防止崩塌、有效控制土砂產生與移動等。

(三)邊坡植生工程

針對陡坡泥岩裸地之植生方法可採用圍堵策略，依據林昭遠(2010)指出雖當陡坡坡面愈陡時，植物不易入侵生長，但陡坡面之承雨面積較小，除迎風面外，土壤受雨水沖蝕之機率亦較小，故建議可於裸露坡面之坡腳平緩處配置植生緩衝帶，將坡面沖蝕下來的泥砂阻攔於坡腳，避免沖刷泥砂危及中、下游河道及水庫。

3.1.3 庫區污染削減方法

水庫或湖泊等封閉型水域，其水源若富含氮、磷等營養鹽，將使湖庫內水質營養化造成藻類異常繁殖進而發生優養化現象，如未進行改善將因而降低水庫水源之利用價值。近年隨湖泊流域人為活動加劇，大量氮、磷等營養鹽隨各式途徑(如集水區內果蔬栽植使用大量肥料與農藥等)持續匯入水體，將導致水庫內營養源過多，如再配合較高的氣溫、適宜的光照及 pH 值、相對封閉的水域型態，有利於庫內藻類細胞繁殖擴散和產毒。因此針對水庫集水區內氮、磷等營養鹽匯入鄰近水域情形進行控制及截斷，為改善水庫優養化情形之主要工作之一。

另一方面，水庫水源如受到污染後，底泥中逐漸累積大量有機物質、營養物質、重金屬、難降解有機物等污染物，受污染之底泥對湖庫水質之影響主要表現於底泥耗氧、底泥內污染源釋出、底泥再懸浮等方面，相關文獻指出，若僅針對湖庫的外部污染源進行削減或截斷工作，湖庫內污染物濃度梯度反而會增加，導致底泥中營養物質和污染物釋出情形更為顯著。因此，控制底泥污染亦為削減水庫內水源優養化污染之重要工作項目。

針對水庫區內污染削減包含進水端及庫區內兩大面向，進水端部分主要進行集水區水源污染削減，而庫區內則包含底泥污染控制及湖泊水體修復，以下分別針對進水端及庫區內之污染削減策略及其相關方案進行說明：

一、集水區水源污染削減策略

(一)污染負荷量削減

集水區之污染負荷包含點源及非點源污染，透過源頭污染控制，降低其匯入水庫之氮、磷營養鹽負荷量為改善水庫優養化最根本解決方式。

(二)進流截水

即是將富營養化之水源透過截流引至鄰近污水處理廠處理，不使其直接排入水庫水體中。

(三)進水端加設混凝設備

相關研究報告指出針對流域面積不大，以蓄水為主的基本上用於城市供水的水庫，在進水端加注混凝劑並增設混合和一定的絮凝設備，可使進入水庫、湖泊水的磷含量降到 0.05 mg/L 以下。使水源處在貧養和接近貧養狀態，以控制藻類繁殖。

二、底泥污染控制策略

控制底泥污染可採固定方式阻止污染物於生態系統中擴散遷移，亦可各種處理方式降低或消除污染物之毒性，底泥污染控制策略如下：

(一)排放底層水

將底層富營養及缺氧水直接排放，可降低水體中營養物質平均濃度。然而，優養化水庫之底層水為缺氧狀態，當排放底層水排放時，必然發生嚴重的臭味問題，故排放時會產生臭味應予妥善處理。

(二)淤泥清除

底泥水位較淺之水庫影響明顯，因其溶出之氮、磷將快速擴散至水面進行光合作用，故將優養化的水庫內長久積存的淤泥加以清除，應為杜絕內部污染源最直接最有效之方法。

(三)隔絕底泥

於污染底泥上覆蓋一層或多層未污染之底泥、沙、礫石或人造地基材料，隔離污染底泥與水體，防止底泥污染物向水體遷移。安全固化則是直接採用石灰等固化劑對底泥進行固化，以消除底泥污染，但此一技術成本較高。

三、水庫水體修復策略

水庫水體修復係指透過人為控制，使受損之水庫水體恢復至受干擾前之

環境狀態，恢復自然環境下水庫內合理之內部結構及系統功能，其相關策略說明如下：

(一)水生植物抑制藻類生長

在水庫中種植對氮、磷具高吸收率之植物，使庫中營養物質轉換為植物生長所需能量，應可減輕水庫優養化現象。相關文獻指出種植伊樂藻、金魚藻、苦草等沉水植物，蘆葦、菖蒲、香蒲等挺水植物，菱角、睡蓮等浮水植物，從而恢復以沉水植物為主、浮水及挺水植物為輔的水生植被，增加湖水中有機質、營養鹽等的遷移、轉化、輸出的途徑和數量，並抑制和減少湖中浮游藻類的密度和總量，淨化水質，提高透明度。

(二)食藻魚類放養

透過適當之生物措施可減少水體污染情形，而選擇性放養適當之魚種，更可以有效地控制藻類和其他水生植物的繁殖，其中針對魚種放養之選擇，應控制草食性魚類的放養，合理調整濾食性魚類(如鰱、鱮)的放養數量和比例。

(三)浮游動物投放

微型浮游動物主要為人工培養，並直接投放目標水域，微型浮游動物直接以藻類為食，應可有效抑制藻類之大量生長。

(四)細菌微生物投加

投加預先培養的細菌微生物，可迅速吸收和轉化水體中高濃度的氮、磷營養物質，抑制藻類增長情形。

(五)原位修復工程

針對對透明度較低、污染嚴重之水體應採用人工浮島、曝氣循環設備、加深水層高度及稀釋/沖洗等方式實施原位修復工程。

1.人工浮島：

人工浮島種類可分為乾式及濕式，濕式是指植物可直接與水接觸，具較佳之淨化效果；而乾式則是植物無法直接與水接觸，水質化效果不彰，但因其浮島上可種植陸生植物，可增加景觀美化效果、生物棲息及提供消能作用等。表 3.1-3 為人工浮島之型式介紹，若考慮占地及淨化功能，建議可採用濕式有框架之設計。

2.曝氣循環設備：

透過機械混合或曝氣方式強制水體上下循環流動及破壞水體垂直分層情形，提升水中溶氧使產生化學氧化及生物分解作用，以及抑制底泥營養鹽釋出。其中針對水深>5公尺之水庫，可考慮裝置曝氣筒(或空氣揚水筒)，目前於日本已有超過 100 處水庫和湖泊採用此裝置，其實踐結果顯示針對藻類繁殖及臭味改善皆具良好效果，其原理是將岸上的空壓機將壓力空氣經由送氣管壓入揚水筒中之空氣室，使空氣間歇暢通於提水筒內成如砲彈狀之大氣泡一舉上噴，在氣泡上升時產生底部的吸力，帶入底層水隨空氣沖出水面，得以提升水中溶氧，以及改善底層水缺氧狀態。

3.加深水層高度：

針對較淺水體，可能因現場風浪關係而使底泥揚起擾動，而釋放營養物質，故提高水面以增加水層高度可避免此種現象高度。

4.稀釋/沖洗：

將不含(或含微量)營養之水源引入，使整體水體營養程度降低；或將富營養之水源抽出，以地下水補注稀釋。

(六)控藻修復工程

於藻類繁殖季節，於水體中添加明礬、鐵鹽、碳酸鹽等藥劑固定磷鹽，可使營養鹽沉澱，進而降低水中藻類之利用性。然而，殺藻劑較不被視為一種控制方式，因短期內大量藻類死亡，會使水質急遽惡化，分解後其營養成份依然出現於水體中，後續仍有產生二次污染之疑慮。另亦可藉由機械除藻方式去除水中藻類，利用外力將水藻破碎，並予以撈除或送至光照少之處，做為原生動物或魚類之食物來源。

表 3.1-3 人工浮島型式及特性比較

形式		特徵
濕式人工浮島： 植物可直接與水接觸，具有較佳之淨化效果	濕式有框架	植生平台水利條件：經常性被水淹沒 優勢植物：挺水植物，如蘆葦、香蒲等 優點：鳥類、魚蝦類棲地營造，水質淨化等
	濕式無框架	植生平台水利條件：上半部通常位於水面上 優勢植物：水生植物 優點：鳥類、魚蝦類棲地營造，景觀(無框架設計景觀較協調)
	浮動筏	植生平台水力條件：浮於水面 優勢植物：耐水性植物，如柳樹 優點：鳥類及水鴨棲地
	廢輪胎	成本低、施工容易
乾式人工浮島： 植物無法直接與水接觸，水質淨化效果不彰，不過可種植陸生植物，景觀較佳	盒裝式	植生平台水力條件：與水不接觸 優勢植物：陸生植物 優點：鳥類、魚蝦類棲地營造，景觀佳，具消波功能
	浮體及植生平台分離式	植生平台水力條件：與水不接觸 優勢植物：挺水植物，如蘆葦、香蒲等 優點：鳥類、水鴨及水生動物棲地

3.1.4 適用性分析

前述針對點源、非點源、庫區等各種污染來源，蒐集國內外相關水庫優養改善策略，分別彙整各污染源之工程面及非工程面改善策略。然而，為符合阿公店水庫集水區範圍內環境背景、地質特性、土地利用、既有整治設施等特性，進一步針對各項改善策略進行優缺點比對，各策略對阿公店水庫適用性分析詳見表 3.1-4，經方案初步評估結果，點源、非點源、庫區污染之建議改善策略分述如下：

一、點源污染削減

(一)工程面策略

工程面污染削減部分含聚落式污水處理設施、自然淨化處理系統-土地處理系統慢速滲濾法、自然淨化處理系統-土地處理系統快速滲濾法、自然淨化處理系統-土地處理系統地表漫流法、自然淨化處理系統-水生處理系統表面流式人工濕地、自然淨化處理系統-水生處理系統地下流式人工濕地、自然淨化處理系統-水生處理系統植栽浸潤床式人工濕地、循環型農村建構-物質循環、循環型農村建構-水循環、循環型農村建構-能源循環及循環型農村建構-有機廢棄資源應用等 11 種，本計畫依據各工法於水庫適用之優缺點彙整如表 3.1-4。經適用性評估建議於阿公店水庫可優先進行聚落式污水處理設施及自然淨化處理系統-水生處理系統表面流式人工濕地 2 種。

(二)非工程 - 管理面策略

屬管理面污染削減部分主要含聚落社區管理措施及遊憩區管理措施，本計畫依據各管理方法於阿公店水庫適用之優缺點彙整如表 3.1-4。經適用性評估於阿公店水庫 2 種均可配合進行。

二、非點源污染削減

(一)工程面策略

非點源部分屬工程面污染削減部分為屬農地工程改善及水土保持作業護岸工 2 種。本計畫依據各工法搭配阿公店水庫現地特性，分析適用性彙整如表 3.1-4，建議可進行農田林地等自然環境-植物緩衝帶、農田林地等自然環境-草溝、農田林地等自然環境-過濾設施、護岸工、固床工及邊坡植生工程等 6 種工法之設置。

1.農地工程改善

含社區等已開發地區-透水性鋪面、社區等已開發地區-綠色屋頂、社區等已開發地區-行道樹、社區等已開發地區-生態雨水儲留池、社區等已開發地區-滯留設施、農田林地等自然環境-植物緩衝帶、農田林地等自然環境-草溝、農田林地等自然環境-人工濕地、農田林地等自然環境-過濾設施及農田林地等自然環境-沉砂池等 10 項。

2.水土保持作業護岸工

含護岸工、固床工及邊坡植生工程等 3 項。

(二)非工程 - 管理面策略

屬管理面污染削減部分主要含農業用地管理及合理化施肥，本計畫依據各管理方法於阿公店水庫適用之優缺點彙整如表 3.1-4。經適用性評估於阿公店水庫 2 種均可配合進行。

三、庫區污染削減

庫區污染削減策略主要含集水區水源污染削減、底泥污染控制及水庫水體修復。集水區水源污染削減策略含污染負荷量削減、進流截水、進水端加設混凝設備共 3 種。底泥污染控制策略含排放底層水、淤泥清除及隔絕底泥計 3 種。水庫水體修復策略含水生植物抑制藻類生長、食藻魚類放養、浮游動物施放、細菌微生物投加、原位修復工程-人工浮島、原位修復工程-曝氣循環設備、原位修復工程-加深水層高度、原位修復工程-稀釋/沖洗及控藻修復工程等 9 種，依據各削減方法於阿公店水庫適用之優缺點彙整如表 3.1-4。經適用性評估於阿公店水庫建議使用污染負荷量削減、排放底層水及原位修復工程-曝氣循環設備方式。

表 3.1-4 優養化改善方案適用性分析

污染源類別	策略執行面	建議改善策略	適用性分析	初步評估結果
點源	工程	1 聚落式污水處理設施	<ul style="list-style-type: none"> ◆優點 1.設備量體可依人口數選用，可承受高負荷進流水質 2.占地面積小，可採地下化設施 3.施工簡易期程短 ◇缺點 需配既有管線末端設置 	可行
		2 自然淨化處理系統-土地處理系統慢速滲濾法	<ul style="list-style-type: none"> ◆優點 工法可融入現地環境 ◇缺點 1.需佔較大用地面積 2.僅適合低污染進流負荷 3.現況環境地勢不適合 	不可行



污染源類別	策略執行面	建議改善策略	適用性分析	初步評估結果
	3	自然淨化處理系統-土地處理系統快速滲濾法	<ul style="list-style-type: none"> ◆優點 工法可融入現地環境 ◇缺點 1.需佔較大用地面積 2.僅適合低污染進流負荷 3.現況環境地勢不適合 	不可行
	4	自然淨化處理系統-土地處理系統地表漫流法	<ul style="list-style-type: none"> ◆優點 工法可融入現地環境 ◇缺點 1.需佔較大用地面積 2.僅適合低污染進流負荷 3.現況環境地勢不適合 	不可行
	5	自然淨化處理系統-水生處理系統表面流式人工濕地(FWS 型)	<ul style="list-style-type: none"> ◆優點 1.工法可融入現地環境 2.大範圍水域有助水體 SS 沉降 3.除水質淨化功能亦可規劃滯洪用途 ◇缺點 1.需較大用地面積 2.需定期移除水生植栽 	可行
	6	自然淨化處理系統-水生處理系統地下流式人工濕地(SFS 型)	<ul style="list-style-type: none"> ◆優點 工法可融入現地環境 ◇缺點 1.需較大用地面積 2.需定期移除水生植栽 3.現況環境地勢不適合 	不可行
	7	自然淨化處理系統-水生處理系統植栽浸潤床式人工濕地(VSB 型)	<ul style="list-style-type: none"> ◆優點 工法可融入現地環境 ◇缺點 1.需較大用地面積 2.需定期移除水生植栽 3.現況環境地勢不適合 	不可行
	8	循環型農村建構-物質循環	<ul style="list-style-type: none"> ◆優點 有效減少區域內農業廢棄物並轉化為能源及肥料 ◇缺點 1.集水區各聚落廢棄物統一集中不易，欲達產量量體恐有限 2.初期需結合當地社區共同推動與宣導，改變農戶習慣 3.區內無畜牧業廢棄物，單以農業廢棄物產能有限 	不可行
	9	循環型農村建構-水循環	<ul style="list-style-type: none"> ◆優點 1.家戶、農地雨水貯池供灌溉使用 2.民生處理後雜排水作中水使用 ◇缺點 1.集水區用水主要以農業灌溉，實業可回收水體有限 2.初期需結合當地社區共同推動與宣導，改變農戶習慣 	不可行
	10	循環型農村建構-能源循環	<ul style="list-style-type: none"> ◆優點 有效減少區域內農業廢棄物並轉化為能源及肥料 ◇缺點 1.集水區各聚落廢棄物統一集中不易，欲達產量量體恐有限 2.初期需結合當地社區共同推動與宣導，改變農戶習慣 3.區內無畜牧業廢棄物，單以農業廢棄物產能有限 	不可行



污染源類別	策略執行面	建議改善策略	適用性分析	初步評估結果
		11 循環型農村建構-有機廢棄資源應用	◆優點有效減少區域內農業廢棄物並轉化為能源及肥料 ◇缺點 1.集水區各聚落廢棄物統一集中不易·欲達產量量體恐有限 2.初期需結合當地社區共同推動與宣導·改變農戶習慣 3.區內無畜牧業廢棄物·單以農業廢棄物產能有限	不可行
點源	管理	1 ◎聚落社區管理措施 1.社區土地利用規劃 2.物料儲存管理 3.家務管理 4.意外洩漏之防止與清理 5.使用安全產品 6.非法排放之管理 7.設立有害廢棄物收集站 8.非法傾倒之管制 9.教育宣導 10.街道清潔與雨水排水系統之維護	◆優點 1.提升集水區內居民水源保護認知 2.提升集水內居民土地利用規劃 3.集水內居民物料使用及儲存認知 4.集水區聚落廢棄物集中處理 5.協助巡視非法傾倒之通報 6.達成源頭減量之目標 ◇缺點 --	可行
		2 ◎遊憩區管理措施- 1.污水管理設置分流式污水下水道系統 2.污水管理設置淨化槽處理 3.污水管理污水再利用 4.污水管理合流式排水溝 5.垃圾管理 6.遊憩區定期清掃 7.草皮、花木修剪及落葉清除的管理 8.遊客環保教育	◆優點 1.提升集水區內遊憩區、廟宇水源保護認知 2.提升集水內遊憩區、廟宇污水處理與管理 3.集水區內遊憩區、廟宇廢棄物循正常方式清運 4.達成源頭減量之目標 ◇缺點 --	可行
非點源	工程農地	1 社區等已開發地區-Permeable Paving(透水性鋪面)	◆優點 提高聚落區入滲·避免沖刷匯入河川或水庫 ◇缺點 1.聚落為既有設施改造變更不易 2.需透過宣導提升居民認知	不可行
		2 社區等已開發地區-Green roof(綠色屋頂)	◆優點 提高聚落區入滲·避免沖刷匯入河川或水庫 ◇缺點 1.聚落為既有設施改造變更不易 2.需透過宣導提升居民認知	不可行
		3 社區等已開發地區-Street Trees(行道樹)	◆優點 提高聚落區入滲·避免沖刷匯入河川或水庫 ◇缺點 1.聚落為既有設施改造變更不易 2.需透過宣導提升居民認知	不可行
		4 社區等已開發地區-Bioretenion(生態雨水儲留池)	◆優點 提高聚落區入滲·避免沖刷匯入河川或水庫 ◇缺點 1.聚落為既有設施改造變更不易 2.需透過宣導提升居民認知	不可行
		5 社區等已開發地區-Detention Facilities(滯留設施)	◆優點 提高聚落區入滲·避免沖刷匯入河川或水庫 ◇缺點 1.聚落為既有設施改造變更不易 2.需透過宣導提升居民認知	不可行
		6 農田林地等自然環境-植物緩衝帶(Grass Strip)	◆優點 1.緩衝農地肥份沖刷匯入河川水庫 2.提高農地肥份停留入滲 3.維護容易	可行



污染源類別	策略執行面	建議改善策略	適用性分析	初步評估結果	
			◇缺點 需透過宣導或補助提升農民認知與落實		
		7	農田林地等自然環境-草溝(Grassed Swale)	◆優點 1.緩衝農地肥份沖刷匯入河川水庫 2.提高農地肥份停留入滲 3.維護容易 ◇缺點 需透過宣導或補助提升農民認知與落實	可行
		8	農田林地等自然環境-人工濕地(Constructed Wetlands)	◆優點 1.緩衝農地肥份沖刷匯入河川水庫 2.提高農地肥份停留入滲 ◇缺點 1.需透過宣導或補助提升農民認知與落實 2.工法配置恐影響農地使用 3.維護不易	不可行
		9	農田林地等自然環境-過濾設施(Filtration)	◆優點 1.緩衝農地肥份沖刷匯入河川水庫 2.減少農地肥份外流、部分顆粒性攔阻 3.維護容易 ◇缺點 需透過宣導或補助提升農民認知與落實	可行
		10	農田林地等自然環境-沉砂池(Sediment Basins)	◆優點 1.緩衝農地肥份沖刷匯入河川水庫 2.減少農地肥份外流、部分顆粒性攔阻 3.維護容易 ◇缺點 需透過宣導或補助提升農民認知與落實	不可行
	工程 水土保持作業護岸工	1	◎護岸工 1.砌石護岸 2.蛇籠護岸	◆優點 1.降低集水區各流域沿岸沖刷 2.緩還水庫淤積量·提高透明度 ◇缺點 涉及私人土地部分須辦理徵收	可行
		2	固床工	◆優點 1.降低集水區各流域沿岸沖刷 2.緩還水庫淤積量·提高透明度 ◇缺點 涉及私人土地部分須辦理徵收	可行
		3	邊坡植生工程	◆優點 1.降低集水區各流域沿岸沖刷 2.緩還水庫淤積量·提高透明度 ◇缺點 1.涉及私人土地部分須辦理徵收 2.部分上游石灰岩地形不適用	可行
	管理	1	◎農業用地管理 1.肥料管理 2.農藥管理 3.逕流管理系統 4.保育耕作 5.過濾帶(緩衝帶) 6.田埂 7.覆蓋和綠肥作物 8.田間防風林 9.草及豆科植物之間作	◆優點 1.提升集水區內農戶水源保護認知 2.提升集水區內農戶肥料與農業使用管理認知 3.集水區內農田肥份滯留與減少沖刷 4.達成源頭減量之目標 ◇缺點 --	可行
		2	◎合理化施肥 1.棗樹合理化施肥 2.芭樂合理化施肥	◆優點 1.提升集水區內農戶水源保護認知 2.提升集水區內農戶肥料使用管理認知 3.達成源頭減量之目標 ◇缺點 --	可行



污染源類別	策略執行面	建議改善策略	適用性分析	初步評估結果
庫區污染削減	集水區水源污染削減	1 污染負荷量削減	◆優點 針對點源、非點源進行源頭減量 ◇缺點 無法立即見效	可行
		2 進流截水	◆優點 於集水區末段可有效集中處理 ◇缺點 1.處理量體大需投注成本高 2.針對 SS、TP 處理成效有限 3.截流後水體處理時間影響供水	不可行
		3 進水端加設混凝設備	◆優點 針對水庫局部範圍有立即成效 ◇缺點 1.水庫蓄水面積大較不適用 2.大量投藥造成底泥沉澱恐水庫蓄水量	不可行
	底泥污染控制	1 排放底層水	◆優點 1.排放低層富含營養及缺氧水體，降低水中營養鹽 2.減緩水庫淤積延長水庫壽命 ◇缺點 1.水位降低易產生臭味 2.過程若無補水水體污染濃縮情形	可行
		2 淤泥清除	◆優點 1.清除富含營底泥，降低水中營養鹽 2.減緩水庫淤積 ◇缺點 1.受深度限制清淤不易 2.底泥處理額外費用支出	不可行
		3 隔絕底泥	◆優點 可完整改善底泥影響 ◇缺點 1.庫底鋪設阻隔鋪面量體過大 2.源頭污染來源未去除仍會淤積 3.水庫壽命縮短	不可行
	水庫水體修復	1 水生植物抑制藻類生長	◆優點 利用植生吸收氮、磷成本低 ◇缺點 水庫現況不適用	不可行
		2 食藻魚類放養	◆優點 控制藻類孳生 ◇缺點 水庫現況不適用	不可行
		3 浮游動物施放	◆優點 控制藻類孳生 ◇缺點 水庫現況不適用	不可行
		4 細菌微生物投加	◆優點 利用細菌微生物可抑制氮、磷 ◇缺點 水庫現況不適用	不可行
		5 原位修復工程-人工浮島	◆優點 利用植生吸收氮、磷成本低 ◇缺點 水庫現況不適用	不可行
		6 原位修復工程-曝氣循環設備	◆優點 提高底部溶氧，改善藻臭 ◇缺點 適用特殊情況，需考量合適位置	可行



污染源類別	策略執行面	建議改善策略	適用性分析	初步評估結果
		7 原位修復工程-加深水層高度	<ul style="list-style-type: none"> ◆優點 減緩水庫底泥再揚起 ◇缺點 需考量變更水庫操作規範 	可行
		8 原位修復工程-稀釋/沖洗	<ul style="list-style-type: none"> ◆優點 立即減緩水庫營養鹽總量 ◇缺點 水庫現況不適用 	不可行
		9 控藻修復工程	<ul style="list-style-type: none"> ◆優點 針對水庫局部範圍有立即成效 ◇缺點 1.水庫蓄水面積大較不適用 2.大量投藥造成底泥沉澱恐水庫蓄水量 3.二次污染之疑慮 	不可行

3.2 水庫優養化改善建議方案

依據前述優養化改善方案適用性分析結果，針對適用於阿公店水庫之點源、非點源、庫區污染等各項污染源削減策略，彙整阿公店水庫優養化整體改善建議適用方案，本計畫則依適用方案內進一步選出水質改善工法及優先整治區位，最後綜整出本計畫建議施工內容詳如後述章節。

3.2.1 點源污染改善策略

一、工程面策略(聚落式污水處理設施與人工濕地功能維護)

針對阿公店水庫集水區聚落區現地環境特色之前提，點源污染部分，建議以可加強現地處理設施設置(如合併式淨化槽或 MSL)及集水區內人工濕地功能維護，倘設置現地處理設施並搭配集水區內現有人工濕地之自然淨化系統，應能有效改善既有生活污水之問題，使集水區內河川水質得以逐步改善，進而減少排入庫區內之污染源。

因阿公店水庫集水區部分範圍屬污水下水道未及地區，使用現地處理設施預計收集晴天污水，每戶污水截流盡可能採雨水管渠截流方式，匯集至污水處理設施進行統一處理，預期污染物最低去除率 $BOD \geq 85\%$ 、 $SS \geq 80\%$ 、 $TN \geq 60\%$ 及 $TP \geq 30\%$ ，若完成人口較集中區之尖山里及新興里污染防治工作，依人口數估算，預期去除量每年可達 $BOD 684(kg/yr)$ 、 $SS 595(kg/yr)$ 、 $TN 143(kg/yr)$ 、 $TP 17(kg/yr)$ 。

針對水庫集水區內現有人工濕地，尖山一及尖山二濕地因鄰近社區，可委辦民間業者統一定期除草及疏通管路或委請當地民眾協助管理。東燕濕地雖離住宅區域較遠，然上游含農地及禽畜舍，定期進行植生養護及污水截流管清理亦可達到良好水質淨化效果。新興一、新興二濕地雖為沉砂氧化塘及生態沉砂池，設計非以水質淨化為主要標的，但若定期進行老株移除及植生養護，亦可達到水質淨化之成效。為維持濕地正常功能，場區定期植栽移除及清淤為主要工作，但人力花費高，若後續執行建議可將 5 處濕地維護工作合併執行，以利委辦單位人力運用，亦可降低部分濕地維護工作之費用。

二、非工程管理策略

水庫集水區污染物之削減方案除由工程手段著手外，亦須搭配管理層面之執行，管理面之建議策略包含非結構性之最佳管理措施及教育宣導，以下將依據阿公店水庫集水區特性，針對聚落社區及遊憩區或廟寺等遊覽區提出相關之行政管理手段，說明如下：

(一)聚落社區管理措施宣導

避免水源涵養地區之開發、減少不透水鋪面範圍，並避免不透水面緊臨河川或下水道人、宣導社區土地利用規劃、物料儲存管理、家務管理、意外洩漏之防止與清理等內容，加強集水區內居民水源保護之認知。

(二)遊憩區或廟寺等遊覽區管理措施宣導

針對遊憩區產生的污水，進行收集與處理。污水管理屬於點源控制的部分，但污水是遊憩區內主要污染來源之一，若能進行妥善的收集與處理，必定能有效減少遊憩區的非點源污染的排出量。針對業者宣導設置淨化槽處理、垃圾管理、遊憩區定期清掃、草皮、花木修剪及落葉清除的管理及遊客環保教育等有助於提升集水區內業者或遊客水源保護之認知。

3.2.2 非點源污染改善策略

阿公店水庫集水區範圍土地利用主要以農業為主，廣義的農業包含種植業、林業、畜牧業及漁業，農業活動產生之污染物主要為沉積物，其他尚有氮磷營養物、礦油、農藥、化學劑及其他廢棄物等，污染物之產生可能會因農業活動去除植被、擾動土壤表層，而使土壤亦受風蝕或雨水沖刷，而農民從事農業活動使用肥料、農藥、施工機具漏油，或是家禽家畜排泄廢棄物，若未經妥善處理長期累積於土壤，大量泥砂、營養鹽、油脂、化學物質等便可能隨雨水沖刷，進而流入河川造成污染。依據阿公店水庫集水區之非點源污染特性，將運用 LID-BMPs 措施之理念，優先針對集水區內農地林地等自然環境，提出建議之 LID-BMPs 策略。

一、結構性 LID-BMPs 措施

針對農地、林地等自然環境之結構性 LID-BMPs 措施，包含植物緩衝帶、草溝、人工濕地、過濾設施等，考量阿公店水庫集水區特性，建議方案說明如下：

(一)農耕田滯留草溝(圖 3.2-1)

本集水區範圍內種植以芭樂和棗子為主，集水區果樹及農田範圍約為 970 公頃，因農藥、肥份之使用為間接影響水庫優養化問題。建議規劃以草溝(Grassed Swale)設計，除針對果園的農田排水路規劃，最主要目的為經由草溝水質淨化機制達緩衝逕流水與植物接觸之沖刷力，將暴雨逕流滯留於草溝內，進行沉降、過濾及達吸附作用，減低外流至農田外溝渠而流至水庫。

假設在短時間豪大雨情形下，以尖山 2 號橋於 102/8/23 日颱風降雨時條件為例(降雨強度 24.5mm/hr；降雨時間 1hr；逕流係數 0.2676；農田面積以 1 公頃(10,000 m²)估算；暴雨逕流量 $Q=CIA=65.6\text{ m}^3/\text{hr}$)進行草溝容積估算，草溝最小負荷容積為 $65.6\text{ m}^3/(100\text{ m}^4)=0.164\text{ m}^2$ ，規劃出草溝容積= $0.375\text{ m}^2 >$ 最小負荷容積 0.164 m^2 ，可完全收集滯留農地產生之暴雨逕流水。

草溝之規劃設計除低於農田外圍於高程上賦予變化形式為土溝形式，寬度 0.5~1 m，深度 0.3~0.4 m；另在農田低窪處可再搭配小型滯留池建議最小容積約為 0.1 CMD；如此，不但雨水可自然入滲到草坪中，多餘的雨水也可統一收集處理並可再利用回抽作為灌溉利用。另農田外道路排水溝也可搭配 LID-BMPs 策略採透水性鋪面以減少地表逕流水。

以每單位 1 公頃其草溝設施約占 5%之農地施工與滯留桶槽，考量山區坡地施工較平地不易，預估每單位公頃約需 50 萬預算；以目前集水區果樹及農田範圍 970 公頃計算其總經費為 48,500 萬元；建議以分區推動方式辦理，第一區為距離水庫排水口 2 公里範圍內，第二區則再延伸 1 公里範圍，第三區為則再延伸 3 公里，並以農戶提出申請補助方式執行，而後續操作維護則明訂由農戶自行除草管理保持功能正常，權責機關進行追蹤執行成果。

執行期間亦曾至現場向當地農民說明農地增設草溝之概念，透過草溝之設置，提高肥份停留再入滲回饋於農地，經現場訪談解說後，農民表示接受意願高。故評估未來經持續辦理宣導說明會後，如可使集水區範圍內農地執行率達 50%，則整體污染物去除量可達 939 kg BOD/yr、347 kg TP/yr、5,545 kg TN/yr、4,338,450 kg SS/yr。

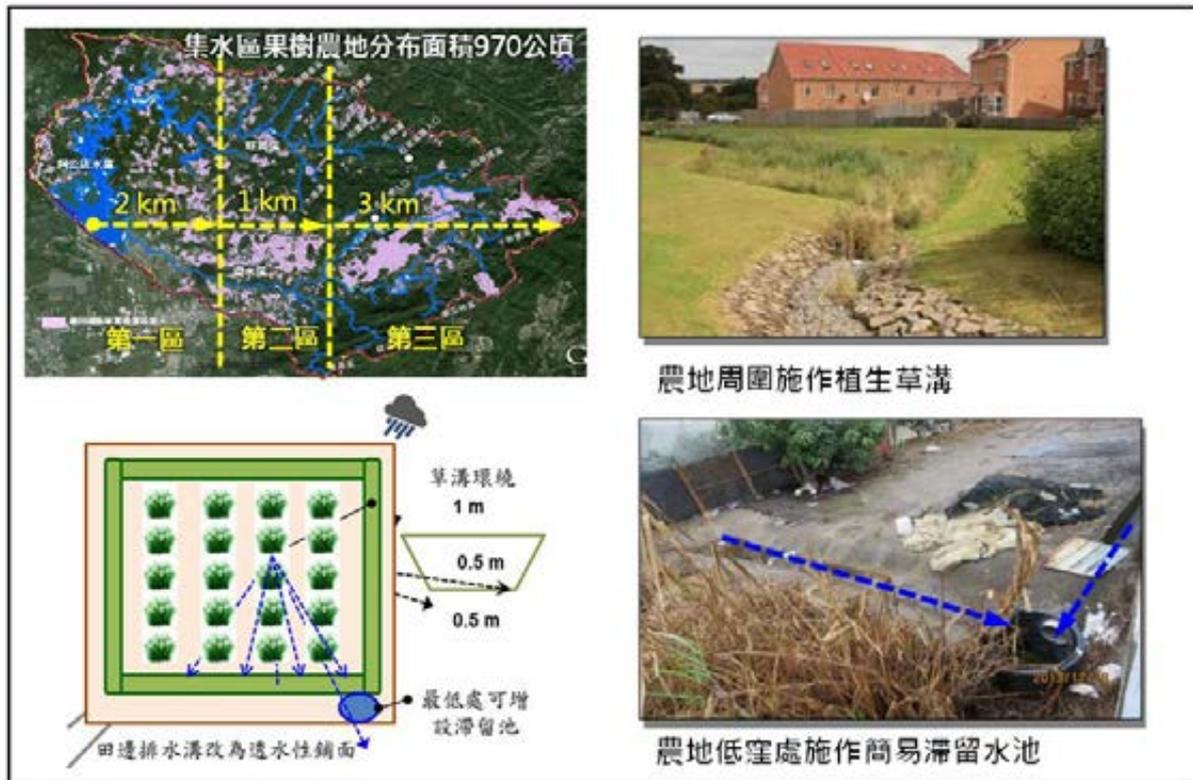


圖 3.2-1 農耕田滯留草溝規劃示意圖

二、非結構性 LID-BMPs 措施

非結構性 LID-BMPs 措施為採用管理上之措施，從產生源控制非點源污染，如肥料使用管制、改變耕作方式、物料管理、土地使用管制等策略，以有效控制非點源污染產生。以下就主要之人為土地利用包括農業用地、社區市集及遊憩區等類別，說明建議措施：

(一) 農業用地管理

農業用地採行非結構性 BMPs 之目的主要在於減少沉澱物與暴雨逕流之體積；減少營養鹽氮、磷濃度；減少暴雨逕流沖刷污染物至水體，可採行非結構性 BMPs 包括肥料管理、農藥管理、逕流管理系統等。

(二) 合理化施肥

1. 棗樹合理化施肥

印度棗品質好壞主要決定於其肥培管理技術。施肥量需視樹齡、土壤肥力分析及樹體營養狀況適量施用，以避免浪費成本及造成環境污染。依據不同樹齡之棗樹，其氮磷鉀三要素之推薦量。依據不同生長期之棗樹，其氮磷鉀肥之施用分配。

2. 芭樂合理化施肥

依據不同樹齡之芭樂樹，其氮磷鉀三要素之推薦量。依據不同生長期之芭樂樹，其氮磷鉀肥之施用分配率。若辦理合理化施過管理措施宣導說明會，且達 50% 農戶願意配合執行，預期整體污染物之去除量可達 467 kg TP/yr、7,472 kg TN/yr。

三、水土保持措施

阿公店水庫集水區內之泥岩地質，提升其對水土保持之需求性，針對泥岩地區建議採用自然工法，使土砂與生態環境取得平衡。自然工法大致可分為工程方法及植生方法兩種。工程方法係指以符合生態需求之工程結構為主體，其上可以自然或人工方式加以植生，增加美化綠化效果。植生方法則主要利用植物本身對水土保持之功能，利用復育或建立良好之河岸植被，並利用工程方法使用自然材料加強其工程性質。對於具泥岩特性之地區整治，與溪流生態環境相關之生態工法構造包含護岸工、固床工及整坡植生工程等。經由現場勘察發現，水庫集水區範圍內濁水溪及旺萊溪河岸兩旁裸露地，其泥岩地形常受水流衝擊導致土質鬆軟，亦造成河川水質懸浮固體提高，透明度降低。崩場地治理機關有林務局、水保局及高市府，未來應協商合作處理水土保持措施。建議可於兩河川邊坡裸露地加強水土保持措施，有助於減少沿岸土質之沖刷，相關說明如下：

(一) 護岸工(砌石護岸、蛇籠護岸)

蛇籠又稱石籠，係利用直徑介於 3.9-4.2 mm 之鍍鋅鐵絲，經由人工或機械編織而成之六角形金屬綱目，其內裝填軟時所構成之長條石籠，石籠屬於重力式結構，可加以堆疊增加自重以提供必要功能。於蛇籠選定地點可加植栽圈環，再其回填土壤可種植樹木，除美化環境外，樹木於水面之遮蔭處可利用某些生物棲息，其根系發展更可使蛇籠結構與背填土更為緊密結合。

(二) 固床工

為避免溪床因水流沖石沖刷，設計為橫阻溪谷之構造物，除可降低水流速度，亦可減少河床及河岸受到水流侵蝕之程度，使河岸更為穩固，適用於斷面狹窄水流湍急之溝渠。其功能包含：防止縱向及橫向侵蝕以穩定溪床、控制水流及穩定流心、保護兩岸土地房舍及公共設施、保護溪岸坡腳，防止崩塌、有效控制土砂產生與移動等。

(三)邊坡植生工程

針對陡坡泥岩裸地之植生方法可採用圍堵策略，依據林昭遠(2010)指出雖當陡坡坡面愈陡時，植物不易入侵生長，但陡坡面之承雨面積較小，除迎風面外，土壤受雨水沖蝕之機率亦較小，故建議可於裸露坡面之坡腳平緩處配置植生緩衝帶，將坡面沖蝕下來的泥砂阻攔於坡腳，避免沖刷泥砂危及中、下游河道及水庫。

3.2.3 內部負荷改善措施

目前水庫針對內部負荷除持續辦理污染負荷削減策略，以控制底泥污染採移除底泥之方式阻止污染物於生態系統中擴散遷移，參考「102 年度阿公店水庫優養化改善計畫(民國 102 年，經濟部水利署南區水資源局)」計畫所提建議，針對阿公店水庫於每年 6 月 1 日至 9 月 10 日空庫排淤操作可加強內部負荷改善，詳細說明如后。

一、空庫防淤時期，水位調控加強底泥排出

由於空庫防淤期間水庫水位需調降至低水位，為避免水位過低造成水庫底泥容易揚起，建議於空庫防淤期間，可略為提高水庫蓄水高度再進行放空清淤，藉以利用放空水位高差加強水庫底泥清淤成效，此舉應有助於改善水庫淤積，延長水庫壽命。

二、水庫引水水質監測及水量調控

水庫雖於空庫防淤期間將水位需調降至低水位，但仍需配合下游供給下游用水需求，而辦理越域引水之操作，其水源來自旗山溪，因亦屬豐水期故引水水體其 SS 因降雨沖刷影響，其濃度常有偏高情形；為避免越域引水操作時引入大量 SS，反而造成庫區額外之內部負荷，因此於取水口前端可設置 SS 水質監測器，若 SS 濃度超過 800 mg/L，則延後引水時程至少 3 天或減半引水量之操作方式。

3.2.4 特殊時期改善措施

於夏季期間受到溫度提升影響，水質中易因藻類數量增加而產生藻類代謝物質，進而導致藻臭物質(geosmin 及 2-MIB)提升現象，使出流水略有臭味產生之情形。參考澄清湖水質改善曝氣工程計畫成果，若於短時間提高湖底溶氧高於 4.0 mg/L，將有助於水中綠藻獲得控制及去除水中臭味；倘阿公店水庫後續亦有相關問題，建議可於空庫防淤期間於水庫出口端，設置深水層曝氣設施，藉由水體擾動使臭味物質揮發，並提升水中溶氧，減少後續供水運送中水質臭度提升之可能。

第四章 改善場址環境說明

4.1 污染熱區分析

4.1.1 污染熱區界定

參考「106年南區水庫水質永續管理計畫·成大國際水質研究中心」，該計畫依整個阿公店水庫集水區進行總磷污染量估計算，以2008至2014年越域引水量統計，越域引水量約占水庫總入流量之37%，貢獻水庫54%，集水區內非點源占總量之37%(非點源污染以果樹種植及建地為主)，生活污水占9%。

該計畫並針對水庫上游集水區熱區界定。以入庫溪流及集水區污染源調查進行整個阿公店集水區之採樣規劃。並進行「分析顆粒磷與溶解磷濃度」、「分析產毒性有害藻類與代謝物質」、「以螢光激發光譜矩陣(FEEM)分析有機物成分與來源研判」、「分析水質生光特性」、「運用新興污染物做為示蹤劑鑑定疑似污染源」以確認污染成分與來源。

經推估計算後，如圖4.1-1，其17號次集水區之點源污染較高，有136 kg/yr，其次為5號次集水區為127 kg/yr。再者於非點源計算推估最高則為5號次集水區，推估量為533 kg/yr，其次則為17號次集水區有441 kg/yr的推估量。其總量最高則以5號次集水區有660 kg/yr，再者為17號次集水區有577 kg/yr的推估量。其中3、5、7、14與12號次集水區為生活與農業污染熱區，20、21與22號為臨庫遊憩污染熱區。

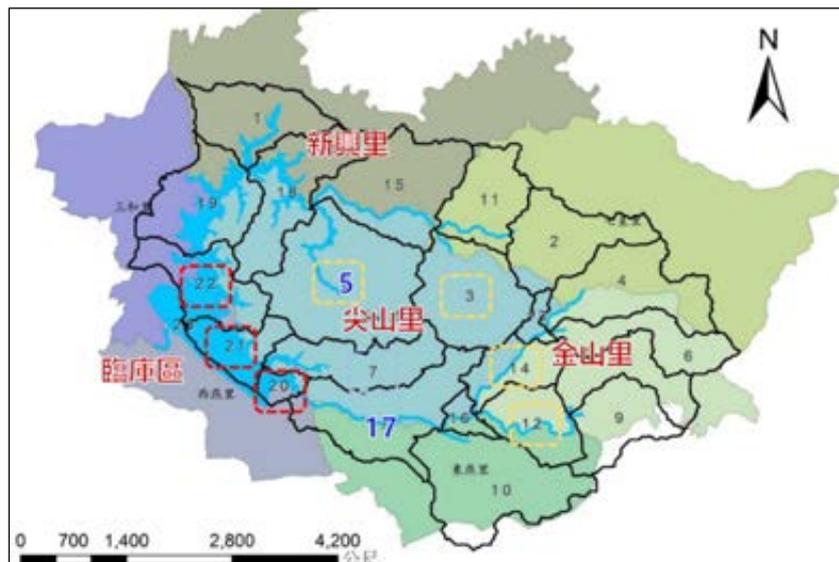


圖 4.1-1 阿公店水庫污染熱區說明圖

參考前述計畫與「102年度阿公店水庫優養化改善計畫，經濟部水利署南區水資源局」等相關文獻，並經本計畫現地勘查與了解，發現鄰近庫區可能排放污水之區域，與前述文獻資料吻合，如圖 4.1-2，計有：

- 一、和尚莊地區：包含和尚莊聚落、沃野山丘(餐廳)、悟光精舍等民生污水。
- 二、過鞍子地區：聚落民生污水。
- 三、尖山 A 地區：聚落民生污水、部分非點源污染(果樹種植)。
- 四、尖山 B 地區：主要為周圍非點源污染(果樹種植)
- 五、新興地區：聚落民生污水。
- 六、菜堂寮地區：聚落民生污水。
- 七、菜寮地區：聚落民生污水。
- 八、南水局辦公區：辦公室污水



圖 4.1-2 污染熱區區位說明圖

4.1.2 污染熱區現況

一、和尚莊地區

和尚莊聚落、沃野山丘(餐廳)及悟光精舍等所排放民生污水，均就地排放至邊溝。沃野山丘與悟光精舍為新建建築，和尚莊聚落則為較老舊社區，但房屋現況尚佳，如照片 4.1-1~照片 4.1-3。

二、過鞍子地區

過鞍子地區聚落民生污水，均藉邊溝就地排放。聚落為較老舊社區，但房屋現況尚佳，如照片 4.1-4。

三、尖山 A 地區

尖山 A 地區聚集污水有民生污水及部分非點源污染(果樹種植)，均流入地區性小排水中。聚落為較老舊社區，座落分散，但房屋現況尚佳，如照片 4.1-6。

四、尖山 B 地區

尖山 B 地區住戶零星，主要為周圍果樹種植造成之非點源污染，蓄積在下游水塘，如照片 4.1-7 及照片 4.1-8。

五、新興地區

新興地區聚落民生污水，均藉邊溝就地排放，但由於聚落範圍廣大，但住戶零星，邊溝中較難看到明顯污水流路。聚落為較老舊社區，但房屋現況尚佳，如照片 4.1-9 及照片 4.1-10。

六、菜堂寮地區

菜堂寮地區聚落民生污水，均藉邊溝就地排放。聚落為較老舊社區，但房屋現況尚佳，如照片 4.1-11。

七、菜寮地區

菜寮地區聚落民生污水，均藉邊溝就地排放。聚落為較老舊社區，但房屋現況尚佳，如照片 4.1-12。

八、南水局辦公區

南水局辦公區共有兩區位廁所，一為門口警衛室後方遊客用廁所，已於 107 年改管外排工程路(集水區外)，另則為位於南水局辦公大樓兩側的兩座合併式淨化槽(FRP)，如照片 4.1-13~照片 4.1-14，辦公大樓使用後污水經由合併式淨化槽處理後(該合併式淨化槽並未有除磷功能)，排入邊溝系統，但間接排入東側污泥儲放區，最終亦將排入阿公店水庫內。



照片 4.1-1 和尚莊聚落污水排放



照片 4.1-2 沃野山丘



照片 4.1-3 悟光精舍污水排放



照片 4.1-4 過鞍子地區污水排放



照片 4.1-5 尖山 A 地區污水排放



照片 4.1-6 尖山 A 地區污水排放



照片 4.1-7 尖山 B 地區果園



照片 4.1-8 尖山 B 地區水塘



照片 4.1-9 新興地區污水排放



照片 4.1-10 新興地區污水排放



照片 4.1-11 菜堂寮地區污水排放



照片 4.1-12 菜寮地區污水排放



照片 4.1-13 南水局辦大樓 FRP1



照片 4.1-14 南水局辦大樓 FRP2

4.2 用地資料彙整

4.2.1 場址位置說明

阿公店水庫點源污染量以尖山里、新興里為主要民生污染熱點。經參考相關研究計畫，並經本計畫現地勘查，鄰近庫區主要排放民生污水之區域，計有和尚莊地區、過鞍子地區、尖山 A、尖山 B 地區、新興地區、菜堂寮地區、菜寮地區、南水局辦公區等八處，應為需進行處理之區位，如圖 4.2-1 至圖 4.2-9。

上述各區位乃位於庫區上游，未鄰旺萊溪與濁水溪河道，故不臨河川衝擊面。集水區地形地勢落差較大，根據文獻及調查，未有淹水情形，僅和尚莊地區與空庫排淤及蓄水期水位落差與所及範圍有關。



圖 4.2-1 處理區位位置圖



圖 4.2-2 和尚莊地區用地位置圖

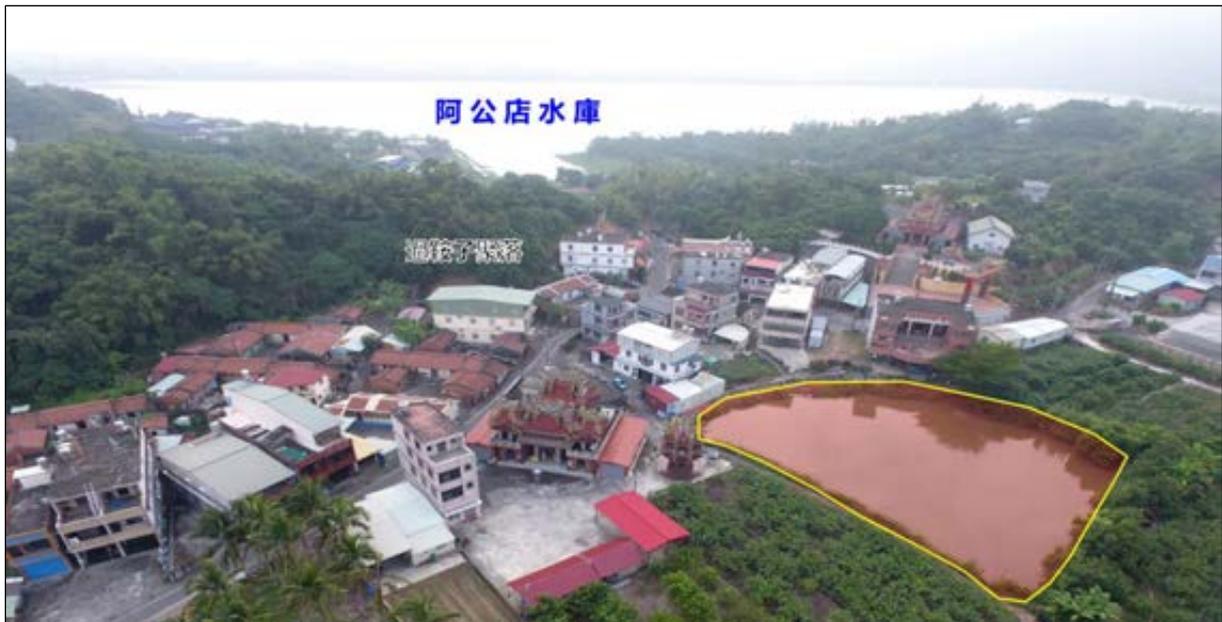


圖 4.2-3 過鞍子地區用地位置圖



圖 4.2-4 尖山 A 地區用地位置圖



圖 4.2-5 尖山 B 地區用地位置圖



圖 4.2-6 新興地區用地位置圖

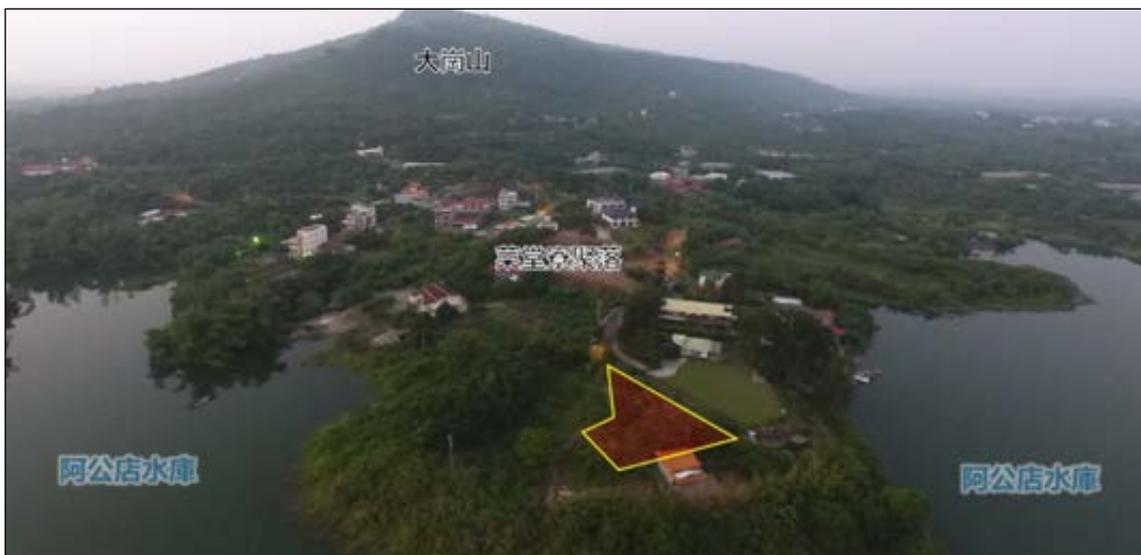


圖 4.2-7 菜堂寮地區用地位置圖



圖 4.2-8 菜寮地區用地位置圖



圖 4.2-9 南水局辦公區用地位置圖

4.2.2 用地權屬說明

一、和尚莊地區用地

和尚莊地區可供作為水質改善之公有地，經詳細調查與評估，該位置緊鄰阿公店水庫東側，屬燕巢區尖山段，包含 1270、1270-1、1270-14、1264-7、1266、1268-1 等 6 筆地號，如圖 4.2-10，面積共 14,718 m²，管理者為經濟部水利署南區水資源局，如表 4.2-1。

二、過鞍子地區

過鞍子地區可供作為水質改善之公有地，經詳細調查與評估，該位置位於過鞍子聚落中央，屬燕巢區尖山段 1116-2 地號，如圖 4.2-11，面積共 2,715 m²，管理者為財政部國有財產署，如表 4.2-2。

三、尖山 A 地區

尖山 A 地區可供作為水質改善之公有地，經詳細調查與評估，該位置位於尖山二人工濕地旁，屬燕巢區尖山段，包含 1064-3、1064-19 等 2 筆地號，如圖 4.2-12，面積共 17,491 m²，管理者為經濟部水利署南區水資源局，如表 4.2-3。

四、尖山 B 地區

尖山 B 地區可供作為水質改善之公有地，經詳細調查與評估，該位置位於尖山社區活動中心南側，屬燕巢區尖山段，包含 681-11、736-7、681-93、681-95、681-90 等 5 筆地號，如圖 4.2-13，面積共 30,901 m²，地號管理者為經濟部水利署南區水資源局，如表 4.2-4。

五、新興地區

新興地區可供作為水質改善之公有地，經詳細調查與評估，該位置位於下仔聚落西南側，屬田寮區牛稠埔段 638-32 地號，如圖 4.2-14，面積共 8,099 m²，管理者為行政院農業委員會林務局，如表 4.2-5。

六、菜堂寮地區

菜堂寮地區可供作為水質改善之公有地，經詳細調查與評估，該位置緊鄰阿公店水庫西北側，屬田寮區牛稠埔段，包含 700-58、700-59 等 2 筆地號，如圖 4.2-15，面積共 2,749 m²，管理者為財政部國有財產署，如表 4.2-6。

七、菜寮地區

菜寮地區可供作為水質改善之公有地，經詳細調查與評估，該位置緊鄰阿公店水庫西側，屬岡山區挖子段 45-2 地號，如圖 4.2-16，面積共 2,063 m²，管理者為經濟部水利署南區水資源局，如表 4.2-7。

八、南水局辦公區

南水局辦公區區可供作為水質改善之公有地，經詳細調查與評估，位於辦公區範圍內，屬岡山區瓊東段 232 地號，如圖 4.2-17，面積共 7,742 m²，管理者為經濟部水利署南區水資源局，如表 4.2-8。

表 4.2-1 和尚莊地區地籍資料表

項次	段號	地號	面積(m ²)	所有權人	管理者
1	尖山段	1270	1,636	中華民國	經濟部水利署 南區水資源局
2	尖山段	1270-1	260	中華民國	經濟部水利署 南區水資源局
3	尖山段	1270-14	2,892	中華民國	經濟部水利署 南區水資源局
4	尖山段	1264-7	8,364	中華民國	經濟部水利署 南區水資源局
5	尖山段	1266	1,372	中華民國	經濟部水利署 南區水資源局
6	尖山段	1268-1	194	中華民國	經濟部水利署 南區水資源局

註：地籍圖及土地謄本資料詳附件二

表 4.2-2 過鞍子地區地籍資料表

項次	段號	地號	面積(m ²)	所有權人	管理者
1	尖山段	1116-2	2,715	中華民國	財政部國有財產署

註：地籍圖及土地謄本資料詳附件二

表 4.2-3 尖山 A 地區地籍資料表

項次	段號	地號	面積(m ²)	所有權人	管理者
1	尖山段	1064-3	500	中華民國	經濟部水利署 南區水資源局
2	尖山段	1064-19	16,991	中華民國	經濟部水利署 南區水資源局

註：地籍圖及土地謄本資料詳附件二

表 4.2-4 尖山 B 地區地籍資料表

項次	段號	地號	面積(m ²)	所有權人	管理者
1	尖山段	681-11	9,883	中華民國	經濟部水利署 南區水資源局
2	尖山段	736-7	16,609	中華民國	經濟部水利署 南區水資源局
3	尖山段	681-93	3,843	中華民國	經濟部水利署 南區水資源局
4	尖山段	681-95	246	中華民國	經濟部水利署 南區水資源局
5	尖山段	681-90	320	中華民國	經濟部水利署 南區水資源局

註：地籍圖及土地謄本資料詳附件二

表 4.2-5 新興地區地籍資料表

項次	段號	地號	面積(m ²)	所有權人	管理者
1	牛稠埔段	638-32	8,099	中華民國	行政院農業委員會 林務局

註：地籍圖及土地謄本資料詳附件二

表 4.2-6 菜堂寮地區地籍資料表

項次	段號	地號	面積(m ²)	所有權人	管理者
1	牛稠埔段	700-58	2,286	中華民國	財政部國有財產署
2	牛稠埔段	700-59	463	中華民國	財政部國有財產署

註：地籍圖及土地謄本資料詳附件二

表 4.2-7 菜寮地區地籍資料表

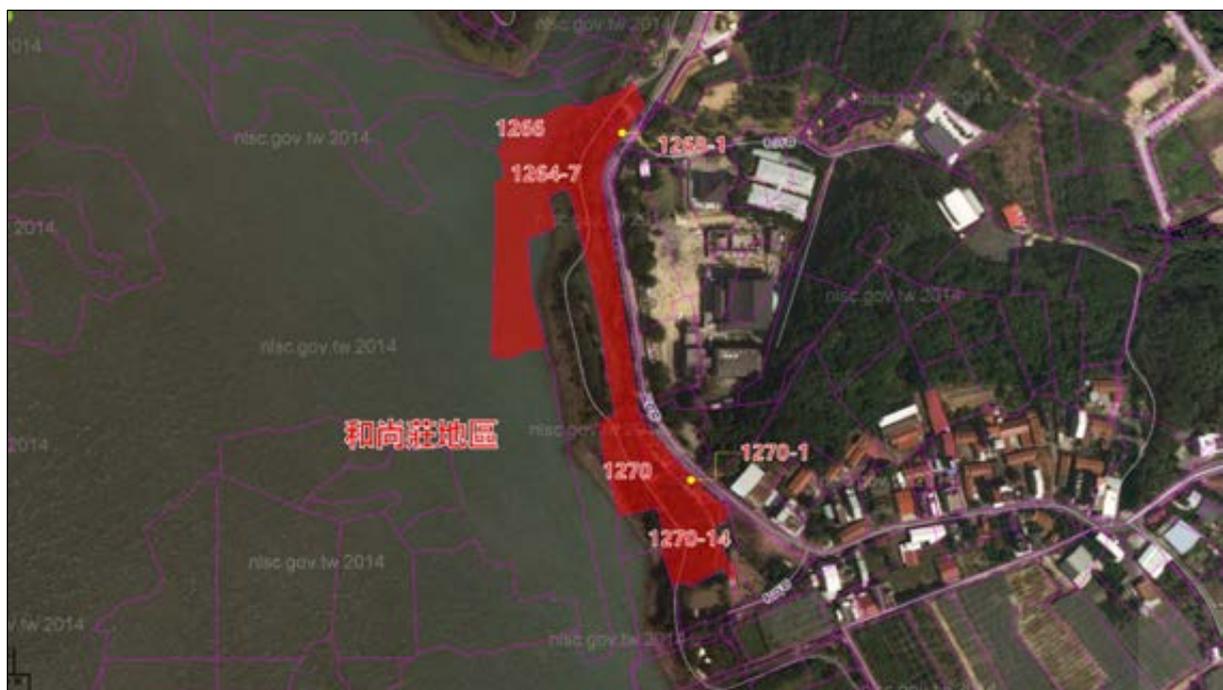
項次	段號	地號	面積(m ²)	所有權人	管理者
1	挖子段	45-2	2,063	中華民國	經濟部水利署 南區水資源局

註：地籍圖及土地謄本資料詳附件二

表 4.2-8 南水局辦公區地籍資料表

項次	段號	地號	面積(m ²)	所有權人	管理者
1	瓊東段	232	7,743	中華民國	經濟部水利署 南區水資源局

註：地籍圖及土地謄本資料詳附件二



資料來源：內政部國土測繪中心(2018)

圖 4.2-10 和尚莊地區用地地籍套繪圖



圖 4.2-11 過鞍子地區用地地籍套繪圖

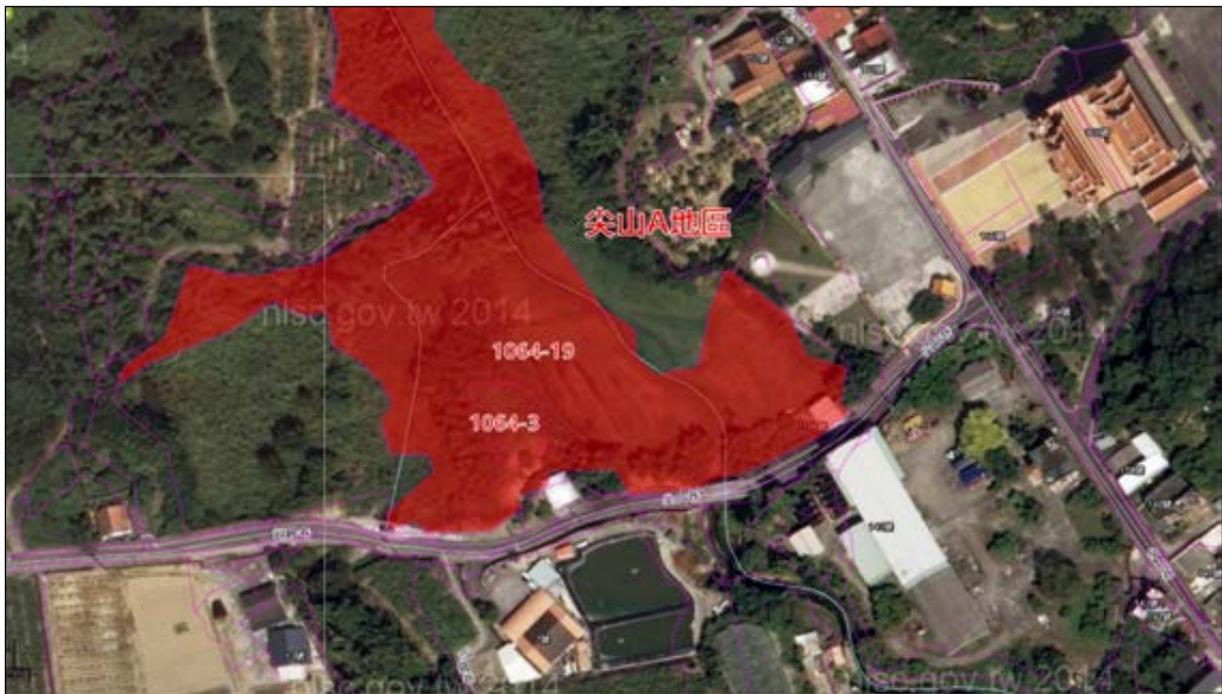


圖 4.2-12 尖山 A 地區用地地籍套繪圖



圖 4.2-13 尖山 B 地區用地地籍套繪圖

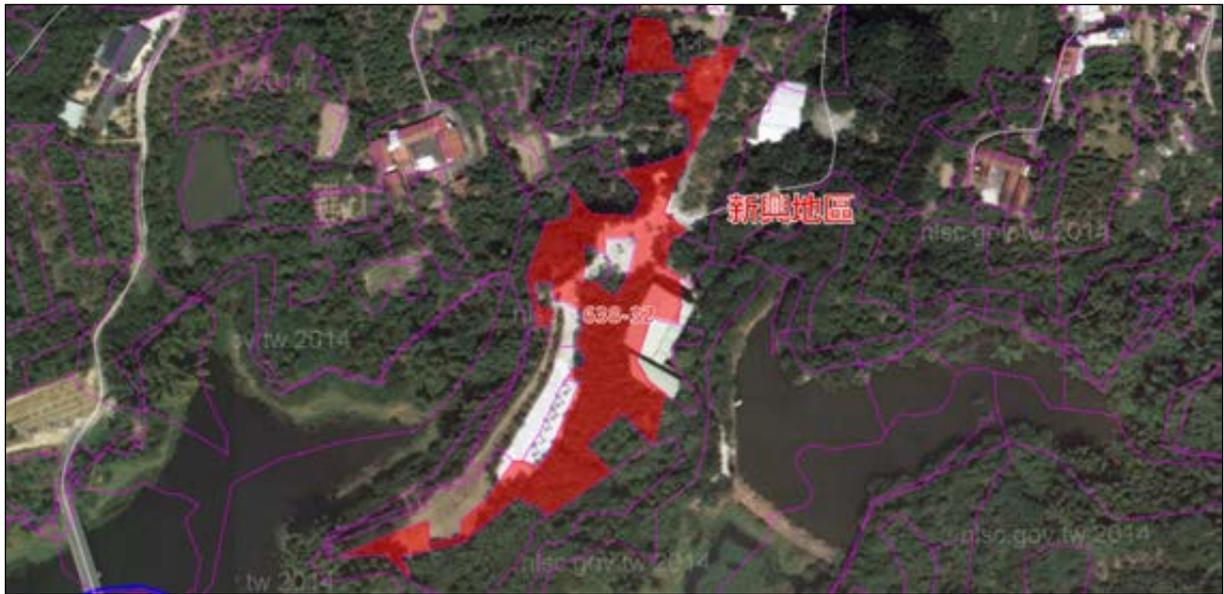


圖 4.2-14 新興地區用地地籍套繪圖



圖 4.2-15 菜堂寮地區用地地籍套繪圖



圖 4.2-16 菜寮地區用地地籍套繪圖



圖 4.2-17 南水局辦公區用地地籍套繪圖

4.3 用地鄰近設施位置調查

4.3.1 基地現況

一、和尚莊地區

本用地非屬都市計畫區內，為山坡地保育區之水利用地。現況為阿公店水庫東側綠地，位於環湖自行車道及尖山一人工濕地旁，如圖 4.3-1。和尚莊地區用地有兩處，第一處場址位於濕地北側，鄰近悟光精舍及沃野山丘餐廳；第二處場址位於溼地南側，較靠近和尚莊聚落。

二、過鞍子地區

本用地非屬都市計畫區內，為山坡地保育區之養殖用地。現況作為水塘使用，位於過鞍子聚落中央，緊鄰聚落住宅，當地居民視為風水寶地，如圖 4.3-2。

三、尖山 A 地區

本用地非屬都市計畫區內，為山坡地保育區之水利用地。現況為尖山二人工溼地旁之土丘，位於南聖宮廟宇前，如圖 4.3-3。

四、尖山 B 地區

本用地非屬都市計畫區內，為山坡地保育區之水利用地。現況為阿公店水庫東南側上游渠道，場址周圍多為果園，鄰近尖山社區活動中心，如圖 4.3-4。

五、新興地區

本用地非屬都市計畫區內，為一般農業區之農牧用地。場址位於下仔聚落鄰近阿公店水庫處，現況為停車場空間使用，位於包總廚森林餐廳西側，如圖 4.3-5。

六、菜堂寮地區

本用地非屬都市計畫區內，為山坡地保育區之農牧用地。場址位於映月湖山莊餐廳南側，現況為阿公店水庫西北側綠地，如圖 4.3-6。

七、菜寮地區

本用地非屬都市計畫區內，為山坡地保育區之遊憩用地。場址位於菜寮聚落南側，現況為阿公店水庫西側綠地，位於環湖自行車道旁，如圖 4.3-7。

八、南水局辦公區

本用地非屬都市計畫區內，為一般農業區之特定目的事業用地。現況為南水局東南側園區車道，靠近南水局東側停車場，如圖 4.3-8。



圖 4.3-1 和尚莊地區用地現況圖



圖 4.3-2 過鞍子地區用地現況圖

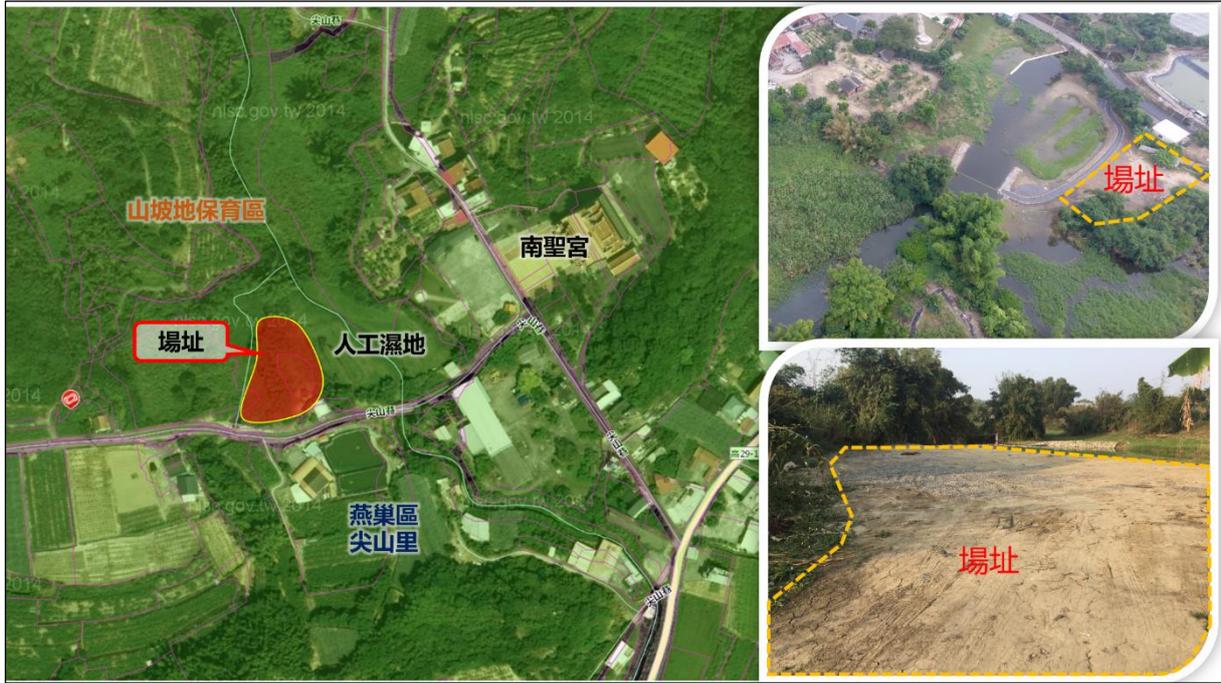


圖 4.3-3 尖山 A 地區用地現況圖



圖 4.3-4 尖山 B 地區用地現況圖



圖 4.3-5 新興地區用地現況圖

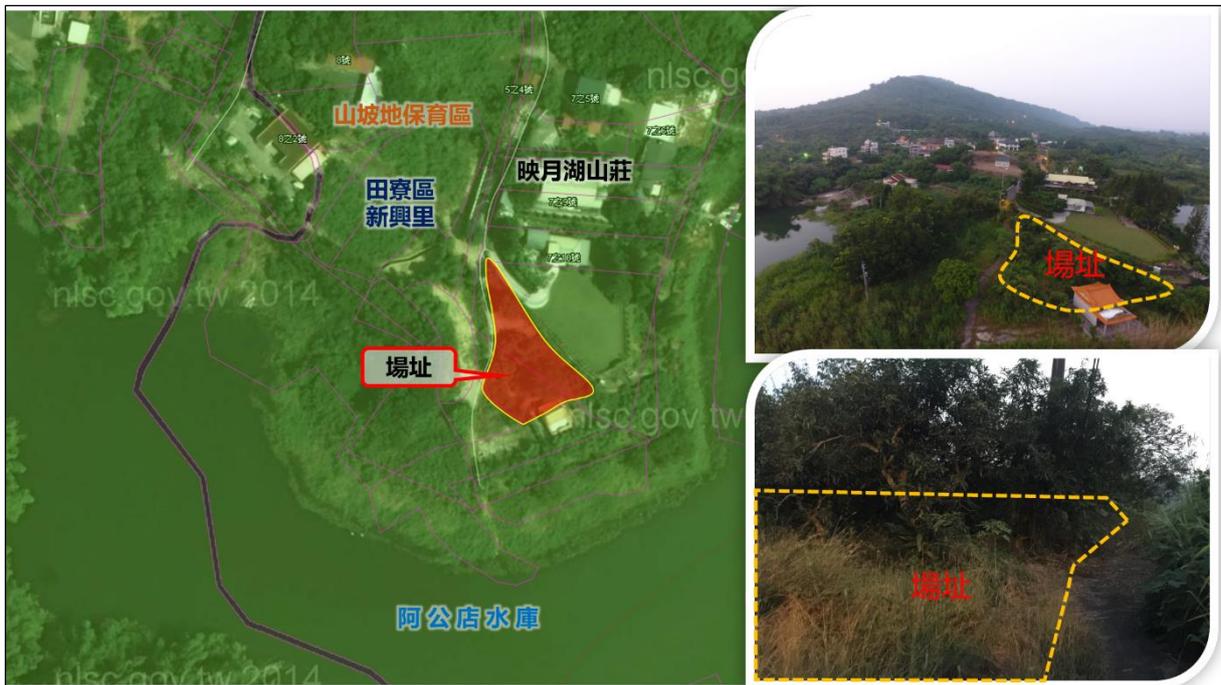


圖 4.3-6 菜堂寮地區用地現況圖



圖 4.3-7 菜寮地區用地現況圖



圖 4.3-8 南水局辦公區用地現況圖

4.3.2 聯絡道路

水質淨化設施設置作業，於施工階段及後續操作維護運轉階段，均須考量相關車輛進出動線，以利施工機具及維護車輛進出，本計畫用地位置均鄰近道路旁，應妥適規劃進出道路配置，以利車輛進出，避免影響附近交通及施作人員安全，相關作業始得順利進行。

經現地勘查，各場址動線單純，茲規劃施工階段及後續操作維護運轉階段進出道路配置，說明如下：

一、和尚莊地區

如圖 4.3-9，有關施工階段動線，本區兩處場址東側臨和尚巷，路寬約 8 公尺，西側緊臨阿公店環湖自行車道，路寬約 2.5 公尺，場址左右兩側皆可供做為施工進出道路使用，沿道路邊緣設有圍籬但仍有預留出入口，且場址附近亦有空地可供機具停放，可順利進出基地無虞。後續操作維護運轉階段亦可使用上述路線進出。

二、過鞍子地區

過鞍子地區僅唯一道路過鞍巷，聚落地方巷弄狹窄，施工機具進出不易。

三、尖山 A 地區

如圖 4.3-10，有關施工階段動線，本區場址南側臨過鞍巷，路寬約 7 公尺，可供做為施工進出道路使用，且場址內亦有足夠面積可供機具停放，可順利進出基地無虞。後續操作維護運轉階段亦可使用上述路線進出。

四、尖山 B 地區

如圖 4.3-11，有關施工階段動線，本區場址西側臨紅山巷，路寬約 8 公尺，南側則臨約 5 公尺紅山巷，可供做為施工進出道路使用。惟因本區公有地位於河道中央，周圍則為私有地，交通使用上需經周圍土地所有權人同意進入施作。後續操作維護運轉階段亦可使用上述路線進出。

五、新興地區

如圖 4.3-12，有關施工階段動線，本區場址北側靠近和興路，路寬約 6 公尺，串聯既有和興路巷弄，可供做為施工進出道路使用，場址附近亦有空地可供機具停放，可順利進出基地無虞。惟因本區需行經私有地，需經由土地所有權人同意進入施作。後續操作維護運轉階段亦可使用上述路線進出。

六、菜堂寮地區

如圖 4.3-13，有關施工階段動線，本區場址西側臨山隙路，路寬約 3.3 公尺，可供做為施工進出道路使用，且場址附近亦有空地可供機具停放，可順利進出基地無虞。後續操作維護運轉階段亦可使用上述路線進出。

七、菜寮地區

如圖 4.3-14，有關施工階段動線，本區場址西側臨菜寮路，路寬約 12 公尺，東側緊臨阿公店環湖自行車道，路寬約 2.5 公尺，場址左右兩側皆可做為施工進出道路使用，沿道路邊緣設有圍籬但仍有預留出入口，且場址附近亦有空地可供機具停放，可順利進出基地無虞。後續操作維護運轉階段亦可使用上述路線進出。

八、南水局辦公區

如圖 4.3-15，有關施工階段動線，本區場址為南水局園內車道，北側為南區水資源局辦公區，南側銜接工程路，路寬約 10 公尺，可供做為施工進出道路使用，沿道路邊緣設有自行車道隔離但仍有預留主要出入口，且場址附近亦有大面積停車場空地可供機具停放，可順利進出基地無虞。後續操作維護運轉階段亦可使用上述路線進出。



圖 4.3-9 和尚莊地區進出道路方案規劃圖



圖 4.3-10 尖山 A 地區進出道路方案規劃圖



圖 4.3-11 尖山 B 地區進出道路方案規劃圖

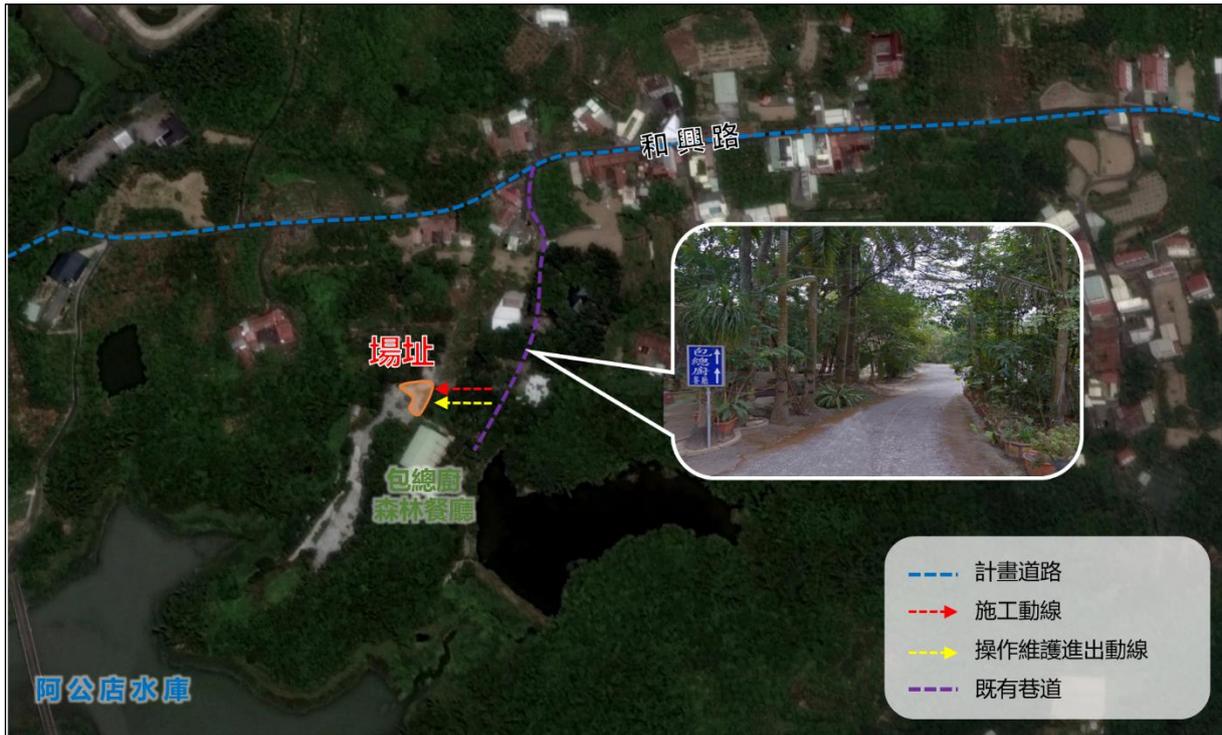


圖 4.3-12 新興地區進出道路方案規劃圖



圖 4.3-13 菜堂寮地區進出道路方案規劃圖



圖 4.3-14 菜寮地區進出道路方案規劃圖

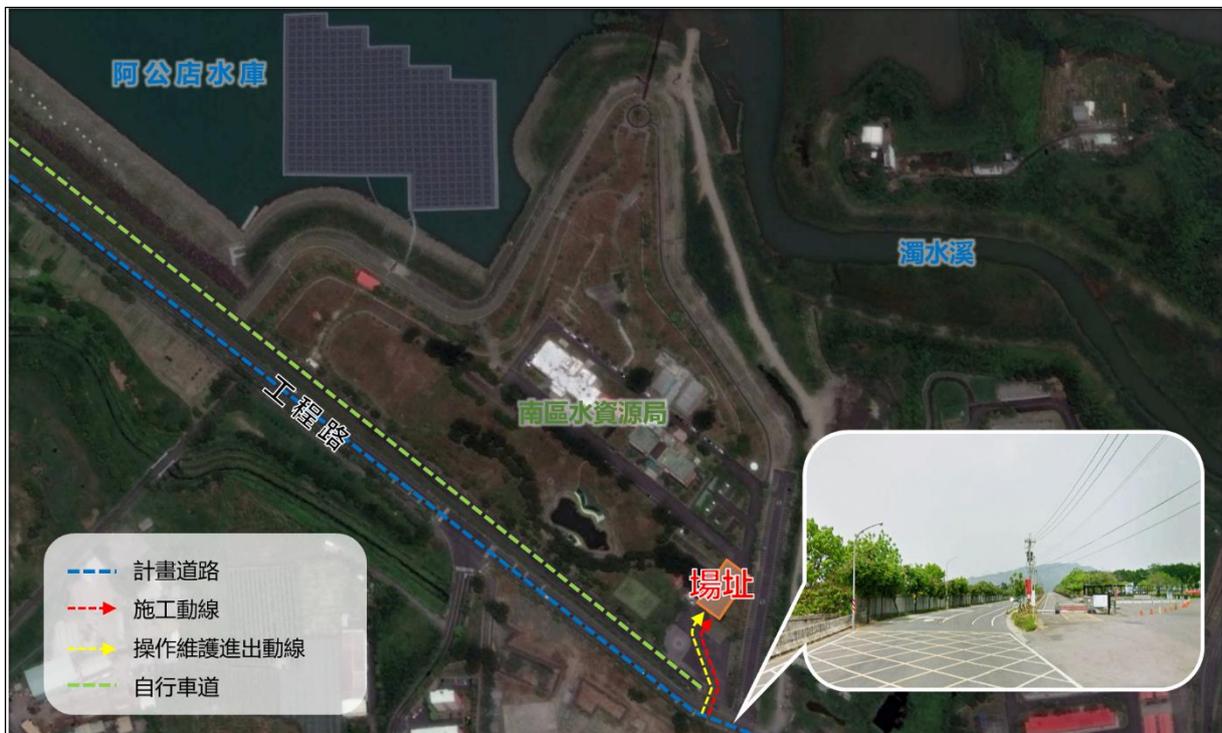


圖 4.3-15 南水局辦公區進出道路方案規劃圖

4.3.3 輸配電路

本計畫各場址皆鄰近主要道路，道路側邊皆設有台電電桿，供後續水質淨化相關設施供電使用十分便利，如圖 4.3-16。



圖 4.3-16 計畫場址鄰近電桿現況圖

第五章 地形地質特徵及生態調查

5.1 測量作業

為瞭解本計畫建議場址預定地地形高程相關測量資訊，於場址（包含周圍聯絡道路、鄰近既有設施等）進行地形測量作業，施測範圍如圖 5.1-1。其測量相關工作規範如下：

1. 高程採用以內政部一等水準點之基樁為準，以公尺為單位計至公厘為止，基準樁位必須配合管線工程所引用之點位。
2. 平面控制採用內政部九二一地震後重測之台灣省三角點國際坐標二度分帶系統，以公尺為單位，計至公厘為止。
3. 測量採用 TWD97 坐標系統為基準。
4. 地形測量過程所引伸之導線點需均佈於場址範圍，以提供規劃設計之依據，控制點應設置於不易遭受破壞之地點。



圖 5.1-1 本計畫測量範圍圖



一、控制點與平面測量

本計畫控制點採用內政部地政司公告之一等水準點為基準，而坐標系統為台灣地區二度分帶 TWD 97 座標系統(921 地震後系統)，高程系統為 TWVD2001 系統(2009 年公告資料)，並化算至阿公店水庫高程系統。(阿公店水庫高程=一等水準高程系統-0.413m)，已知控制點如表 5.1-1。

表 5.1-1 已知控制點一覽表

點號	TWD97【2010】坐標		阿公店水庫高程	TWVD2001 一等水準高程	埋設 年度	埋設 單位
	縱坐標 N	橫坐標 E				
L11	2523857.270	182490.037	42.378	42.791	94	南水局
L25	2522566.045	184431.430	43.581	43.993	104	南水局
L34	2526031.464	184102.343	45.631	46.043	97	南水局
R01	2522901.788	184402.068	44.303	44.715	94	南水局
R05	2523559.058	183860.569	40.073	40.485	102	南水局

所引用之平面控制點、水準點，需與同一測量成果系統之其他平面控制點、水準點相互檢測無誤後，方能引用。平面控制點之檢測可採 GPS 測量施測，檢測角度誤差小於 20 秒，距離誤差小於 1/20000 或距離差小於 3 公分視為無誤。

本次測量使用現有之控制點引測，量測前依規範檢測各控制點，其檢測成果如表 5.1-2。

表 5.1-2 控制點檢測成果表

距離檢測成果表						
起點	迄點	檢測距離	反算距離	較差	精度	合格(1/20000)
L11	L25	2331.5508	2331.5807	-0.0300	1/77793	√
L11	L34	2706.7317	2706.7786	-0.0468	1/57809	√
L11	R05	1402.5804	1402.6006	-0.0201	1/69643	√
L25	L34	3480.9411	3481.0095	-0.0684	1/50895	√
L25	R05	1145.4068	1145.4070	-0.0002	1/6676951	√
L34	R05	2484.1279	2484.1993	-0.0714	1/34787	√

表 5.1-2 控制點檢測成果表(續)

角度檢測成果表						
起點	迄點	檢測方位角 (度-分-秒)	反算方位角 (度-分-秒)	較差 (秒)	容許誤差 (秒)	合格(20 秒)
L11	L25	123-37-42.14	123-37-40.70	1.44	20	V
L11	L34	36-33-36.73	36-33-33.61	3.12	20	V
L11	R05	102-16-30.86	102-16-32.02	-1.16	20	V
L25	L34	354-34-32.95	354-34-31.01	1.94	20	V
L25	R05	330-06-26.22	330-06-22.92	3.31	20	V
L34	R05	185-35-08.99	189-35-06.49	2.50	20	V

本案平面控制測量檢測乃採用 TWD97 二度分帶坐標系統，以 Trimble R6 衛星定位接收儀，配合國土測繪中心之 e-GPS 即時動態衛星定位系統，以檢測南水局断面樁 L11、L25、L34、R05(詳圖 5.1-2)，並引測至測區內之新設控制點，總計六區共 24 點(詳圖 5.1-3)。

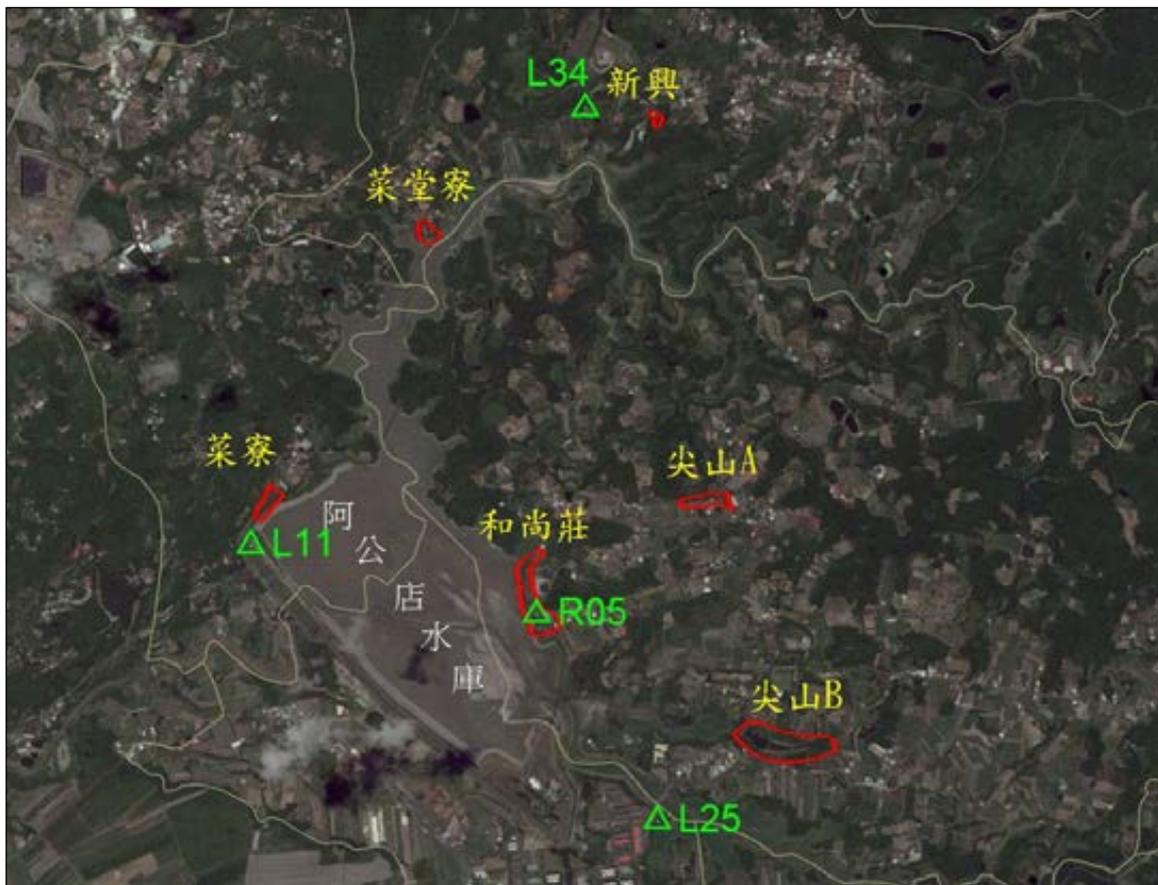

圖 5.1-2 控制點位分佈圖



圖 5.1-3 新設控制點分佈圖

二、高程測量

高程測量乃採用內政部國土測繪中心之 e-GNSS 系統三維坐標轉換服務平台進行大地起伏計算，求取測區內各控制點之一等水準系統正高及阿公店水庫高程系統之高程值(如表 5.1-3、圖 5.1-4~5.1-9)，並以阿公店水庫之高程系統作為本案高程系統之依據。



表 5.1-3 GPS 高程轉換正高及水庫高程

點號	縱坐標	橫坐標	橢球高	大地起伏	一等水準 正高	阿公店水庫 高程
GA01	2524107.761	182653.246	59.969	20.520	39.449	39.036
GA02	2524099.253	182590.256	60.372	20.518	39.854	39.441
GA03	2524029.988	182492.888	63.622	20.513	43.109	42.696
GA04	2524180.990	182569.471	65.822	20.517	45.305	44.892
GB01	2523499.123	183937.510	62.081	20.563	41.518	41.105
GB02	2523421.607	183867.233	59.968	20.560	39.408	38.995
GB03	2523809.550	183824.401	59.655	20.561	39.094	38.681
GB04	2523892.976	183882.108	61.450	20.564	40.886	40.473
GC01	2524063.627	184506.793	63.934	20.591	43.343	42.930
GC02	2524078.567	184591.206	62.258	20.594	41.664	41.251
GC03	2524092.529	184756.508	60.949	20.601	40.348	39.935
GC04	2524144.249	184788.583	63.706	20.603	43.103	42.690
GD01	2525808.227	184305.271	66.679	20.596	46.083	45.670
GD02	2525856.282	184324.298	67.193	20.597	46.596	46.183
GD03	2525910.349	184453.225	66.784	20.603	46.181	45.768
GD04	2525964.835	184454.600	68.228	20.603	47.625	47.212
GE01	2525522.069	183353.450	72.179	20.557	51.622	51.209
GE02	2525476.272	183326.957	68.134	20.555	47.579	47.166
GE03	2525391.451	183324.480	62.211	20.554	41.657	41.244
GE04	2525400.490	183364.176	62.451	20.556	41.895	41.482
TK01	2522976.732	184856.799	66.745	20.597	46.148	45.735
TK02	2522915.554	184787.343	69.462	20.594	48.868	48.455
TK03	2522935.881	185295.228	65.766	20.616	45.150	44.737
TK04	2522947.978	185346.090	66.363	20.618	45.745	45.332

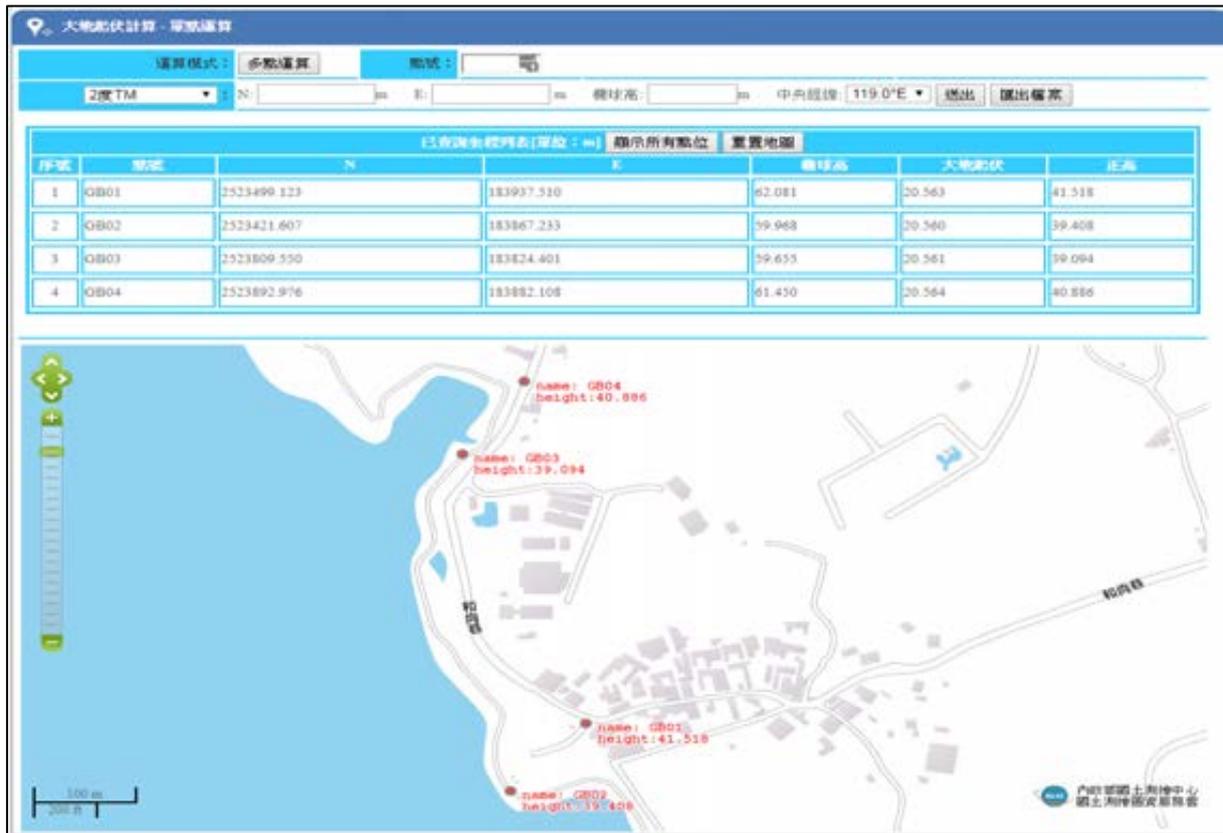


圖 5.1-4 GPS 高程轉換水準正高(和尚莊地區)

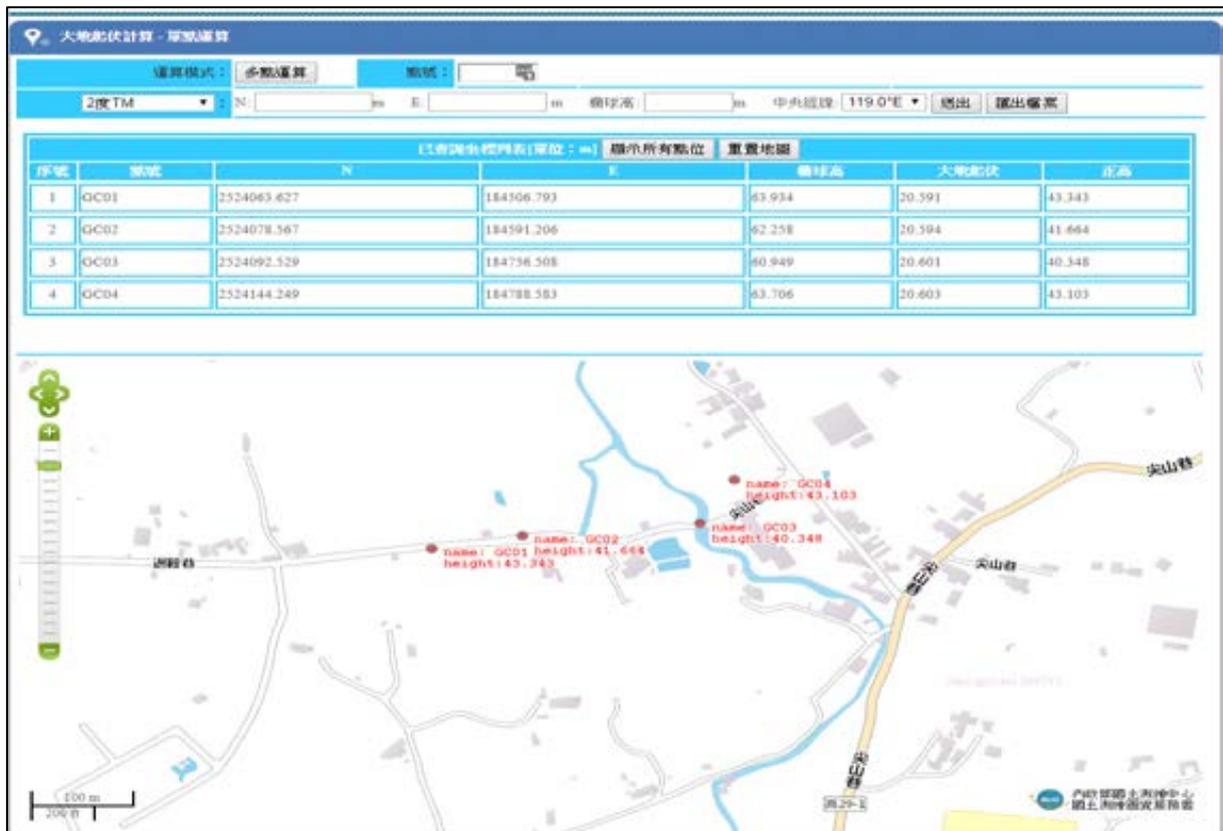


圖 5.1-5 GPS 高程轉換水準正高(尖山 A 地區)

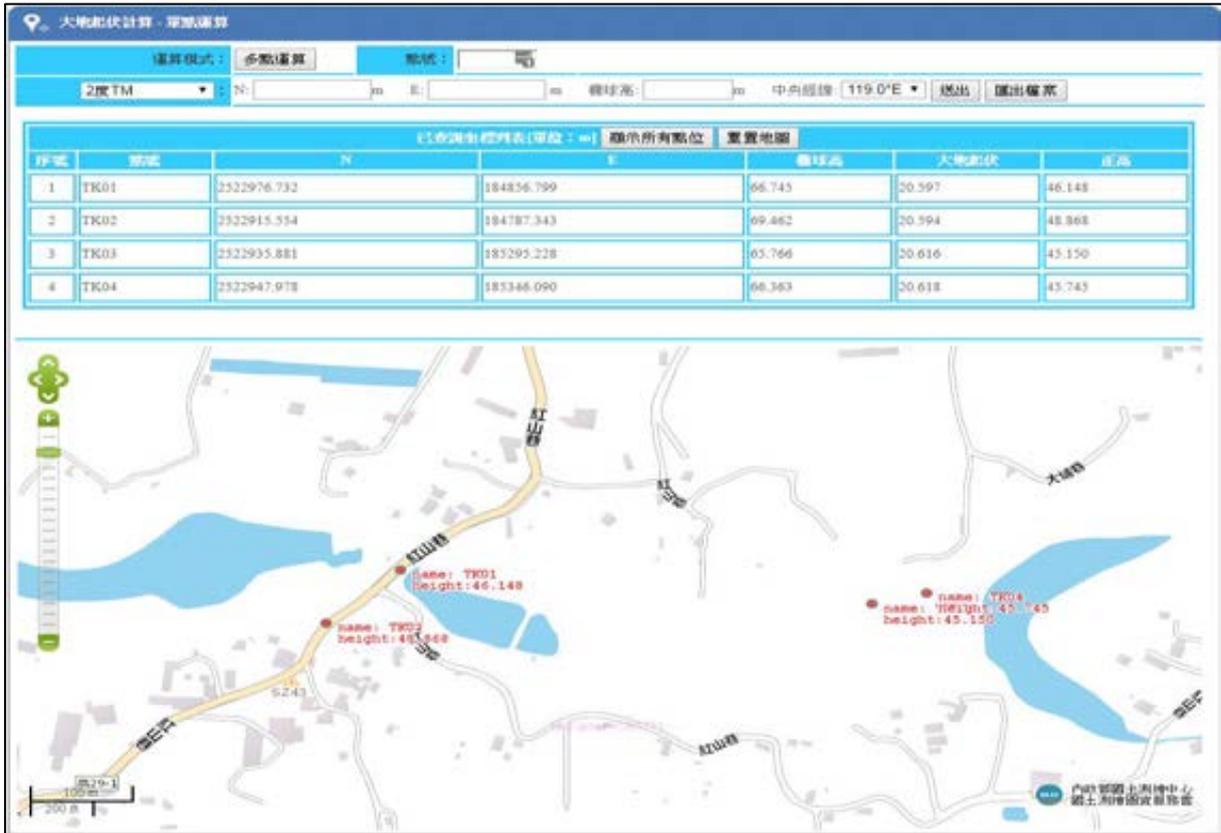


圖 5.1-6 GPS 高程轉換水準正高(尖山 B 地區)



圖 5.1-7 GPS 高程轉換水準正高(新興地區)



圖 5.1-8 GPS 高程轉換水準正高(菜堂寮地區)

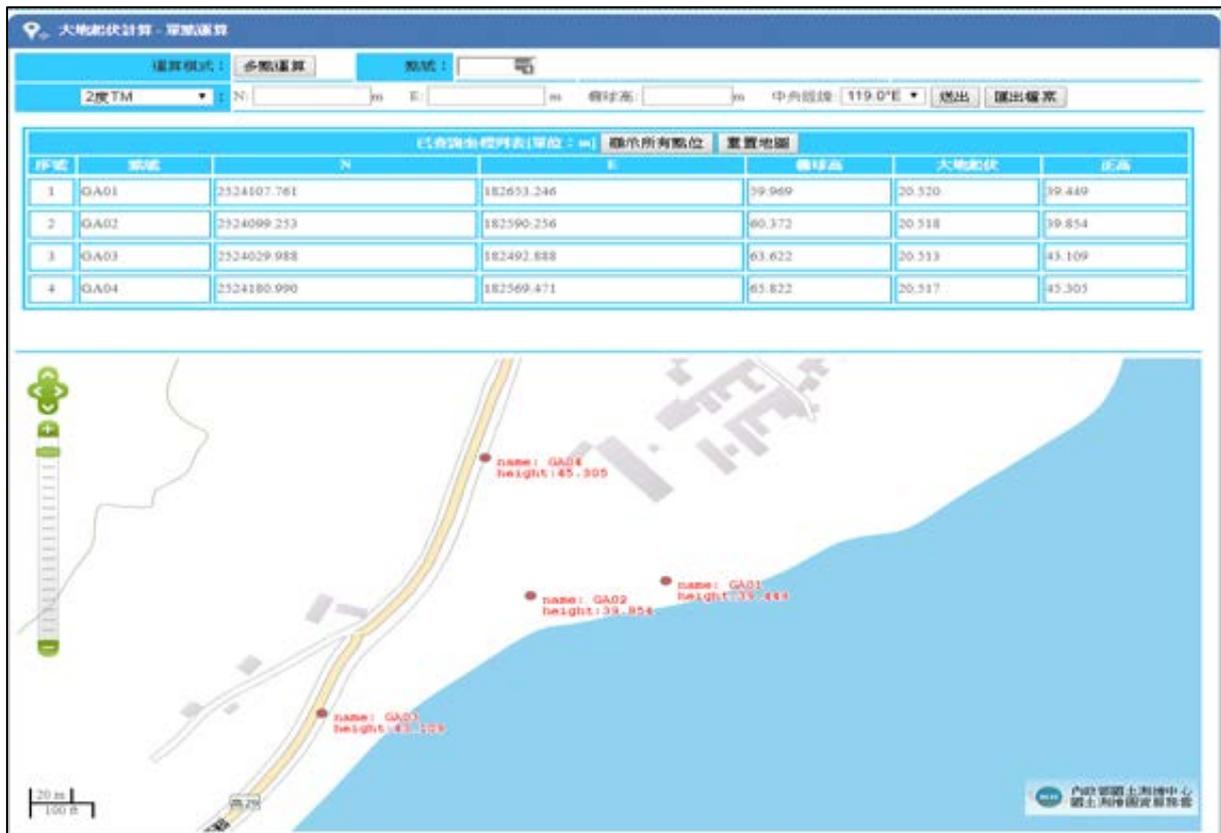


圖 5.1-9 GPS 高程轉換水準正高(菜寮地區)

三、地形測量

依據檢測後之控制點為基準，使用衛星定位儀配合雷射測距全測站經緯儀量測三次元地形現況，包含地形、地物、區域道路等，已測點方式記錄其座標位置並傳輸至電腦以 Auto CAD 繪圖軟體展示、計算與繪製成果。地形現況依所測得之測點將其展示至圖上，並繪製等高線圖描述地形趨勢；地物依類型繪製示意圖標示並附註相關圖例加以說明，平面測量成果如圖 5.1-10~圖 5.1-15。

(一)和尚莊地區地形走勢

本區範圍北側沃野山丘前方綠地高程約為 EL 38.20~39.02 之間，悟光精舍前方綠地及人工濕地高程約為 EL 39.02~39.50 之間，其南側前方則為高程落差大之人工濕地約 EL 37.87~39.60 之間，本區範圍南側鄰近和尚莊聚落之綠地高程約 EL 39.25~40.08 之間。故本區整體地勢呈現南高北低之走向。

(二)尖山 A 地區地形走勢

本區範圍西側鄰近過鞍子聚落高程約為 EL 42.30~42.73 之間，東側鄰近尖山聚落及尖山二人工濕地旁之高程約為 EL 39.83~40.49 之間，本區場址位於尖山二濕地旁空地，高程約為 EL 38.64~39.33 之間。故本區整體地勢呈現西高東低之走向。

(三)尖山 B 地區地形走勢

本區場址為高程落差大之河道溝渠及其周邊土地，本區範圍西側高程約為 EL 39.20~40.22 之間，東側高程約為 EL 39.13~40.86 之間；北側高程約為 EL 44.73~46.82 之間，南側高程約為 EL 43.46~46.90 之間。故本區河道整體地勢高程較為平均，均往河道處高程漸低。

(四)新興地區地形走勢

本區範圍北側鄰近下仔聚落之高程約為 EL 45.65~48.70 之間，南側鄰近阿公店水庫土地高程約為 EL 39.01~46.32 之間。故本區整體地勢呈現北高南低之走向。



(五)菜堂寮地區地形走勢

本區範圍北側鄰近菜堂寮聚落之高程約為 EL 45.15~50.82 之間，南側鄰近阿公店水庫土地高程約為 EL 34.30~41.24 之間。故本區整體地勢呈現北高南低之走向。

(六)菜寮地區地形走勢

本區範圍西北側鄰近菜寮聚落之高程約為 EL 41.50~45.16 之間，東南側鄰近阿公店水庫土地高程約為 EL 37.16~42.22 之間。故本區整體地勢呈現西北高東南低之走向。

【餘詳附件三測量成果報告】

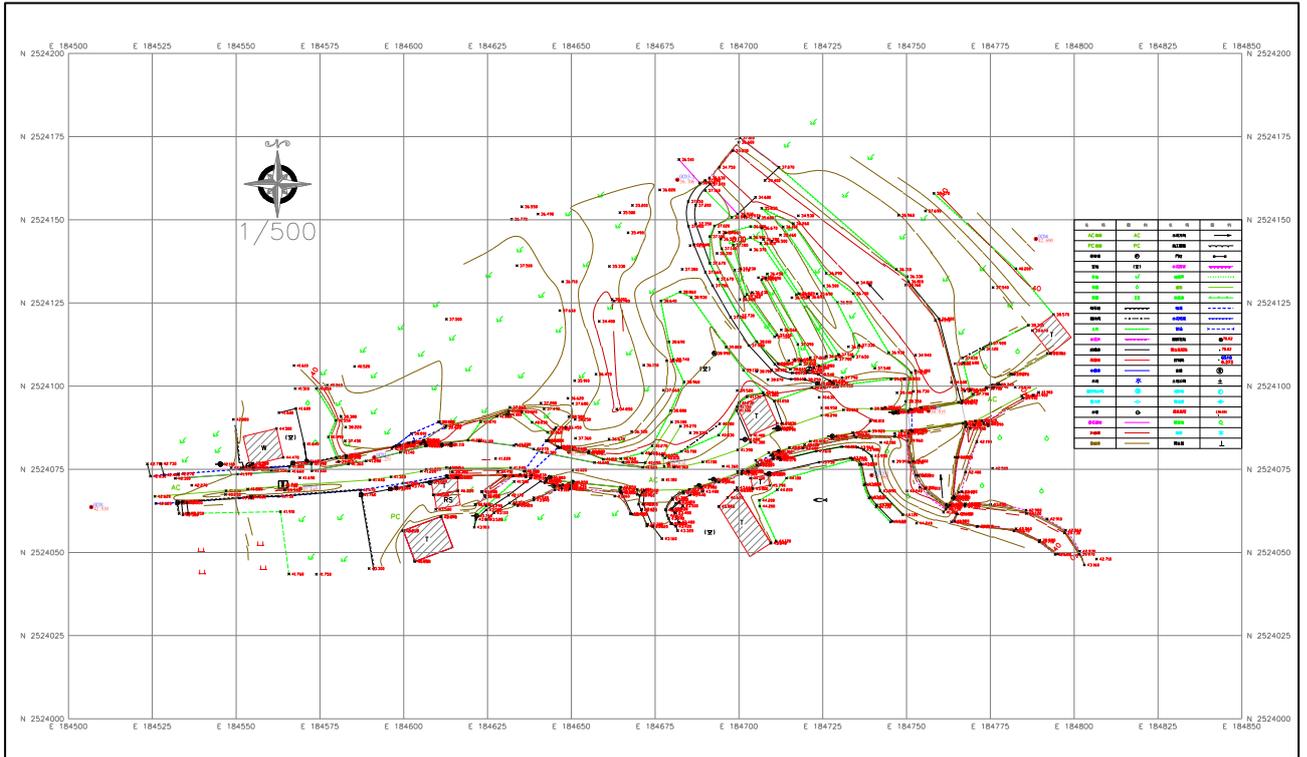


圖 5.1-11 尖山 A 地區測量成果圖

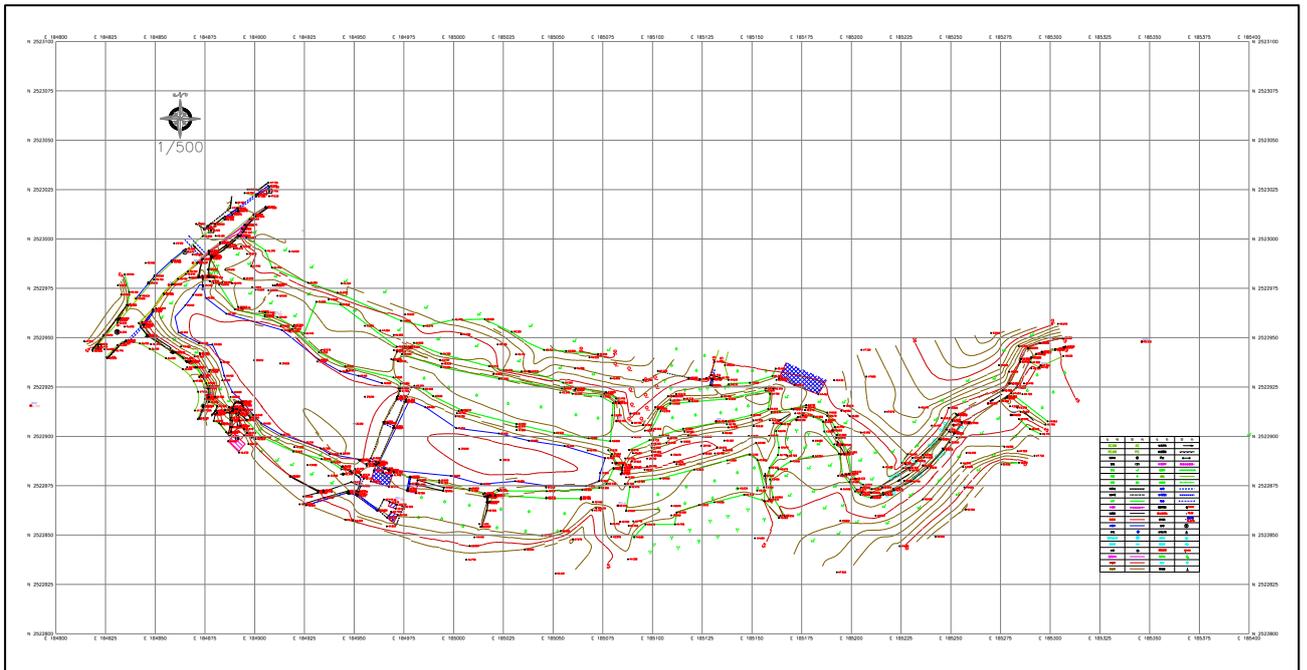


圖 5.1-12 尖山 B 地區測量成果圖

5.2 鑽探作業

於場址執行 5 處地質鑽探作業，鑽探位置詳圖 5.2-1，同步進行土壤物理分析、土壤承载力、滲透係數、土壤液化潛能等分析評估。並同步進行地下水水位觀測分析及土壤承载力等分析評估。



圖 5.2-1 本計畫鑽探位置圖

一、地層分布

依據鑽探結果顯示，本工程基地之主要地層在最大鑽探深度 20.45 公尺之內，可區分 4 個主要地層層次。茲將各地層之特性分別敘述如下：

(一)卵礫石、回填土

本層分佈於 GL : 0.00m 至 GL : 0.00m~GL : -0.30m 之間，厚度約在 0.00~0.30m 之間，平均厚度約為 0.20m。由卵礫石，回填土所組成。

(二)棕黃灰色、灰色、棕灰色、灰黑色粉土質粘土夾細砂、砂質粉土、粗砂礫石、腐木

本層分佈於 GL : 0.00m~GL : -0.30m 至 GL : -2.50m~GL : -13.00m 之間，厚度約在 2.20~12.80m 之間，平均厚度約為 8.60m。由棕黃灰色、

灰色、棕灰色、灰黑色粉土質粘土夾細砂、砂質粉土、粗砂礫石、腐木所組成。經現場標準貫入試驗 N 值為 3~12(局部為 12~16)，平均 N 值約為 6，係屬軟弱至堅實之黏土層。

由現場所取土樣進行一般物理性試驗結果如下：

- 1.含水量平均約為 32.3 %
- 2.比重平均約為 2.72
- 3.土壤單位重平均約為 1.83 t/m³
- 4.孔隙比平均約為 0.97
- 5.液性限度 (LL) 約為 36.7 %
- 6.塑性指數 (PI) 約為 16.7 %
- 7.土壤工程分類為 CL、ML、SM

(三)棕黃色、灰色、棕灰色粉土質細砂夾砂質粉土、粘土

本層分佈於 GL:-2.50m~GL:-13.00m 至 GL:-7.80m~GL:-18.90m 之間，厚度約在 1.50~7.40m 之間，平均厚度約為 3.75m。由棕黃色、灰色、棕灰色粉土質細砂夾砂質粉土、粘土所組成。經現場標準貫入試驗 N 值約為 11~28(局部為 9、67)之間，平均 N 值約為 17，係屬中等緊密之砂土層。

由現場所取土樣進行一般物理性試驗結果如下：

- 1.含水量平均約為 20.2 %
- 2.比重平均約為 2.67
- 3.土壤單位重平均約為 1.97 t/m³
- 4.孔隙比平均約為 0.63
- 5.土壤工程分類為 SM

(四)灰色夾棕黃色砂岩、灰色泥質砂岩

本層分佈於 GL:-7.80m~GL:-18.90m 至 GL:-20.45m(最大鑽孔深度)。由灰色夾棕黃色砂岩、灰色泥質砂岩所組成。經現場標準貫入試驗 N 值為 33~102，平均 N 值約為 80。

由現場所取土樣進行一般物理性試驗結果如下：

- 1.含水量平均約為 12.8 %
- 2.比重平均約為 2.63
- 3.土壤單位重平均約為 2.23 t/m³
- 4.孔隙比平均約為 0.33
- 5.土壤工程分類為 SM

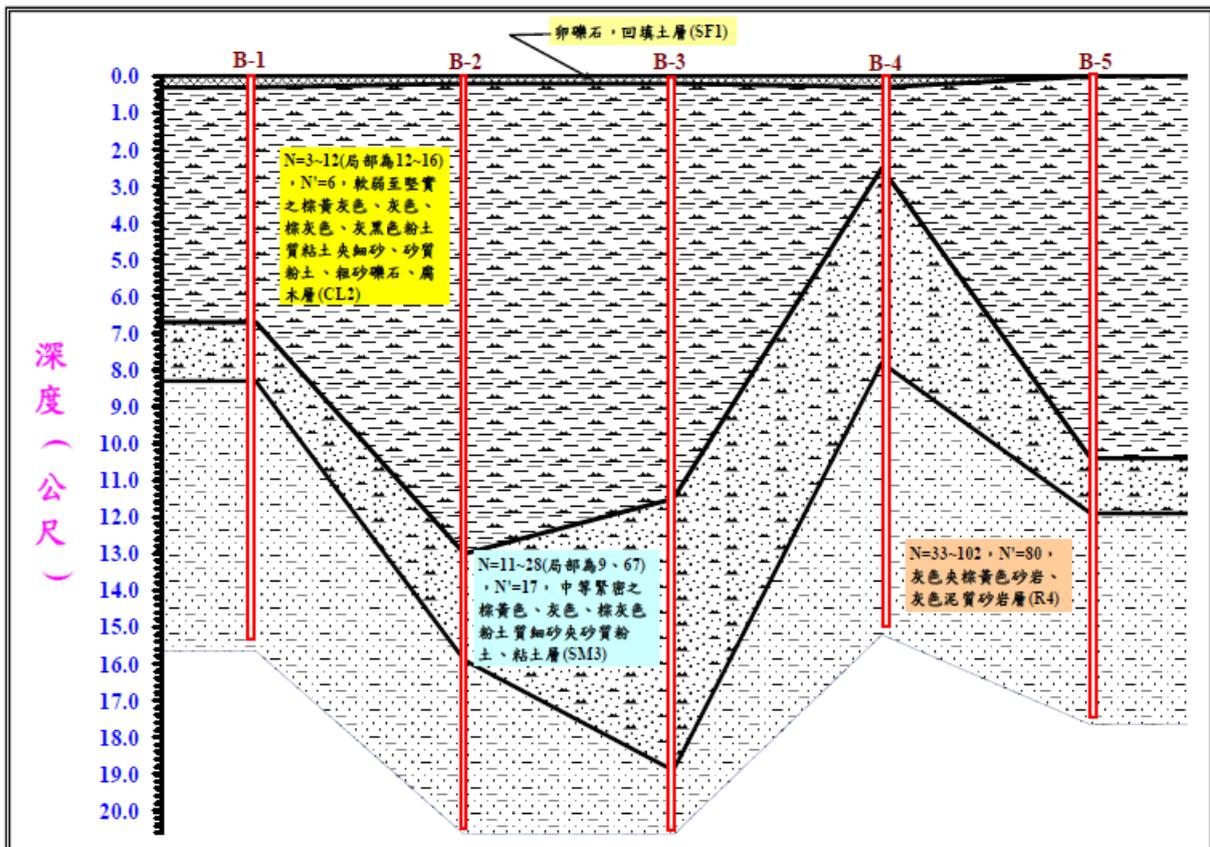


圖 5.2-2 地層剖面圖

表 5.2-1 簡化地層參數表

項 目 分層	平均分佈深度	γ_t t/m ³	厚度 (m)	SPT N 值 (N 平均)	qu (Su) (t/m ²)	C' (Cp) [Cr] (t/m ²)	ψ' (ψ_p) [ψ_r] (deg)	Cc (Cs)
卵礫石·回填土層 (SF1)	0.00m~0.20 m	-	0.20	-	-	-	-	-
棕黃灰色、灰色、 棕灰色、灰黑色粉 土質粘土夾細砂、 砂質粉土、粗砂礫 石、腐木層(CL2)	0.20m~8.80 m	1.83	8.60	3~12 (6)	3.8	0.0 (1.9)	28.5 (16.5)	0.251 (0.029)
棕黃色、灰色、棕 灰色粉土質細砂夾 砂質粉土、粘土層 (SM3)	8.80~12.55 m	1.97	3.75	11~28 (17)	-	0.0	32.0	-
灰色夾棕黃色砂 岩、灰色泥質砂岩 層(R4)	12.55m~20. 45m	1.85	-	33~10 2 (80)	2.23	-	-	-

二、地下水位概況

水為直接影響基礎工程的重要因素，其中最主要為土壤之孔隙水所引起的超額孔隙水壓的消散，對基礎工程的破壞之影響至鉅。

由現場鑽探結束後經量測各鑽孔之地下水位約在 GL:-2.65m~GL:-3.30m 之間，表 5.2-2 所示為水位觀測井量測結果表。考慮季節性之水位變化或暴雨之影響，建議於進行基礎分析設計時，平常水位採用位於 GL:-2.50m 處，而高水位則採用位於 GL:-0.0m 處。

表 5.2-2 水位觀測井量測結果表

孔號	量測日期						
	107/3/23	107/3/24	107/3/25	107/3/26	107/3/27	107/3/28	107/3/29
B-1	3.20m	3.10m	3.15m	3.20m	3.10m	3.05m	3.00m
B-2	2.50m	2.60m	2.55m	2.40m	2.50m	2.45m	2.40m
B-3	2.50m	2.70m	2.45m	2.50m	2.45m	2.55m	2.30m
B-4	3.00m	2.80m	2.75m	2.60m	2.65m	2.75m	2.50m
B-54	1.50m	1.60m	1.65m	1.70m	1.65m	1.80m	1.70m

三、地震力分析

由於距基址最近之活動斷層為小崗山斷層，而小崗山斷層為台灣 33 條活動斷層(第二類活動斷層)，且其距基址約 2.3 公里左右；另旗山斷層(第一類活動斷層)，且其距基址約 5.1 公里左右，因此本工程基地應無須考量工址之近斷層調整因子 NA 、 Nv 。本基地位於高雄市燕巢區、崗山區及田寮區，依“建築物耐震設計規範及解說”規定，因此本基地之工址短週期設計水平譜加速度係數 SDS 為 0.70，而工址短週期最大考量水平譜加速度係數 SMS 則為 0.90。

四、大地工程分析

(一)液化潛能分析

由液化潛能分析結果顯示，當中小度地震之地表最大加速度為 0.067g 時，本基址內之土層均無液化現象發生之虞；於設計地震之地表最大加速度為 0.28g 時，本基址內本基址內 GL:-8.80m~GL: -12.55m(SM3 層)之砂性土層有液化現象發生之可能，且基礎底下之液化潛能指數 PL 值約為 0.00~5.48，係屬於沒有液化至中度液化；而於最大考量地震之地表最大加速度為 0.36g 時，本基址內 GL:-8.80m~GL: -12.55m(SM3 層)之砂性土層有液化現象發生之可能，且基礎底下之液化潛能指數 PL 值約為 0.00~7.63，係屬於沒有液化至中度液化；故本工程結構物於設計地震時及最大考量地震時將有液化震害之虞，因此需檢討液化土層參數之折減。

依據“建築物基礎構造設計規範”建議之日本道路學會規範之土質參數折減係數 DE ，本工程基址於設計地震時及最大考量地震時將有液化現象發生之虞，其於設計地震時 G GL:-8.80m~GL: -12.55m(SM3 層)對應 DE 平均為 0.93。

(二)基礎承載力分析

本工程之基礎尺寸約為 4.00m×31.00m，基礎深度約在 GL：-4.00m 處，結構總荷重約為 3.94 t/m²。若採用版基礎，以上述公式計算，則安全承載力 q_a 約為 13.17 t/m²(平常時·FS=3.0)、17.2 t/m²(液化時·FS=2.0) 左右。因此其地基安全承載力將大於結構之扣除浮力之有效荷重 1.44 t/m²(3.94-4.00+1.50=1.44 t/m²)，因此應無承載力破壞之虞。

(三)沉陷量分析

本工程之基礎尺寸約為 4.00m×31.00m，基礎深度約在 GL：-4.00m 處，結構總荷重約為 3.94 t/m²。若採用版基礎，考基礎開挖土層回脹而再壓之情形下，推估結構物因施工加載而導致基礎沉陷量約等於 0.59cm(平常時)、0.59cm(液化時時)，角變量約為 1/5201(平常時)、1/5192(液化時時)，因此，採用版基礎時，應無基礎沉陷過大而導致基礎結構毀壞之虞。

(四)基礎型式建議

本工程之基礎尺寸約為 4.00m×31.00m，基礎深度約在 GL：-4.00m 處，結構總荷重約為 3.94 t/m²。若採用版基礎時，其承載力及沉陷量均能符合安全要求，因此，建議採用版基礎為本工程結構之承載基礎，以確保基礎結構之安全。

五、基礎開挖應注意事項

(一)基礎開挖應注意事項

本工程區域之開挖範圍內多屬黏土層，故須特別注意擋土結構之施工品質，避免因擋土結構之過大側向變形而影響鄰近建物、設施、道路設施之安全。必要時並得於施工前先採適當土壤改良等措施，以確保基礎開挖之安全。

(二)基礎開挖監測系統建議

建議設置傾斜變位、地下水位及沉陷觀測系統，以瞭解基礎開挖對擋土結構。開挖底部土壤穩定及鄰近設施之影響，確保基礎開挖施工之安全。

【餘詳附件四鑽探成果報告】

5.3 生態調查與分析

本計畫依據行政院環境保護署公告之「動物生態評估技術規範」與「植物生態評估技術規範」進行生態調查，針對本計畫範圍(尖山里、新興里、東燕里)各進行 1 點次，共計 3 點次之調查，調查範圍已涵蓋本計畫檢討場址，即和尚莊地區、過鞍子地區、尖山 A 地區、尖山 B 地區、新興地區、菜堂寮地區、菜寮地區等。調查內容包含陸域生態及擇 1 處辦理 1 次水域生態，陸域生態針對植物、鳥類、哺乳類(蝙蝠)、蝶類、兩棲類、爬蟲類等；水域生態則針對魚類、底棲無脊椎、浮植、附著藻、水昆、蜻蛉目成蟲等，並將本計畫調查結果與歷史背景資料彙整分析。以下針對各調查項目進行說明：

一、調查位址

(一)陸域生態

陸域生態調查範圍為阿公店水庫東側之新興里、尖山里、東燕里周圍 1000 公尺範圍，範圍及各類說明詳見圖 5.3-1。

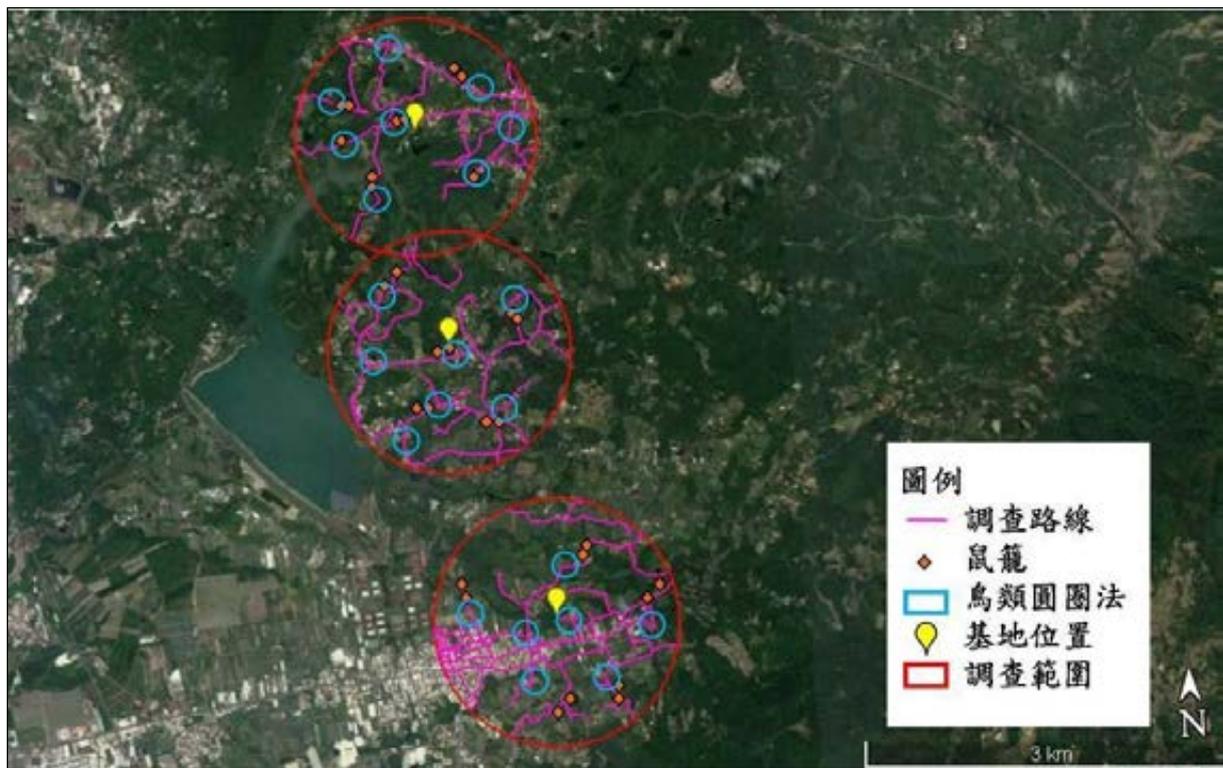


圖 5.3-1 基地周圍半徑 1000 公尺範圍、鼠籠、鳥類圓圈法位置圖

(二)水域生態

水域生態調查範圍阿公店水庫上游支流的濁水溪蓬萊橋，位置及說明詳圖 5.3-2 及圖 5.3-3。



圖 5.3-2 蓬萊橋水域生態調查地理位置圖



圖 5.3-3 蓬萊橋水域生態調查地理位置圖

二、調查結果數據分析

(一)陸域生態

1.陸域植物生態

經現場調查並參考空照圖判讀結果，本區植被多處曾遭人為擾動，形成以果園及竹林為主的植被類型，故自然度均偏低，無法顯現植群的穩定結構與形相。

(1)植被概況

水庫周圍主要為草生灌叢，大部分區域為果園，物種多為棗、番石榴、芒果，並有竹林及部份人工建物(住宅及道路)，道路旁偶有不等面積之人造林及苗圃，調查範圍內並未發現原始天然之植被(天然林)。

- A.人造林(自然度 3)：分佈於道路旁，常有人為擾動並有少量初級演替物種進駐，喬木主要以大葉合歡、羅漢松、龍眼樹、相思樹、血桐、蟲屎、山黃麻等物種為主；灌木則以小桑樹、月橘、龍船花、馬纓丹、香澤蘭等為主；草本則以大花咸豐草、小花蔓澤蘭、紅毛草、牛筋草等物種為主。
- B.果園、竹林(自然度 3)：包含天然分布之竹林與栽植物種。天然分布之竹林(刺竹)位於坡度較陡且人為不易干擾處，然地被因堆積較多竹葉，故其他物種較不易於其空隙中生長，僅偶可見少量草本夾雜其間；人為栽植之竹林皆位於緩坡區域(綠竹)，其用途為食用或工藝用，人為除草及維護動作頻繁，草本植物相亦較單純。
- C.草生灌叢地(自然度 2)：草生地零星分散於各處，包含道路周圍及人為擾動後區域，均屬擾動後形成，其上植被以生長快速之陽性物種，主要以大花咸豐草、大黍、葎草、牛筋草、象草及五節芒等為主，並可發現許多歸化種-銀合歡，另外零星可見生長較快速之木本植物構樹、血桐及野桐，但植株徑級皆偏小。
- D.農耕地(自然度 2)：零星分布，該類植被會依人為需求不同而改變栽植物種。
- E.水域(自然度 1)：分布於調查範圍內水庫內蓄水區。
- F.人工建物(自然度 0)：包含了房舍、道路、空地及停車場等，是自然

度最低之區域。本區幾無植物覆蓋，所見皆為人為栽植的行道樹或園藝物種。

(2)植物物種組成

全區共發現植物 82 科 204 屬 236 種，其中 49 種喬木，40 種灌木，27 種藤木，120 種草本，包含 3 種特有種，128 種原生種，53 種歸化種，52 種栽培種。於植物型態上以草本植物佔絕大部分(50.8%)，而植物屬性以原生物種最多(54.2%)，詳見表 5.3-1，植物名錄詳見附錄六。

表 5.3-1 植物歸隸特性統計表(全區)

物種		蕨類植物	裸子植物	雙子葉植物	單子葉植物	合計
類別	科數	8	2	58	14	82
	屬數	9	2	149	44	204
	種數	12	2	173	49	236
型態	喬木	0	2	42	5	49
	灌木	0	0	36	4	40
	藤本	0	0	25	2	27
	草本	12	0	70	38	120
屬性	特有	0	0	2	1	3
	原生	12	1	85	30	128
	歸化	0	0	47	6	53
	栽培	0	1	39	12	52
	稀有	0	0	0	0	0

A.新興里：本季共發現植物 78 科 199 屬 230 種，其中 46 種喬木，38 種灌木，27 種藤木，119 種草本，包含 2 種特有種，127 種原生種，53 種歸化種，48 種栽培種。於植物型態上以草本植物佔絕大部分(51.7%)，而植物屬性以原生物種最多(55.2%)，詳見表 5.3-2。

B.尖山里：本季共發現植物 80 科 187 屬 215 種，其中 45 種喬木，37 種灌木，24 種藤木，109 種草本，包含 3 種特有種，116 種原生種，49 種歸化種，47 種栽培種。於植物型態上以草本植物佔絕大部分(50.7%)，而植物屬性以原生物種最多(54.0%)，詳見表 5.3-3。



C.東燕里：本季共發現植物 71 科 172 屬 196 種，其中 39 種喬木，33 種灌木，21 種藤木，103 種草本，包含 2 種特有種，100 種原生種，48 種歸化種，46 種栽培種。於植物型態上以草本植物佔絕大部分(52.6%)，而植物屬性以原生物種最多(51.0%)，詳見表 5.3-4。

表 5.3-2 植物歸隸特性統計表(新興里)

物種		蕨類植物	裸子植物	雙子葉植物	單子葉植物	合計
類別	科數	8	2	54	14	78
	屬數	9	2	144	44	199
	種數	12	2	167	49	230
型態	喬木	0	2	39	5	46
	灌木	0	0	34	4	38
	藤本	0	0	25	2	27
	草本	12	0	69	38	119
屬性	特有	0	0	1	1	2
	原生	12	1	84	30	127
	歸化	0	0	47	6	53
	栽培	0	1	35	12	48
	稀有	0	0	0	0	0

表 5.3-3 植物歸隸特性統計表(尖山里)

物種		蕨類植物	裸子植物	雙子葉植物	單子葉植物	合計
類別	科數	8	2	57	13	80
	屬數	8	2	137	40	187
	種數	11	2	159	43	215
型態	喬木	0	2	38	5	45
	灌木	0	0	34	3	37
	藤本	0	0	23	1	24
	草本	11	0	64	34	109
屬性	特有	0	0	2	1	3
	原生	11	1	78	26	116
	歸化	0	0	44	5	49
	栽培	0	1	35	11	47
	稀有	0	0	0	0	0

表 5.3-4 植物歸隸特性統計表(東燕里)

物種		蕨類植物	裸子植物	雙子葉植物	單子葉植物	合計
類別	科數	6	2	52	11	71
	屬數	6	2	126	38	172
	種數	9	2	144	41	196
型態	喬木	0	2	32	5	39
	灌木	0	0	30	3	33
	藤本	0	0	21	0	21
	草本	9	0	61	33	103
屬性	特有	0	0	1	1	2
	原生	9	1	66	24	100
	歸化	0	0	43	5	48
	栽培	0	1	34	11	46
	稀有	0	0	0	0	0

(3) 稀有物種與特有物種

本季調查未發現稀有植物。另特有種發現青楓、臺灣欒樹及桂竹等 3 種，其中青楓及臺灣欒樹為人工栽種於道路旁，桂竹為生長於鄰近山坡地。

(4) 具特殊價值的植物種類

在保育價值上，依據「臺灣維管束植物紅皮書初評名錄」、「環境影響評估法」與「文化資產保存法」，基地範圍內並無調查到符合上述規範之植物，而依照高雄市特定紀念樹木保護自治條例，本案發現四株符合距地面一點三公尺樹胸高之直徑一公尺以上之大樹，分別為東燕里發現之榕樹、尖山里發現之 2 株芒果及新興里發現之龍眼樹，大樹資料如表 5.3-5 所示，大樹位置圖詳圖 5.3-4。

表 5.3-5 具特殊價值的植物列表

區域(含座標 TWD 97)	科名	學名	樹名	樹胸高之直徑 (公尺)	照片
新興里 (184914 2525559)	無患子科	<i>Dimocarpus longan</i> Lour	龍眼樹	1.1	
尖山里 (183871 2523452)	漆樹科	<i>Mangifera indica</i> L.	芒果	1.0	
尖山里 (183873 2523453)	漆樹科	<i>Mangifera indica</i> L.	芒果	1.2	
東燕里 (185855 2521739)	桑科	<i>Ficus microcarpa</i> L. f. var. <i>microcarpa</i>	榕樹	1.0	

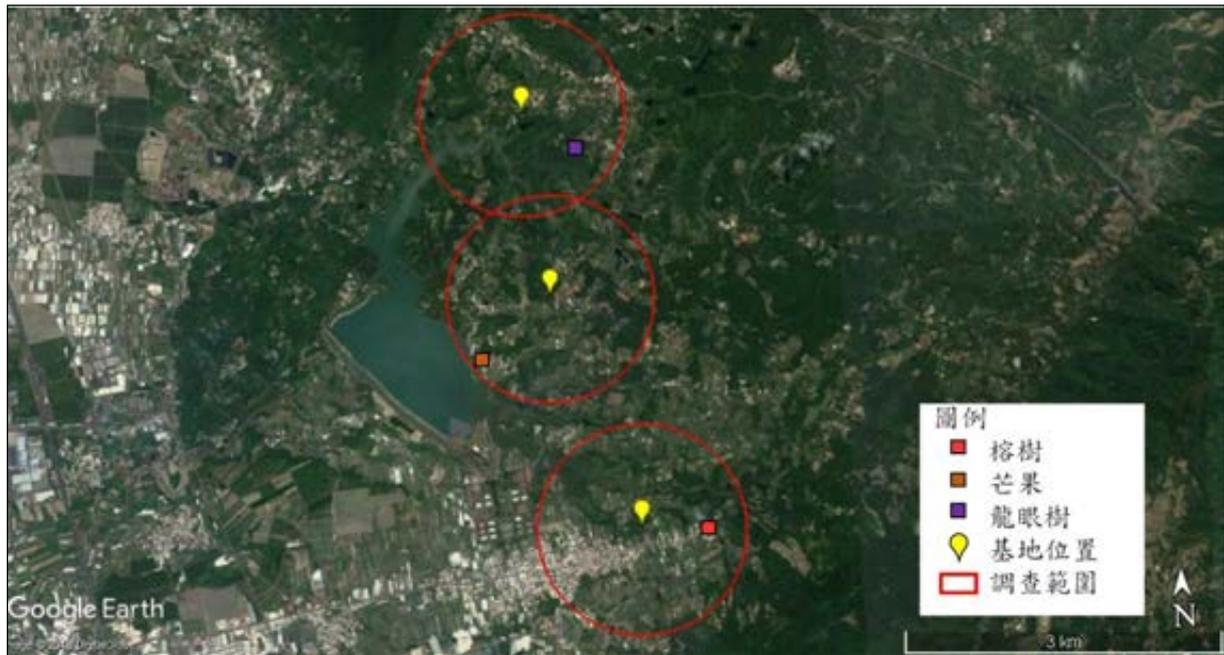


圖 5.3-4 大樹位置圖

(5)與文獻之比較

根據阿公店溪河川情勢調查(2012)之資料，所列出之物種為阿公店溪及其支流沿線調查所記錄物種，文獻中並未區分測站，詳加比較可發現與本計畫差異處為文獻有較多濱海植物之紀錄，其餘較內陸之植被種類則相當類似，且均無發現稀特有植物。

2.陸域動物生態

(1)種屬組成及數量

本季哺乳類調查結果共記錄到 5 科 9 種 112 隻次，其中新興里共記錄 7 種 38 隻次，尖山里共記錄 8 種 31 隻次，東燕里共記錄 9 種 43 隻次，名錄及調查隻次詳見附錄六。其中臭鼬、小黃腹鼠、鬼鼠為實際捕獲，臺灣鼯鼠為痕跡記錄，赤腹松鼠為目擊記錄，翼手目哺乳類則為蝙蝠偵測器記錄。所記錄到的物種均為臺灣西部沿海平原普遍常見物種。

本季鳥類調查結果共發現 26 科 41 種 738 隻次，其中新興里共記錄 32 種 293 隻次，尖山里共記錄 36 種 254 隻次，東燕里共記錄 21 種 191 隻次，名錄及調查隻次詳見附錄六。本調查範圍內有次生林、草生地及農耕地，其中包含溝渠及溪流環境，故除了陸生性鳥種外，亦有水鳥如大白鷺、小白鷺、蒼鷺、夜鷺、小環頸鴉、白鶺鴒

鴉、灰鵲鴉、翠鳥、魚鷹、紅冠水雞、藍磯鶇等 11 種。所記錄到的鳥種中以魚鷹較不普遍，其餘均為臺灣西部沿海平原普遍常見物種。

本季兩棲類調查結果共發現 3 科 4 種 48 隻次，其中新興里共記錄 4 種 18 隻次，尖山里共記錄 4 種 16 隻次，東燕里共記錄 3 種 14 隻次，名錄及調查隻次詳見附錄六。被記錄到的蛙類，主要棲息於基地周邊農耕地、溝渠、次生林底層，所記錄到的兩棲類物種皆屬臺灣西部沿海平原環境普遍常見物種。

本季爬蟲類調查結果共發現 3 科 4 種 77 隻次，其中新興里共記錄 4 種 31 隻次，尖山里共記錄 3 種 25 隻次，東燕里共記錄 2 種 21 隻次，名錄及調查隻次詳見附錄六。被記錄到的爬蟲類，主要活動於基地周邊之次生林底層、或道路旁溝渠，所發現之爬蟲類物種中，除多線真稜蜥為局部普遍，其餘均為臺灣西部沿海平原環境普遍常見物種。

本季蝴蝶調查共記錄 5 科 9 亞科 26 種 434 隻次，其中新興里共記 23 種 162 隻次，尖山里共記錄 23 種 138 隻次，東燕里共記錄 21 種 134 隻次，名錄及調查隻次詳見附錄六。本區之蝶類相主要為分佈於臺灣西部沿海平原至低海拔丘陵地區之蝶種，所發現物種均屬普遍常見物種。

(2)臺灣特有種及臺灣特有亞種

本計畫調查共發現臺灣特有種哺乳動物 1 種(長趾鼠耳蝠)，臺灣特有亞種哺乳動物 2 種(臺灣鼯鼠、赤腹松鼠)；臺灣特有種鳥類計 4 種(大彎嘴、小彎嘴、繡眼畫眉、臺灣竹雞)，臺灣特有亞種鳥類計 10 種(白頭翁、紅嘴黑鶇、金背鳩、大卷尾、黃嘴角鴉、褐頭鷓鴣、南亞夜鷹、鳳頭蒼鷹、大冠鷲、小雨燕)，臺灣特有種爬蟲類共計 1 種(斯文豪氏攀蜥)。

(3)保育類物種

本計畫調查共發現二級保育類 4 種(黃嘴角鴉、魚鷹、鳳頭蒼鷹、大冠鷲)，及三級保育類 1 種(紅尾伯勞)，保育類位置詳見圖 5.3-5。

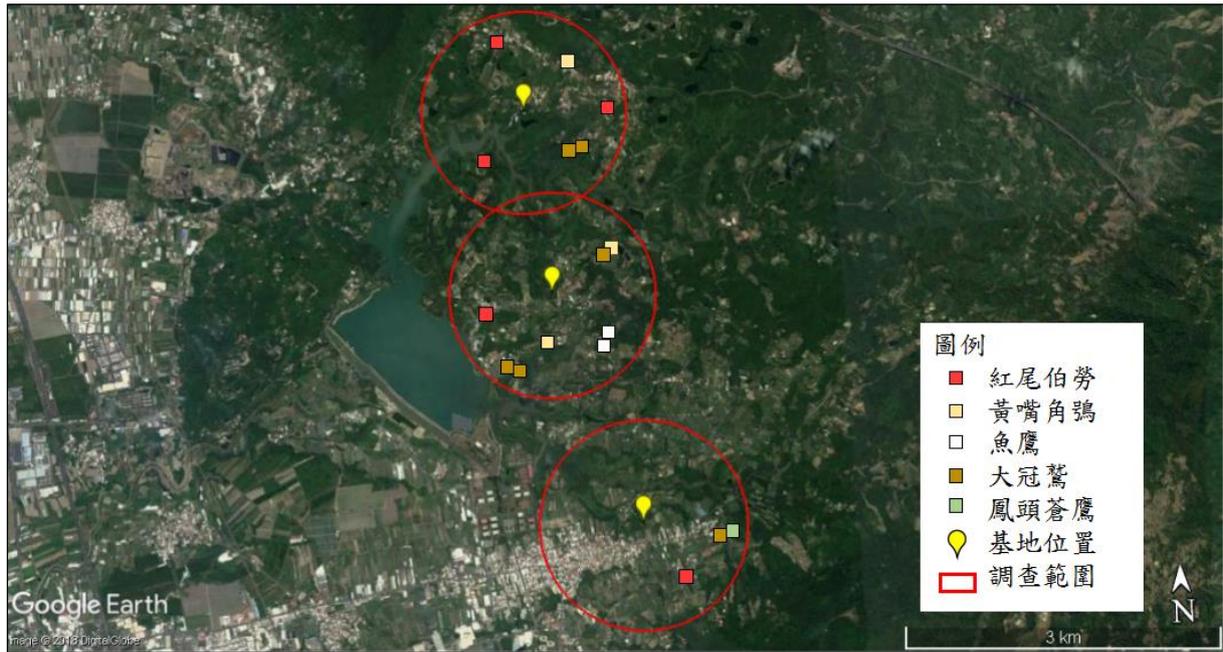


圖 5.3-5 保育物種發現位置圖(2018 年 2 月)

(4)優勢種群

由調查結果看來，由於哺乳動物習性較為隱密，除少數物種外並不易於現場目擊觀察，以觀察、捕捉之結果看來，本區域地棲性哺乳類各物種之數量少，並無明顯優勢種，翼手目哺乳類則以東亞家蝠較為優勢。而鳥類之優勢族群依序為麻雀、白頭翁、紅嘴黑鵯等。兩棲類動物以黑眶蟾蜍較為優勢。爬蟲類動物則以疣尾蝎虎較為優勢。蝴蝶類則以白粉蝶、黃蝶、藍灰蝶等為此處的優勢物種。

(5)鳥類之遷徙屬性

調查所發現的 41 種鳥類中，共發現冬候鳥 4 種(蒼鷺、紅尾伯勞、灰鵲鴿、魚鷹)，夏候鳥 2 種(大白鷺、家燕)，籠中逸出鳥 3 種(白尾八哥、家八哥、野鴿)，顯示本區域鳥類物種組成以留鳥為主。

(6)鳥類生態同功群

以覓食時的棲地利用為分類依據，共分為 8 群，包括樹林性陸禽 14 種、草原性陸禽 13 種、空域飛禽(持續於空中飛行覓食者)3 種、水域泥岸游涉禽 4 種、水域高草游涉禽 1 種、水岸性陸禽 4 種、泥岸涉禽 1 種、伏衝捕魚鳥 1 種。

(7)指數分析

由公式計算出之哺乳類多樣性指數 $H'=1.72$ ，數值屬於中等，顯示本區哺乳類多樣性中等，物種數量尚稱豐富。哺乳類均勻度指數 $E=0.78$ ，數值中等偏高，顯示此地哺乳類在有限的物種之間，個體數分配尚屬均勻。

由公式計算出之鳥類多樣性指數 $H'=2.91$ ，數值屬偏高，顯示本區周邊之鳥種多樣性偏高，說明鳥類物種豐富。鳥類均勻度指數 $E=0.78$ ，數值中等偏高，顯示此地鳥類在為數可觀的物種之中，個體數分配尚屬均勻。

由公式計算出兩棲類多樣性指數 $H'=1.30$ ，數值屬中等。顯示本區兩棲類多樣性中等，物種數量尚稱豐富。兩棲類均勻度指數 $E=0.94$ ，數值偏高，顯示此地兩棲爬蟲類個體數分配平均，優勢種較不明顯。

由公式計算出爬蟲類多樣性指數 $H'=0.97$ ，數值屬偏低。顯示本區爬蟲類多樣性低，物種數量並不豐富。爬蟲類均勻度指數 $E=0.70$ ，數值中等，顯示此地爬蟲類個體數分配尚屬平均，優勢種並不明顯。

由公式計算出蝴蝶多樣性指數 $H'=2.60$ ，數值偏高，說明本區蝶類多樣性高，顯示本區蝶類物種豐富。均勻度指數 $E=0.80$ ，數值亦偏高，顯示此地蝶類各物種之間，個體數分配均勻，並無明顯優勢種。

(8)與文獻之比較

根據阿公店溪河川情勢調查(2012)之資料，所列出之樣站有新興橋及蓬萊橋與本計畫範圍重疊，但由於重疊面積不大，且調查月份略有差異，因此選擇以較為相近之 2012 年 5 月之數據與本案相比。哺乳類因文獻中之調查方法無蝙蝠偵測器，因此種類較本案少，且文獻所發現多數物種均有在本案發現；鳥類與文獻之物種數差異不大，物種組成亦以樹林性陸禽及草原性陸禽為主，整體物種組成較為接近；兩棲類及爬蟲類之物種數與文獻相比各少了 4 種，未於本案發現之物種均為平地淺山地區較為常見之物種，推測原因係本計畫調查月份為 2 月，氣溫稍低，因此外溫動物之活動力亦較低所致；蝴蝶類之物種數與文獻相比略少了 3 種，物種組成雖差異不大，

但仍可看出文獻中較多以草生地為棲地之物種，因情勢調查之調查路線多鄰近水域及兩岸之草生地，與本計畫調查環境多為農耕地、果園及竹林環境略有差異所致。

3. 水域動物生態

(1) 測站描述

本樣點位於阿公店水庫上游支流的濁水溪蓬萊橋，其水域環境屬非感潮帶，河道寬約 50 公尺，河寬約 15 公尺，河岸兩側有大面積植被，河岸主要為石籠及人工砌石之護岸，河床底質主要為細泥，而橋下方為大型石塊形成的淺湍瀨區，兩岸皆有人為活動，右岸為果園，左岸為軍營。採樣時水深最深約 1.5 公尺，橋的上游水流較緩，下游的水流稍快，淺湍瀨區水流湍急，水體混濁但無明顯的異味，目前河岸右側進行邊坡工程施作。

(2) 魚類

本次調查於蓬萊橋下游 200 公尺的範圍內佈置 12 個蝦籠、3 個長沉籠、及手拋網 8 網次並佐以電氣捕魚法(87 公尺)進行調查。調查結果，於豐化橋共發現魚類有 4 科 4 種，Cyprinidae 鯉科 1 種、Cichlidae 麗魚科 1 種、Gobiidae 鰕虎科 1 種、Osphronemidae 絲足鱸科 1 種，魚類物種名錄與出現位置如附錄六。本次電氣捕魚法並未捕獲任何魚種。多樣性指數為 1.02，均勻度為 0.42，顯示並無明顯的優勢物種，豐富度為 0.93，優勢度為 0.73。

(3) 底棲生物(水生昆蟲、蝦蟹類、螺貝類、環節動物)

本次調查於蓬萊橋共 200 公尺的範圍內，在不同形態的地形採集 9 個網次。結果共調查到底棲生物 9 科 11 種，其中水生昆蟲有 4 科 5 種，蝦類 2 科 2 種與螺貝類 3 科 4 種，但未發現任合的環節動物。物種名錄與出現位置如附錄六。多樣性指數為 1.39，均勻度為 0.35，豐富度為 1.82，優勢度為 0.58，BI 值計算後為 13，判定水質為輕度污染之水域。

(4) 浮游植物

本次調查於蓬萊橋 1 個樣點的水體後進行混合後，取 1 公升水樣鑑定浮游性藻類。結果共調查到 4 門 11 種，物種名錄與出現位置如附錄六。本次共調查到矽藻門 6 種、綠藻門 2 種、藍綠藻門 2

種、原生動物 1 種。

(5) 附著性藻類

本次調查於蓬萊橋週圍採集 1 個樣點 1 cm × 1 cm 的附著藻類共 9 cm² 混合後，鑑定附著藻類。結果共調查到 4 門 19 種，物種名錄與出現位置如附錄六。本次共調查到附著性藻類包括矽藻門 9 種、綠藻門 7 種、藍綠藻門 2 種、褐藻門 1 種，SI 值為 4.96，依據整合支流指標顯示，該水域為β中腐水性(稍受影響)。

(6) 浮游動物

本次調查採樣於蓬萊橋週圍採集 1 個樣點的表層水體後進行混合後，過濾水樣 10 公升水樣，採集濾網內的浮游性動物進行鑑定。本次共調查到浮游性動物原生動物門 4 種、甲殼類 2 種，其中數量以甲殼類(Calanoida sp.)最多。物種名錄與出現位置如附錄六。

(7) 與文獻之比較

根據阿公店溪河川情勢調查(2012)之資料，所列出之樣站蓬萊橋與本案範圍重疊，但由於努力量略有差異且調查月份略也有所不同，因此選擇以較為相近之 2012 年 5 月之數據與本計畫相比。魚類、底棲生物(水生昆蟲、蝦蟹類、螺貝類、環節動物)與文獻之物種數差異不大，物種組成亦以南部庫區常見物種，整體物種組成較為接近；浮游植物及附著性藻類，種類變化較多，推測原因係本計畫調查月份為 2 月，氣溫稍低，且日照長度及水量皆會影響其變化。整體而言，根據所調查到的水生生物相來看，該區域生物種類單調，但是由指標生物判斷該區水體屬輕度污染至中度污染的狀況。因此判定該水體目前應屬受到高度干擾，但是水質為輕度污染至中度污染的狀況。

【餘詳附件六生態調查成果報告】

第六章 規劃構想

6.1 整治區位

本計畫參考「102年度阿公店水庫優養化改善計畫，經濟部水利署南區水資源局」與「106年南區水庫水質永續管理計畫，成大國際水質研究中心」，並經實地勘查，阿公店水庫點源污染量以尖山里、新興里為主要民生污染熱點，其中主要受污染區域，計有和尚莊地區、過鞍子地區、尖山A地區、尖山B地區、新興地區、菜堂寮地區、菜寮地區、南水局辦公區等，建議為須進行處理之區位，如圖 6.1-1。



圖 6.1-1 本計畫整治區位構想圖

一、和尚莊地區

和尚莊地區位於阿公店水庫東側，主要污染來源為和尚莊聚落、悟光精舍、沃野山丘(餐廳)等民生污水。本區位目前排水現況皆為藉由邊溝就地排放，排水末端流入阿公店水庫。

現況既設有人工濕地一處(尖山一人工濕地)，主要收納水源為和尚莊地區生活雜排水，然處理效能有限。和尚莊地區屬點源污染，規劃結合既設人工濕地，於排水前端增設污水處理設施處理和尚莊地區生活雜排水，並視高程考量結合既設人工濕地再淨化後，放流回水庫。

另據調查，沃野山丘前一處排水箱涵，排出水體來源為沃野山丘與悟光精舍，假日排水量較大，平日出水現象則不明顯。

二、過鞍子地區

過鞍子地區位於阿公店水庫東側，主要污染來源為過鞍子地區聚落之民生污水。本區位目前排水現況皆為藉由邊溝排放，邊溝排水流向向東，排往尖山 A 地區，藉地勢間接排入旺萊溪。過鞍子地區屬點源污染，可設置污水處理設施處理排放水體，再行放流。

三、尖山 A 地區

尖山 A 地區位於阿公店水庫東側，主要污染來源為鄰近聚落之民生污水，集污區範圍較大。據現勘調查，本地區目前排水現況皆為藉由邊溝排放，集中至地區性排水，排水排入尖山二人工濕地淨化後溢流，並間接排入旺萊溪。

由於該處設有尖山二人工濕地，然處理效能有限，建議可結合既設人工濕地，於前端增設污水處理設施處理尖山 A 地區生活雜排水，並視高程考量結合既設人工濕地再淨化後，放流回旺萊溪。

四、尖山 B 地區

尖山 B 地區人口數較少，主要污染來源為果園施灑肥料及農藥殘留，於降雨逕流夾帶排入。經「106 年南區水庫水質永續管理計畫，成大國際水質研究中心」研究，磷排放量 292kg/year，屬非點源污染，但因受地勢影響集中於低處水潭，故可考慮設置截流溝，集中處理後再放流阿公店水庫。

五、新興地區

新興地區位於阿公店水庫東北側，主要污染來源為聚落之民生污水。本區位目前排水現況皆為藉由邊溝排放，排水末端流入旺萊溪。新興地區屬點源污染，可設置污水處理設施處理排放水體，再行放流。

六、菜寮寮地區

菜寮寮地區位於阿公店水庫西側，主要污染來源為聚落之民生污水。本區位目前排水現況皆為藉由邊溝排放，排水末端藉地勢流入阿公店水庫。菜寮寮地區屬點源污染，可設置污水處理設施處理排放水體，再行放流。



七、菜寮地區

菜寮地區位於阿公店水庫西側，範圍內包含自行車環湖步道供遊客使用，主要污染來源為聚落之民生污水。本區位目前排水現況皆為藉由邊溝就地排放，排水末端藉地勢流入阿公店水庫。菜寮地區屬點源污染，可設置污水處理設施處理排放水體，再行放流。

八、南水局辦公區

南水局辦公區共有兩區位廁所，一為門口警衛室後方遊客用廁所，已於107年改管外排工程路(集水區外)，另則為位於南水局辦公大樓兩側的兩座合併式淨化槽(FRP)，辦公大樓使用後污水經由合併式淨化槽處理後(該合併式淨化槽並未有除磷功能)，排入邊溝系統，但間接排入東側污泥儲放區，最終亦將排入阿公店水庫內。建議改管往工程路排放，排出阿公店水庫集水區。

6.2 設計水質水量

一、過鞍子地區與尖山地區等 2 處地區處理水質水量分析

本計畫蒐集過去調查資料，包括「阿公店水庫集水區上游人工濕地操作及維護管理(民國 106 年，經濟部水利署南區水資源局)」、「106 年南區水庫水質永續管理計畫(民國 106 年，成大國際水質研究中心)」、「阿公店水庫集水區上游既設人工濕地成效評估(民國 99 年，經濟部水利署南區水資源局)」...等，並參考本計畫於民國 107 年 2 月 24 日(六)進行之補充調查資料彙整，統計估算處理水質水量(晴天污水)，以採 3/4 位數為處理目標規劃評估為基準取建議值為原則，擬定設計進流水質水量。

由於尖山 A 地區污水來源為聚落污水與農業污水，有歷年檢測資料可供比較，但過鞍子地區之聚落污水過去則無檢測資料。經檢測與比較如下，由於過鞍子地區水量僅 4CMD(研判因過鞍子地區人口外移嚴重，常住人口多為老人，用水需求較低)，且過鞍子地區污水沿道路側溝流向尖山 A 地區排放，因此建議尖山 A 地區與過鞍子地區合併處理。

(一)處理水量分析

- 1.尖山 A 地區：歷年水質水量調查如表 6.2-1 與表 6.2-2，建議採 295CMD。
- 2.過鞍子地區：歷年水質水量調查如表 6.2-3，建議採 4.2CMD。
- 3.處理水量取用：採兩處合計，採 300CMD，如表 6.2-4。

(二)處理水質分析

- 1.尖山 A 地區：歷年水質水量調查如表 6.2-1 與表 6.2-2，設計水質 BOD、SS、NH₃-N、TP 濃度分別為 4.2 mg/L、21.2 mg/L、0.25 mg/L、0.48 mg/L。
- 2.過鞍子地區：歷年水質水量調查如表 6.2-3，設計水質 BOD、SS、NH₃-N、TP 濃度分別為 4 mg/L、9.6 mg/L、7.3 mg/L、0.95 mg/L。
- 3.處理水質取用：採混合進流，設計水質 BOD、SS、NH₃-N、TP 濃度分別為 4.2 mg/L、21 mg/L、0.3 mg/L、0.5 mg/L，如表 6.2-4。



表 6.2-1 尖山 A 地區歷年水質水量檢測資料

日期	水量 CMD	生化需氧量 (BOD · mg/L)	懸浮固體 (SS · mg/L)	氨氮 (NH ₃ - N · mg/L)	總磷 (TP · mg/L)
98.11.05(四)	1,945	3.0	6.2	0.48	0.281
99.03.17(三)	285	4.2	21.2	0.14	0.342
99.04.06(二)	272	6.1	14.2	0.15	0.196
99.06.14(一)	281	1.8	37.3	0.41	0.818
99.07.19(一)	295	1.7	8.8	0.25	0.483
105.03.31(四)	461	12.0	35.6	0.21	0.810
107.01.27(六)	196	2.9	24.2	0.21	0.331

說明：107.02.24(六)為本計畫補充調查結果

表 6.2-2 尖山 A 地區水質水量建議設計值

序位	水量 CMD	生化需氧量 (BOD · mg/L)	懸浮固體 (SS · mg/L)	氨氮 (NH ₃ -N · mg/L)	總磷 (TP · mg/L)	水質水量 建議設計值
高 至 低	1,945	12	37.30	0.48	0.818	
	461	6.1	35.6	0.41	0.810	
	295	4.2	21.2	0.25	0.483	√
	285	3	20.2	0.21	0.342	
	281	2.9	14.2	0.21	0.281	
	272	1.8	8.8	0.15	0.331	
	200	1.7	6.2	6.2	0.14	0.196

表 6.2-3 過鞍子地區歷年水質水量檢測資料

日期	水量 CMD	生化需氧量 (BOD · mg/L)	懸浮固體 (SS · mg/L)	氨氮 (NH ₃ -N · mg/L)	總磷 (TP · mg/L)
107.01.27(六)	4.2	4.0	9.6	7.34	0.95

說明：過鞍子地區無歷年檢測成果，僅 107.02.24(六)本計畫補充調查

表 6.2-4 本計畫設計水質水量彙整表

項目	設計水量	設計水質			
	水量 (CMD)	生化需氧量 BOD (mg/L)	懸浮固體 SS (mg/L)	氨氮 NH ₃ -N(mg/L)	總磷 TP(mg/L)
尖山 A 地區	295	4.2	21.2	0.25	0.483
過鞍子地區	4	4.0	9.6	7.34	0.95
混合推估分析	300	4.2	21	0.3	0.5

資料來源：本計畫彙整(2018)

(二)降雨期間初期沖刷

另考量尖山 A 地區約有 99.77 公頃之果園，以種植棗子與芭樂為主，除依季節施加肥料外，尚有農藥進行驅蟲，此類農作添加物將儲存於地表形成非點源污染，而在降雨初期發生初期沖刷(first flush)會將其夾帶流向低處，最終進入庫區影響水質。

故本計畫認為對於尖山 A 地區集水區在降雨發生時，需要另加考量初期沖刷累積的污染量，作為設計水質的參考依據。

經分析尖山 A 集水區地文因子，集水流路總長度約 1.5 公里、集水區高程差約 25 公尺，利用加州公路局公式推算集流時間($tc=60*(0.87*L^3)/\Delta H)^{0.385}$)，約為 26 分鐘。另參考「暴雨初期沖刷對水源水質衝擊之評估(台北科技大學，2002)」，非點源污染初期沖刷量以較低重現期距降雨之影響較大，故降雨強度參數選取最低之兩年重現期距參數($a=1003.36$ 、 $b=16.05$ 、 $c=0.6518$ ，水利署水文分析參考手冊)，則可求出降雨強度為 90mm/hr。但此時之流量以屆峰值，雖已將集水區非點源污染推移至下游末端，但因水量過大(經合理化公式計算，流量約 15,000CMD)，污水應已被稀釋。故參考「降雨逕流非點源污染最佳管理技術(BMPs)指引」說明，應採 15 毫米之初期降雨為設計雨量進行計算，較能反映初期沖刷的最大污染量。故以 15 毫米的降雨強度推算，此時尖山 A 地區因降雨而產生的水量約為 2,500 CMD。

根據內政部國土測繪中心最新統計資料，尖山 A 地區集水區土地使用分區統計表如表 6.2-5，可了解集水區內土地利用狀況，反應不同非點源污染發生的可能。另參考國內學者相關文獻，蒐集並彙整對於非點源污染釋出之單位面積係數，如表 6.2-6，可據以(配合前述面積值及沖刷產生水量)推算尖山 A 地區於降雨初期沖刷時的污染產生量，其結果如表 6.2-7，即說明在暴雨降雨初期，非點源污染影響下，水質狀況：BOD、SS、NH₃-N、TP 濃度分別為 64.8 mg/L、226.8 mg/L、13.3 mg/L、3.5 mg/L。

因尖山 A 地區集水區特效與其他區域不同，含有大量果園，故以上另以非點源污染架構推估污染產生量，做為本場址設計水質參考，應較為務實。

表 6.2-5 尖山 A 地區土地使用分類與面積表

土地使用種類	面積(平方公尺)
未使用地	146,022
旱作	156,781
其他	190,779
林地	1,036,545
果園	997,673
建築區	343,759

資料來源：內政補國土測繪中心(2018)·本計畫彙整

表 6.2-6 非點源污染釋出單位面積係數表

土地使用種類	BOD (kg/ha/year)	SS (kg/ha/year)	NH ₃ -N (kg/ha/year)	TP (kg/ha/year)
未使用地	5	-	-	1
旱作	152	60	16	0.2
其他	5	-	4.5	0.36
林地	5	85	1.6	0.2
果園	18	129.4	13	4
建築區	191	504	15.9	5

資料來源：1.飲用水水源水質保護工作計畫(桃園市政府環保局·民國 89 年)

2.行政院環保署統計資料(民國 95 年)

3.南區水庫水質永續管理計畫(行政院環保署·民國 106 年)

4.北區水庫水質永續管理計畫(台北科技大學·民國 106 年)

5.曾文水庫污產生量推估(國科會計畫)

6.應用整合性模式於牡丹水庫集水區非點源污染評估之研究(中山大學·民國 96 年)

7.應用 Qual2K 模式分析污染削減策略對大漢流域水質改善之成效(逢甲大學·民國 100 年)

表 6.2-7 尖山 A 地區降雨沖刷期間水質推估成果表

項目	生化需氧量 BOD	懸浮固體 SS	氨氮 NH ₃ -N	總磷 TP
污染貢獻量 (kg/day)	163.5	571.9	33.6	8.8
濃度 (mg/L)	64.8	226.8	13.3	3.5

資料來源：本計畫推估

二、和尚莊地區處理水質水量分析

本計畫蒐集過去調查資料，包括「阿公店水庫集水區上游人工濕地操作及維護管理(民國 106 年，經濟部水利署南區水資源局)」、「106 年南區水庫水質永續管理計畫(民國 106 年，成大國際水質研究中心)」、「阿公店水庫集水區上游既設人工濕地成效評估(民國 99 年，經濟部水利署南區水資源局)」...等，並參考本計畫於民國 107 年 2 月 24 日(六)進行之補充調查資料彙整，統計估算處理水質水量，以採 3/4 位數為處理目標規劃評估為基準取建議值為原則，擬定設計進流水質水量。

和尚莊地區尚含悟光精舍與沃野山丘(餐廳)，其所排放污水屬事業廢水，應按規定設置污水處理設施後始可排放。但若尚未設置，則應由「阿公店水庫總磷總量管制暨總量削減計畫」輔導或管制。

因此於和尚莊地區，本計劃僅規劃納入和尚莊聚落污水，該聚落歷年相關計畫多有進行檢測，因此分別評估如下：

(一)處理水量分析

歷年水質水量調查如表 6.2-8~表 6.2-10，建議採 63CMD。

(二)處理水質分析

歷年水質水量調查如如表 6.2-8~表 6.2-10，設計水質 BOD、SS、NH₃-N、TP 濃度分別為 29.1 mg/L、30.5 mg/L、8.8 mg/L、3.1 mg/L。



表 6.2-8 和尚莊聚落歷年水質水量檢測資料

日期	水量 CMD	生化需氧量 (BOD · mg/L)	懸浮固體 (SS · mg/L)	氨氮 (NH ₃ -N · mg/L)	總磷 (TP · mg/L)
98.11.06(五)	357	21.4	12	3.82	2.75
99.02.20(六)	237	15.9	32.1	23.30	3.070
99.04.06(二)	251	21.2	23.8	34.70	3.330
99.06.14(一)	337	3.1	6.8	3.40	0.639
99.07.19(一)	317	8.4	10.2	3.85	1.470
105.03.31(四)	43	55.1	85.6	18.4	1.960
106.06.25(日)	40	6.6	6.5	5.75	2.130
106.06.25(日)	33	30.2	30.5	8.10	2.640
106.06.25(日)	63	31.2	38.0	6.61	3.160
106.06.25(日)	45	17.6	8.0	9.58	2.830
106.06.26(一)	17	9.1	19.5	7.21	2.870
106.06.26(一)	12	11.1	11.0	7.99	2.750
106.06.26(一)	20	3.1	8.7	8.61	2.060
106.06.26(一)	16	29.1	20.5	8.81	5.160
106.06.26(一)	36	30.7	37.5	6.59	3.200
106.06.26(一)	43	11.1	13.0	7.39	2.760
106.06.27(二)	17	20.1	23.5	6.63	2.890
106.06.27(二)	12	15.6	30.0	6.17	2.590
107.02.24(六)	2	41.7	87.5	31.50	3.390

說明：107.02.24(六)為本計畫補充調查結果

表 6.2-9 和尚莊聚落水質水量建議設計值

序位	水量 CMD	生化需氧量 (BOD · mg/L)	懸浮固體 (SS · mg/L)	氨氮 (NH ₃ -N · mg/L)	總磷 (TP · mg/L)	水質水量 建議設計值
高至低	357	55.1	87.5	34.7	5.16	
	337	41.7	85.6	31.5	3.39	
	317	31.2	38.0	23.3	3.33	
	251	30.7	37.5	18.4	3.2	
	237	30.2	32.1	9.58	3.16	
	63	29.1	30.5	8.81	3.07	√
	45	21.4	30.0	8.61	2.89	
	43	21.2	23.8	8.1	2.87	
	43	20.1	23.5	7.99	2.83	
	40	17.6	20.5	7.39	2.76	
	36	15.9	19.5	7.21	2.75	
	33	15.6	13.0	6.63	2.75	
	20	11.1	12	6.61	2.64	
	17	11.1	11.0	6.59	2.59	
	17	9.1	10.2	6.17	2.13	
	16	8.4	8.7	5.75	2.06	
	12	6.6	8.0	3.85	1.96	
	12	3.1	6.8	3.82	1.47	
	2	3.1	6.5	3.4	0.639	

表 6.2-10 本計畫設計水質水量彙整表

項目	設計水量	設計水質			
	水量 (CMD)	生化需氧量 BOD(mg/L)	懸浮固體 SS(mg/L)	氨氮 NH ₃ -N(mg/L)	總磷 TP(mg/L)
和尚莊聚落	63	29.1	30.5	8.8	3.1

資料來源：本計畫彙整(2018)

三、尖山 B 地區處理水質水量分析

(一)處理水量分析

由於尖山 B 地區以非點源污染為主，參考「106 年南區水庫水質永續管理計畫(民國 106 年，成大國際水質研究中心)」，採初期降雨 6mm/hr(降雨初期前 15 分鐘)逕流量，以場域集水面積約 40,000m² 估計，約有 60CMD。

(二)處理水質分析

根據「南區水庫水質永續管理計畫(民國 106 年，成大國際水質研究中心)」檢測，如表 6.2-11 與表 6.2-12，經評析設計水質 BOD、SS、NH₃-N、TP 濃度分別為 3.8mg/L、20.5mg/L、0.28mg/L、0.80mg/L。

表 6.2-11 尖山 B 地區歷年水質檢測資料

日期	生化需氧量 (BOD · mg/L)	懸浮固體 (SS · mg/L)	氨氮 (NH ₃ -N · mg/L)	總磷 (TP · mg/L)
106/05/22	3.8	20.5	0.28	0.39
106/07/04	2.7	5.7	0.02	0.27
106/08/23	4.5	17.5	0.01	0.09
106/09/15	1.8	61.5	0.01	0.3
106/10/08	1.30	5.0	0.280	0.800
106/10/26	2.50	6	0.010	0.290

資料來源：106 年南區水庫水質永續管理計畫(民國 106 年，成大國際水質研究中心)

表 6.2-12 尖山 B 地區水質建議設計值

日期	生化需氧量 (BOD · mg/L)	懸浮固體 (SS · mg/L)	氨氮 (NH ₃ -N · mg/L)	總磷 (TP · mg/L)	水質水量 建議設計值
高至低	4.5	61.5	0.28	0.39	
	3.8	20.5	0.28	0.80	√
	2.7	17.5	0.02	0.30	
	2.5	6.0	0.01	0.29	
	1.8	5.7	0.01	0.27	
	1.3	5.0	0.01	0.09	

四、新興地區、菜堂寮地區、菜寮地區說明

經本計畫多次現地勘查，新興地區、菜堂寮地區、菜寮地區為污水流達率較低之區域，平時局部地區邊溝多為乾涸，並無明顯污水流動(如照片 6.2-1~6.2-6)，無法進行污水採樣分析，考量 3 地區晴天無明顯出水，僅於降雨時期，始可能有污水排出，故本計畫建議暫不列入優先規劃整治範圍。



照片 6.3-1 新興地區邊溝現況



照片 6.3-2 新興地區邊溝現況



照片 6.3-3 菜堂寮地區邊溝現況



照片 6.3-4 菜堂寮地區邊溝現況



照片 6.3-5 菜堂寮地區邊溝現況



照片 6.3-6 菜堂寮地區邊溝現況

6.3 分標計畫

有鑑於政府經費有限，應將有限資源用於有效益區位，並依據本計畫契約說明，針對污染較為嚴重區域優先辦理改善，並排列順序，考量民眾接受度規劃計畫推動，因此研擬分標計畫。

一、本計畫研析與調查

參考「106年南區水庫水質永續管理計畫，成大國際水質研究中心」及本計畫實際調查成果，和尚莊地區、過鞍子地區、尖山A地區為污染較嚴重、人口較為密集、污水流達率較高之地區。南水局辦公區污水應辦理改管排出集水區外，以免持續影響庫區水體。

二、相關會議決議

依據民國107年1月16日行政院環境保護署於高雄市政府水利局召開之進度討論會議紀錄(如附件一)，及近期相關會議討論，相關決議如下：

- (一)阿公店水庫集水面積廣大，其中又有越域引水問題，因此水質改善(尤其是總磷控制)愈顯困難，需水庫管理單位結合環保、農政、水利等中央及地方機關從各目的主管權責共同努力，例如越域引水總磷削減、集水區總磷總量管制計畫、農民施肥及農業回歸水問題以及遊客、民生污水處理等多項措施始竟全功。
- (二)依據總量管制觀點，事業廢水由事業單位處理，農業廢水則應自行蒐集逕流，並由公部門輔導協助設置處理設施。地方政府水利單位則以處理民生污水之影響為主。本案工程先選定優先處理場址辦理水質改善，期許透過政府示範後，後續由事業單位及家戶自行辦理集水區內之污水處理。
- (三)有關污水來源蒐集，考量執行期程，現階段以截流方式處理，暫不考慮用戶接管。
- (四)本計畫擬改為先導計畫，建議選擇同時處理民生污水及農業回歸水之「過鞍子地區與尖山A地區」。



三、建議先後處理順序

經本計畫規劃分析與經費計算，考量政府支出，並經現地勘查，對阿公店水庫上游集水區周圍可能影響水庫水質之區位進行評估，依聚落人數、排水末端距離庫區遠近、聚落集中度、遊客熱區等條件，經篩選與考量，將處理需求分「優先處理」、「後續處理」及「暫不處理」等三類，並依據契約說明，提出分標第一案優先設置場址四處，計有尖山 A 地區、過鞍子地區、和尚莊地區及尖山 B 地區，如表 6.3-1 與圖 6.3-1。

表 6.3-1 建議處理先後評選表

處理區位	人數(人)	排水末端距離庫區或河川水源(m)	人口集中度	建議處理順序	選擇優先處理補充說明
尖山 A 地區	100-200	10(旺萊溪)	集中	優先處理	鄰近河道、民生與農業影響
過鞍子地區	100-150	10(旺萊溪)	集中	優先處理	聚落密集、鄰近河道
和尚莊地區	200-300	20	集中	優先處理	緊鄰庫區
尖山 B 地區	10-30	20	集中	優先處理	幾乎屬非點源污染(農業影響)
南水局辦公區	100-150	20	集中	後續處理	緊鄰庫區，目前已設置合併式淨化槽
新興地區	250-320	80	分散	暫不處理	聚落過於分散、污水蒐集不易、平時局部地區邊溝多為乾涸並無明顯污水存在
菜堂寮地區	150-250	100	分散	暫不處理	地勢起伏、污水蒐集不易、平時局部地區邊溝多為乾涸並無明顯污水存在
菜寮地區	150-250	100	集中	暫不處理	聚落規模小、影響力居末、平時局部地區邊溝多為乾涸並無明顯污水存在

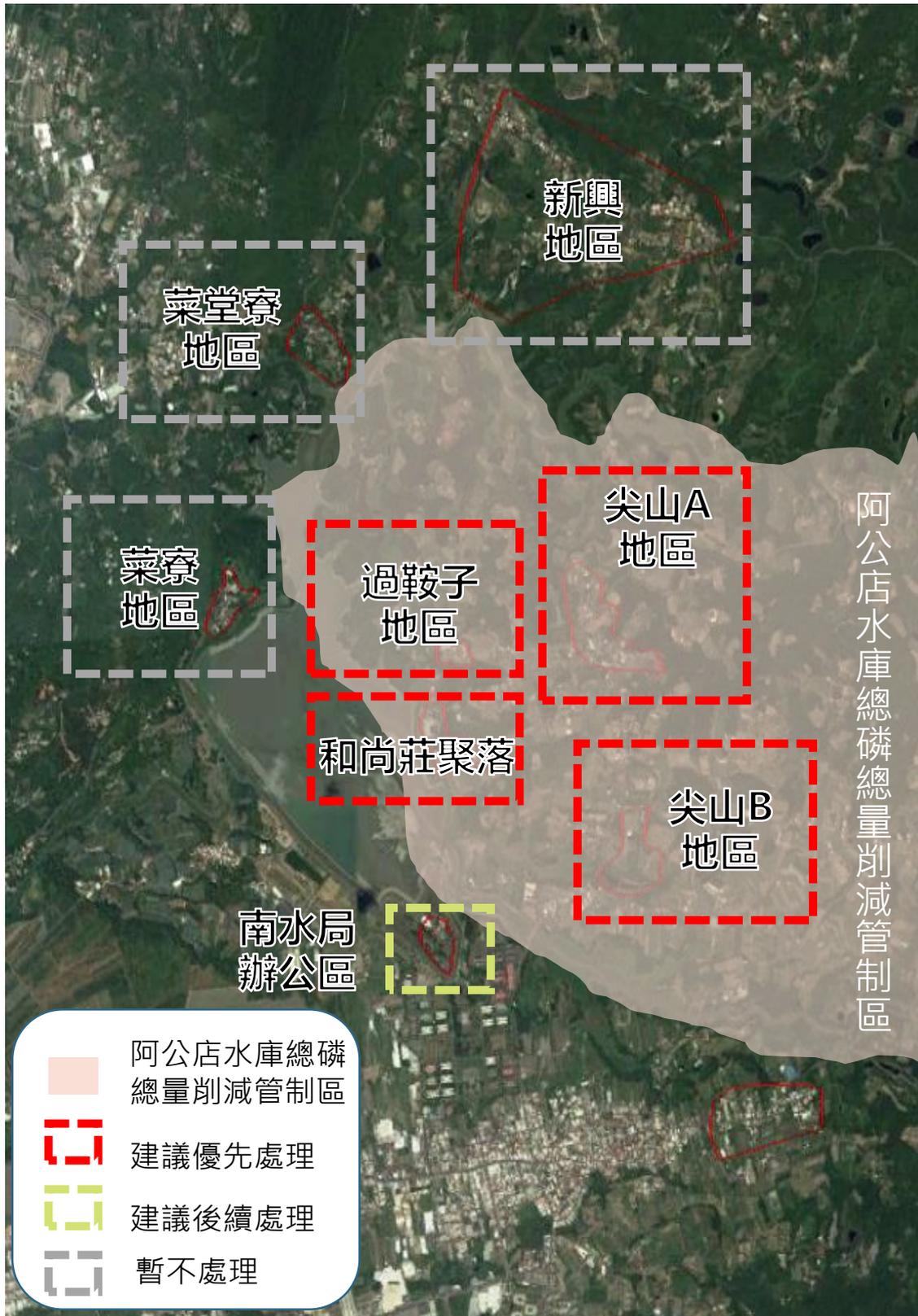


圖 6.3-1 建議處理順序說明圖

四、分標計畫

考量現況流路對水庫水體影響程度，本計畫依現地勘查成果，除新興、菜堂寮及菜寮地區等 3 處因晴天較無污水排出，僅降雨始可能因降雨產生污水流動現象，故現階段列為暫不推動外，其餘第一標工程建議優先針對明顯出水之尖山 A、過鞍子、和尚莊、尖山 B 及南水局辦公區等 5 處推動水質淨化設施，並經考量使用之改善工法及相關所需經費，列出優先推動第一案之尖山 A 加上過鞍子，接續推動之和尚莊及尖山 B，後續推動之南水局辦公區。

(一)第一標工程

1.優先處理(示範與工法試驗)

過鞍子地區為阿公店水庫集水區人口密集的聚落，尖山 A 地區原已設置尖山二人工濕地，但由於上游污水量大(含有民生污染與農業污染/非點源污染)，人工濕地處理成效有限，水體排放後因鄰近旺菜溪，流達率高。

依據本計畫調查與規劃審查會議決議，本計畫擬改為先導計畫，建議選擇同時處理民生污水及農業回歸水之「過鞍子地區與尖山 A 地區」優先處理，做示範與工法試驗。

2.接續推動

如上述「過鞍子與尖山 A 地區」水質改善之示範與工法試驗推動後，經導入專家檢討可發揮良好成效，可接續推動其餘地區污染改善工作，如下說明。

(1)和尚莊地區

和尚莊聚落為阿公店水庫集水區人口最多且最密集的聚落，亦十分靠近庫區，污水流達率高，原設置尖山一人工濕地，惟濕地處理總磷效能不高。若推動污染削減工程，污水經處理後，可再排入人工濕地，除補充水源外，經人工濕地再淨化後，排入阿公店水庫。

和尚莊地區尚含悟光精舍與沃野山丘(餐廳)，其所排放污水屬事業廢水，應按規定設置污水處理設施後始可排放。但若尚未設置，則應由「阿公店水庫總磷總量管制暨總量削減計畫」輔導或管制。

(2)尖山 B 地區

尖山 B 地區污染成因乃大面積之果樹種植，以農業污染為主，幾乎無民生污水，時以未屬水利局權責，建議未來再行研議處理架構(跨局處合作或非工程手段)。

3.後續處理：南水局辦公區

南水局辦公區共有兩區位廁所，一為門口警衛室後方遊客用廁所，已於 107 年改管外排工程路(集水區外)，另則為位於南水局辦公大樓兩側的兩座合併式淨化槽(FRP)，辦公大樓使用後污水經由合併式淨化槽處理後(該合併式淨化槽並未有除磷功能)，排入邊溝系統，間接排入東側污泥儲放區，最終將排入阿公店水庫內，建議後續可納入改善處理工作。

(二)暫不處理

新興地區、菜堂寮地區及菜寮地區平時局部地區邊溝多為乾涸，並無明顯污水存在，故暫不列入規劃整治範圍。

6.4 處理工法評估

6.4.1 水質淨化適用工法說明

就自然水體而言，其本身雖具有「自淨能力」，能夠藉由水體中的生態系統分解污染物，使水體得以淨化並維持活力。但是如果進入水體的污染量過多而超過負荷，則水體就會失去原有的自淨能力，長久之後水體便會因為污染物的累積而成為惡臭不堪的死水。河川便是直接承受廢污水的水體，在台灣地區造成河川污染的主要來源分為：事業廢水、生活污水、農業廢水、滲出水及雨水沖刷等。河川由於水量龐大，技術上難以利用任何傳統的廢水處理方法直接處理河水，因此要讓自然水體恢復乾淨的水質，必須削減排放至水體的污染物負荷。

由於國內河川環境與受到污染的行為有很大的差異，因此應用於污染整治的技術也應該從各種可行的方法中，探討最佳的應用組合，如此才能以最經濟、最有效、最生態的方式，並在污染淨化的過程中同時兼顧生態保育、環境復育及全民參與等效益。所有的廢水處理設施都是依賴各種物理、化學及生物的原理機制，來達成去除污染物的目標。以處理廢污水的技術而言，大致可以分為傳統工程處理技術、自然生態處理技術及介於兩者之間的強化型自然工程技術。根據環保署水保處所完成、執行及規劃之廢污水淨化計畫，目前國內可應用於河川水質改善的工程技術，包括傳統方式到自然生態方式均有。

以下就現有各種技術說明其優缺點及適用性，作為本計畫進行阿公店水庫上

游水質淨化方案之評估參考。

一、傳統工程處理技術

為了有效的處理大量且集中的廢污水，傳統廢水處理廠大多利用「高度需求能源」的機械設備或需添加化學藥劑來強化各種處理機制，以達處理目標，但伴隨產生二次污染物 - 污泥，則需進一步處理。一般污水處理已有初級、二級處理、及三級處理廠之分，一般而言，一級（初級）處理主要從污水中去除相當量之懸浮固體物，二級處理為利用生物氧化一級處理剩餘之有機性懸浮固體及有機性溶解固體，三級處理為高級處理程序單元，一般主要為除臭、消毒、氨氮去除、除磷、離子交換等技術。由於河川污染以 **BOD** 與 **SS** 為主要參考指標，而生物處理乃最適合以 **BOD** 為主之污染處理方式，一般常見之生物處理有活性污泥法、接觸曝氣法等，茲進一步說明如下：

(一)活性污泥法

活性污泥法詳圖 6.4-1 所示，係生物反應槽體於好氧狀態下，混合培養微生物之生長，以廢水中的有機物為基質，利用微生物吸與合成作用予以分解並去除之，達到水質淨化之目的。

此外雖對進流水質變異具有容忍度，惟其進流水質仍須控制在固定範圍內。

優點為：

- 1.處理效率及穩定性高、具有各種衍生程序。
- 2.活性微生物屬對數生長，因此可預測控制因子與處理效率。
- 3.臭味較低，可加蓋防臭。
- 4.處理成效已經證實，已為廣泛採用。

缺點為：

- 1.需專業之操作維護。
- 2.耗費較多能源。
- 3.佔地面積相對較大。
- 4.污泥產生量較多。

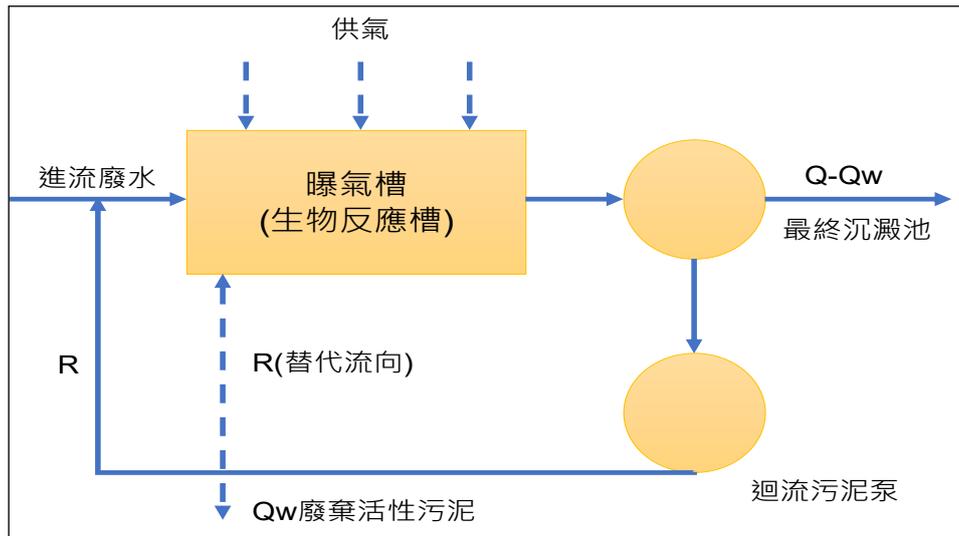


圖 6.4-1 活性污泥法處理流程圖

(二)接觸曝氣法

接觸曝氣氧化法一般指將接觸濾材裝設於生物反應槽體內，流入的廢水經充分攪拌循環流動，以增加溶氧及提供大表面積使附著性微生物生長成生物膜來達到自然淨化之目的。接觸曝氣法即為利用該生物膜在好氧性狀態下吸附、氧化廢水中有機物的處理方法。

優點為：

- 1.由於係利用附著於接觸材料表面之生物膜，因此接觸槽單位容量表面積（比表面積）較大時，便可保持更多量的生物膜。
- 2.由於附著之微生物污泥齡長，生物相多而呈安定化狀態，同時亦可促進微生物自行氧化，故污泥產量少。
- 3.對於流量負荷或有機物負荷的變化，具有較高的緩衝能力。

缺點為：

- 1.附著之生物膜量不易調節。
- 2.在高 BOD 負荷或高 SS 負荷下操作，由於生物的增殖，造成濾床阻塞。
- 3.剝落之生物膜在終沉池中不易沉澱，亦即容易自溢流堰流失而增加出流水 SS 濃度。

(三)滴濾法

滴濾法詳圖 6.4-2 所示，將最初沈澱後之下水，以間斷連續式散水於堆置濾材之固定濾池上，流經濾池後的水引入最終沈澱池分離污泥。

當廢水散於濾床上，與廢水一起流入之微生物，由於生物及生物化學作用而附著於濾材表面，附著後的生物於適應環境後逐漸繁殖而成生物膜。生物膜形成後，當廢水流經濾材表面時，廢水中之懸浮物就被生物氧化、分解，甚至可達硝化。

優點為：

- 1.對進流水的水質水量、溫度變化及有毒物質較具緩衝能力(因滯流時間較短暫且生物膜內具多樣性的微生物及反應)。
- 2.微生物處理具多樣性(表層為好氧分解，裡層為厭氧分解)，可達硝化程序，使水質處理更徹底。
- 3.污泥產生量少，減少污泥處理問題(約活性污泥法污泥產量之 1/2~3/4)。
- 4.沒有污泥膨化問題，終沈池之污泥較易沈降。
- 5.操作和管理費用較活性污泥法低廉。
- 6.省能源。

缺點為：

- 1.不適合大量廢(污)水或高濃度廢(污)水處理。
- 2.可能因剝落生物膜的阻塞造成積水和污水蠅等問題。
- 3.處理效率較差，其 BOD 去除率約 75%~85%，而 SS 去除率僅 70~80%。

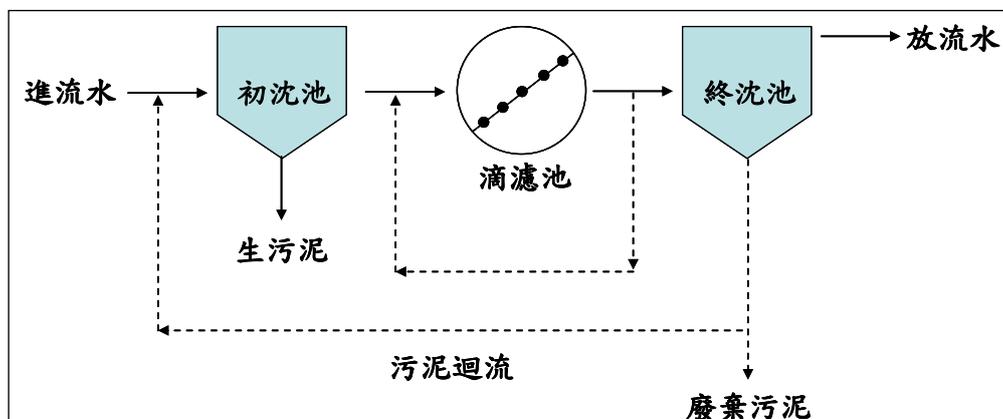


圖 6.4-2 滴濾法處理流程圖

(四)氧化渠

為活性污泥法之改良，主要包含兩個部分，一個是連續之明渠，形狀如同橢圓形之賽馬場，另一個則是轉輪曝氣機，用以供氧及使渠水流轉，以保持固體物呈懸浮狀態，避免沉澱渠中。

本工法乃利用渠道的方式，廢水在渠道中流動，其中的微生物分解有機物而達到水處理的目的，與活性污泥法較類似，均為懸浮性微生物處理法。氧化渠的渠深通常為 1.0~4.5 公尺，藉曝氣機的轉動，促使廢水在環狀溝渠內循環流動曝氣，因曝氣時間長，所以剩餘的污泥量少，且構造簡單，操作維護較容易。氧化渠處理流程詳圖 6.4-3 所示。

優點為：

- 1.處理效率及穩定性高、具有各種衍生程序。
- 2.活性微生物屬對數生長，因此可預測控制因子與處理效率。
- 3.臭味較低，可加蓋防臭。
- 4.處理成效已經證實，已為廣泛採用。
- 5.耗能較活性污泥法少，污泥產生量較活性污泥法少。

缺點為：

- 1.需專業之操作維護。
- 2.佔地面積相對較大。

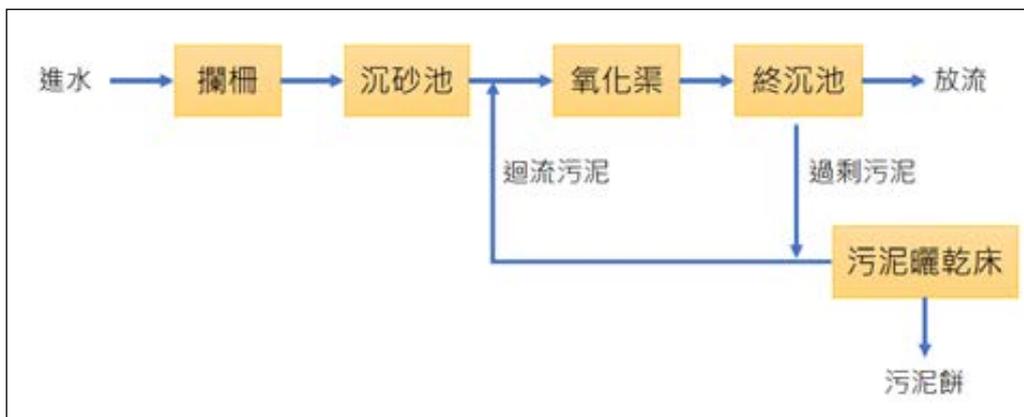


圖 6.4-3 氧化渠處理流程圖

(五)預鑄套裝式污水處理槽(合併式淨化槽)

適用於 500 人以下規模之社區，目前市面上已有許多套裝設備可供選用，惟若要符合氮磷去除之要求，則處理流程必須加裝污水迴流脫硝及砂濾等機制。合併式建築物污水處理設施一般採用鋼筋混凝土 (RC) 或玻璃纖維 (FRP) 來構築反應槽體，僅少數為聚乙烯 (PE) 材質，處理水量較小時則以採用 FRP 套裝設備較普遍。

聚落式污水處理屬於集中處理型之小型生活污水處理系統，服務對象可為小區塊集中型住宅區、遊憩區、學校或營區，針對晴天生活污水，進行聚落排水的集水處理。

「預鑄式處理設施」為將傳統接觸曝氣法或活性污泥法修正為簡易套裝型、適用各種入流水質濃度，以因地制宜的設計，易於施作及後續操作維護，不僅對於改善水中溶氧、生化需氧量、懸浮固體等成效良好，更可進一步解決氮、磷等污染問題。將此處理設施實施於農村聚落，更具備可維護農村用排水水質、保障農村用排水設施功能、改善農村生活環境及促進農村地區資源循環等效益。

目前坊間針對污水處理量較小之專案，已將傳統接觸曝氣法或活性污泥法修正為簡易套裝型，以易於施作及後續操作維護。此式主要為處理社區生活污水，應用普遍。由於各單元結構採預鑄桶槽方式製作，可採地下式配置，詳圖 6.3-4 所示。預鑄套裝式污水處理槽，簡稱合併式淨化槽，屬二級至三級處理單元，為將前述之活性污泥法或接觸曝氣法各單元置入固定之 RC 或 FRP 等圓型槽中，以標準化流程進行小至大流量污水處理。主要適用於污水下水道未能到達之郊區區域生活污水處理，或單一社區、大樓生活污水前置處理，亦可用於人口稠密土地難以取得之情況下，高密度處理生活污水之方法。

預鑄式處理設施施作地點，建議以現有廟宇(具廁所之廟庭)或鄰近公有地(學校、公園)空間者為優先對象，將民生污水匯集至下游之廟宇廁所，以預鑄式污水處理設施併同處理廁所及民生廢污水。

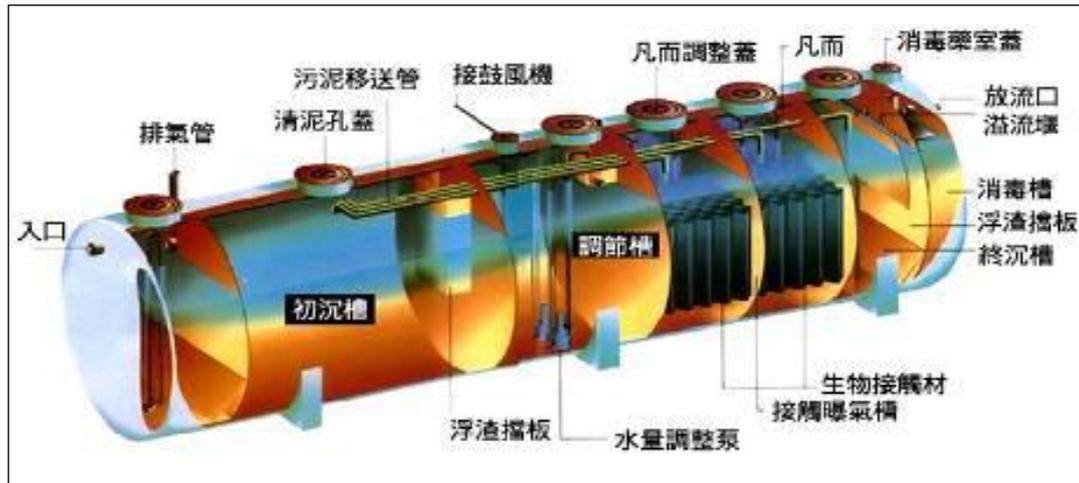


圖 6.4-4 預鑄式處理設備圖

1.說明

此預鑄式圓型構築式污水處理淨化槽，可隨需求調整，內置活性污泥法單元或接觸曝氣法單元。

優點為：

- (1)土地使用面積小，各單元間配置排列可靈活調整，可不受 RC 單元固定所限。
- (2)操作管理容易，機械設備單純，控制技術簡易，不須每日作生物污泥實驗定操作條件，可達到完全自動化控制，無須現場操作人員。
- (3)有固定生物膜，污泥產量少，相當適合處理有機物含量高生活污水。

缺點為：

- (1)處理程序彈性小，遇緊急應變情況水質掌控不易。
- (2)處理流量小，約 200CMD 以下，超過 1,000 人以上之中大型社區需重新評估是否適用。

2.除氮方法說明：合併式淨化槽於好氧槽將回流上澄液，藉由微生物作用去氮。

3.除磷方法說明

- (1)化學方法除磷

搭配化學除磷的除磷效果可將磷濃度降至 1mg/L 以下，處理過程較為簡單且穩定，但後續必需定時投放藥劑。檢視常用混凝劑，評估操作性、安全性、價格等因素，並比較其優缺點，如表 6.4-1，處理流程如圖 6.4-5。目前石門水庫阿姆坪設有一處合併式淨化槽，處理遊客公廁污水，乃採化學除磷方法，石管局維護得當，目前正常運傳中。

表 6.4-1 合併式淨化槽化學除磷加藥分析表

藥品	硫酸鋁(明礬)	氯化鐵	氫氧化鈣(石灰)	聚氯化鋁(PAC)
化學式	$Al_2(SO_4)_3$	$FeCl_3$	$Ca(OH)_2$	$Al_n(OH)_mCl_{3n-m}$
市售型態	溶液濃度約 7%	溶液濃度約 20~45%	粉狀	溶液濃度約 10~12%
適用 PH 值	4.5~7.9	5.0~11.0	7.5~11.0	6.0~9.0
使用方式	直接添加	直接添加	現場需再加水混合	直接添加
價格(元/kg)	2.5	5	20	3.2
藥品費(元/day)	8.1	5.4	3.1	7.3
污泥處理費(元/day)	0.49	0.6	0.62	0.49
優點	混凝適宜之 pH 值接近中性，適用於生物處理的前處理單元	所形成的膠羽體積大而重，沉降性及脫水性佳	在高 pH 值操作可釋出污泥中的氮氣，且可去除水中的磷、氮等物質	鹼度消耗少，且具有高價陽離子，架橋能力強，膠羽形成快
缺點	<ul style="list-style-type: none"> ● 消耗廢水中的氫氧離子，導至鹼度降低 ● 最適宜之 pH 值操作條件約在 6~7 之間，操作範圍狹小，且所形成的膠羽膨鬆、質輕、不易沉澱且脫水性不佳 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 腐蝕性高，槽體及機械設備需耐腐蝕，且操作時應小心 2. 水解後產生的氯離子會干擾化學需氧量的檢測。 3. 排出水體將含鐵離子，呈現紅褐色，觀感不佳 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 石灰會吸收空氣中的水份與二氧化碳反應成碳酸鈣或碳酸氫鈣而變質 2. 現場需再加水混合，操作較為繁複。 3. 產生污泥較多 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 腐蝕性高 (pH=2)，其貯存槽體、輸送管線等需採用耐蝕性材質 2. PAC 在溫度 40°C 以上的環境時較不穩定，故應避免置於高溫環境

資料來源：本計畫彙整(2017)

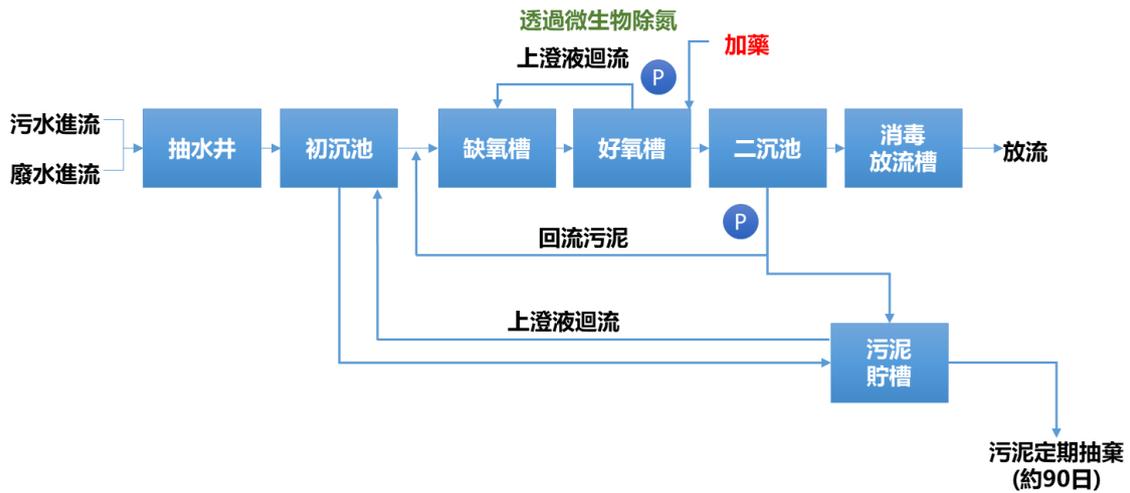


圖 6.4-5 合併式淨化槽處理流程示意圖(可去氮除磷式)

(2)電解式除磷

為發展前瞻技術，參考日本常使用之電解除磷機制，透過鐵電極釋出鐵離子，與污水中的磷結合形成磷化物，達到去除磷的效果。如圖 6.4-6，處理單元包含生物厭氣過濾槽、生物厭氣過濾槽、生物曝氣過濾槽、沉澱槽、及消毒槽等。於生物曝氣過濾槽上方掛設鐵電極板，通以電流使鐵電極溶出鐵離子，使磷與鐵離子結合形成磷酸鐵 ($FePO_4$) 沉澱去除，出流水 TP 濃度可達 1.0mg/L 以下，鐵電極約每 8 個月更換一次。

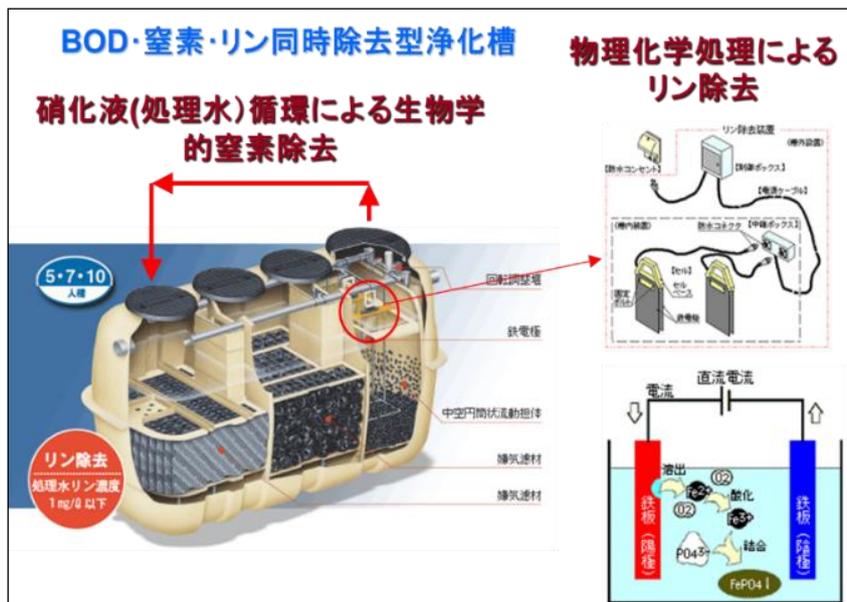


圖 6.4-6 日本電解式除磷技術說明圖

依據徐開欽(2017)演講資料「日本建築物污水處理設施去除氮磷技術」，日本環境省統計 2015 年合併式淨化槽約 350 萬座，去氮除磷去除型淨化槽實績 3,560 座，台灣尚未引進該技術專利，但環保署正積極推動中，目前台灣廠商正積極研究該技術控制參數，設置實驗模組進行測試，希望掌握電解關鍵技術，可推行於台灣市場。

(3)粒料式除磷

有關去磷，尚有日本研發之除磷粒料，透過此吸著劑磷可高速吸附磷，達到去除磷的效果，如圖 6.4-7。經實驗，出流水總磷濃度可達 1.0mg/L 以下(0.02~0.07mg/L)，粒料經過脫著液(NaOH)清洗，可重複使用，所析出之磷酸鈣可供肥料使用。但目前本產品尚未有案例證實其效果，亦尚未引進台灣市場。

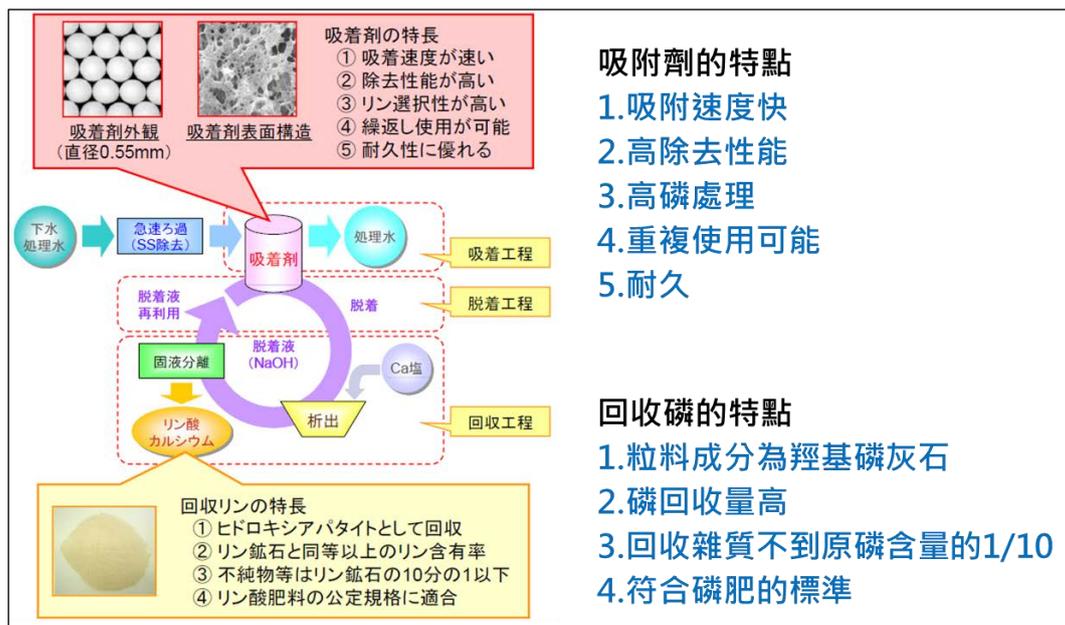


圖 6.4-7 日本粒料式除磷技術說明圖

二、自然生態工程技術

國外生態工法係基於生態環境自我組織行為(Self-organizationActivities)之概念，即以最少之人工行為，在依賴生態環境本身之繁衍功能與自動演替之原則下，兼顧人類社會與自然環境利益之方法。

而國內對生態工法之概念則普遍涉及生態環境、工程安全、永續經營、景觀遊憩等項目。由行政院公共工程委員會對生態工法之官方定義：「生態工法指人類基於對生態系統的深切認知，為落實生物多樣性保育及永續發展，採取以生態為基礎、安全為導向，減少對生態系統造成傷害的永續系統工程皆稱之」。故生態工法之實施在保護人類生命財產安全之前提下，應尊重生態系統自我組織與設計之重要特性，將人工行為減至最少程度，以達生物多樣性保育及永續發展之目標。

自然生態工程技術是利用自然界的植物吸收太陽能或微生物代謝之生物能以自然的速率進行反應，藉由各種物質循環機制而達到污染物去除目的，惟系統處理量能受限於自然反應速率，需較大用地。

目前已被運用於水質淨化之自然生態工程技術可概分為三個主要範疇，分述如後：

(一)植生處理法

1.濕地處理系統

人工濕地在設置不透水層的條件下，則無管制進流水水質的特別要求，並可確實地控制系統的水流特性，其操作效能比天然溼地更為可靠。有兩種基本類型的人工溼地最常被使用，包括：自由水層流動系統(FreeWaterSurface, FWS)及表層下流動系統(SubsurfaceFlow, SSF)。前者，由於水表面與大氣環境接觸，因此類似天然溼地或沼澤；後者，使用水可流過的介質(如礫石)，而水則保持在礫石床表面下流動，相當於有植物存在但沒有使用曝氣的生物濾床。

2.人工浮島系統

人工浮島主要為漂浮於水面尚且於浮體上栽植植物之人工浮體結構物。一般應用於水岸環境復育與創造、於水位變動較大與波浪衝擊嚴重之湖泊水域進行植生復育與環境綠美化，營造鳥、魚類及水生動植物棲身場所。

人工浮島可分為乾式及濕式，主要利用水面下植物根系或接觸反應材等提供藻類附著、微生物生長等，藉由藻類及微生物反應，達到水質淨化效用。

3.植物緩衝帶與草溝

植物緩衝帶包括樹木等不同植物的綜合植物地帶，而草溝的植物以草為主，為一種造價低但頗有益於去除雨水逕流污染的方法。通常需先將雨水引進一水平分佈槽內，槽內水滿時會沿槽緣滿溢出來而平均的分佈流過草帶，如此可避免形成渠道流而減低緩衝帶之效率。其平均去除率約為：懸浮固體 70%、重金屬 20%~50%及營養鹽 10%~30%。

植物緩衝帶可與其他方法結合而得到較高的總污染去除率，目的在於去除水中沉質及營養鹽等污染物，防止土壤沖蝕。

(二)土地處理法(Terrestrial Treatment Methods)

1.灌溉處理

本法技術主要依賴發生在土壤間隙的物理性、化學性及生物性作用。其中，慢速滲濾法及地表漫流法均需要有植物存在，作為主要的處理成員。慢速滲濾法所使用的植物種類相當廣泛，從樹木至牧草以至於蔬菜作物；地表漫流法則常使用多年生的禾本科植物。另一種陸地處理法稱為快速滲濾法，因為所操作的水力負荷相當高，導致無法提供植物生長。

以上三種方法均能產生高品質的處理水，並可考慮再利用，尤其慢速率法甚至可設計成足以產生飲用水標準的處理水。大部分的慢速率法及快速率滲透法都需要設置地底下的排水管或水井以利處理水的回收。

2.地下滲濾

把經厭氧處理後之污水，透過埋在地下之散水管直接將污水導入土壤，系統靠過濾、沉澱、化學吸附及生物處理作用淨化污水，其中又以生物處理最為重要，包括初級處理之厭氧槽及礫石過濾系統，礫石過濾系統之設置可部份或全部埋設於地下，但針對岩盤地質或地下水位較高之地區其結構亦可採地面上之設置，一般礫石過濾系統深度約為 0.6~0.9m 深，為了讓礫石過濾系統維持好氧環境，建議採間歇性進水方式，以維持濾床之通氣性。

(三)多層複合土壤水質淨化系統(Multi-soil Layering,MSL)

1.簡介

由於人為活動的日益頻繁，再加上台灣地小人稠，水庫集水區的開發難以完全杜絕，因此伴隨產生的大量生活污水及初期暴雨逕流水(first flush)若未加以妥善處理而任其流入河川或水庫水體中，往往對於水質及自然環境造成相當嚴重的影響。雖然集中式污水處理設備具有較高的處理效率，然其高興建與營運成本並不適用於住宅分散之水庫集水區，故較經濟的分散式自然淨化系統於近年受到重視。

目前較普及的分散式自然淨化系統包括：植生淨化、接觸氧化及地下滲濾等。這類以生物及土壤過濾為主要去污機制的系統，多數水力負荷率較低、運轉後常遇到阻塞問題，且興建系統所需面積較大。

近年來，日本發展出一種新興之現地水質處理技術，稱之為多層複合土壤(multi-soil-layering system,MSL)水質淨化系統，其在生活污水、畜牧污水，及河川污水的去污能力表現上，受到日本、美國、泰國及中國等國家的肯定，認為其具有長期且高效能的去污功效，且此系統不僅水力負荷率較傳統之土壤淨化系統大、阻塞問題較不嚴重之外，且因使用材料天然無污染、用地小及維護成本低等優點，故於近年來逐漸受到重視，與其它以土壤為基質的去污系統比較，MSL 系統的特點如下：

- 含有透水層，可降低系統阻塞風險。
- 多孔管可控制系統內通氣情形，藉此調配污染物的去污反應。
- 佔地小且營運費用低，適合開發中國家的都會地區使用。
- 利用混合土磚中有機質及水中有機質提供反應能量，幾乎不須維護。
- 無有害添加物，處理水可供二度使用，MSL 系統材料可回收利用。

2.淨化機制

呈層複合濾料系統主要由混合土塊層(soilmixturelayer,SML)和透水層(permeablelayer,PL)組成，另須搭配入、出流的導水管線，及可開關的多孔管通氣裝置。

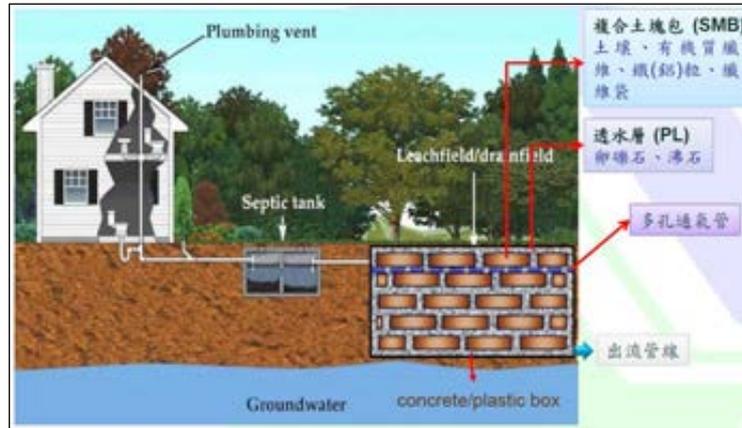


圖 6.4-8 多層複合濾料水質淨化系統說明圖

混合土塊主要由土壤組成，並混以 20-30%的添加材料，如木炭、有機質、鐵和鋁等。木炭提供微生物棲息環境、大量吸附污水中的有機物質，因此增加有機物質的分解效率；有機質如木屑、稻稈、玉米穗軸、洋麻等，提供微生物食物來源，並於反硝化作用中擔任負電的提供者；鐵和鋁則對磷酸鹽有良好的吸附效果。均勻混合後的土塊置於麻纖維袋中，以透水層間隔，呈層排列於系統中。透水層由直徑 1-5 公厘的粗顆粒組成，材料可為礫石、浮石、珍珠岩，和沸石等。透水層的取材應盡可能大小一致，以減低系統阻塞機率，並增進水在系統中的分散情形。

(1)土壤種類的選擇

土壤質地對磷的吸附和微生物活動有很大的影響，選擇黏土或壤土質地的土壤效果較好。Wakatsuki et al., (1993)指出，灰燼土對磷的吸附量可達 1g/kg，而富含石英的砂土對磷的吸附量僅 0.1g/kg。

(2)有機質添加物的選擇

Attanandana et al., (2000)於通氣狀態下，比較添加木屑的 MSL 系統與添加洋麻和玉米穗軸的 MSL 系統對磷的污染去除率，研究結果顯示前者稍優於後者。推測可能原因為木屑中含螯合物(如酚類)，對磷的吸收有些幫助。

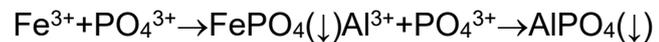
(3)鐵鋁添加量

由 Wakatsuki et al., (1989、1990、1993) 研究結果可知，於混合土塊內添加鐵顆粒，對磷的吸附有極大幫助：添加佔重量比例 10% 的鐵，可增加磷吸附量 5-10 g/kg 以上。

(4) 透水介質的選擇

為減低阻塞機率，應選擇均勻的粒徑大小。MSL 系統對於污水中污染源的去除機制，主要是透水層顆粒及混合土塊層表面形成生物膜，對於包括細菌、放射菌及藻類等進行有機物分解、脫氮、硝化等作用，另外藉由鐵鋁顆粒的添加，可以吸附水中的磷並加以轉換，其淨化水質之主要效能包括：

- A. 透水層顆粒形成之孔隙對於污水中之懸浮顆粒有攔阻功效。
- B. 系統底層處於缺氧狀態，能夠進行脫硝作用，減低水中硝酸鹽與氨的濃度(如圖 6.4-9)。
- C. 表層與空氣接觸，再加上設置通氣設備，故屬於好氧環境，能促進水中生化需氧量的分解，亦可以使氨轉化為硝酸鹽。
- D. 混合土塊層內所添加的鐵鋁顆粒，在厭氧環境中析出之 Fe^{2+} 或 Al^{2+} 與氧反應生成多價金屬之鹽類(如 Fe^{3+} 或 Al^{3+})，便容易與污水中的磷酸根作用並且沉澱，達到去除的目的(詳圖 6.4-10)。



另外， Fe^{2+} 亦容易與氫氧根離子作用，產生 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 沉澱，上述反應產生的 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 活性很強，能與水中有機和無機雜質凝聚產生膠羽作用而沉澱，以達到去除水中懸浮物的功效。



- E. 混合土塊層及透水層顆粒表面逐漸附生微生物，形成生物膜，能促進水中有機質的分解(詳圖 6.4-11)。

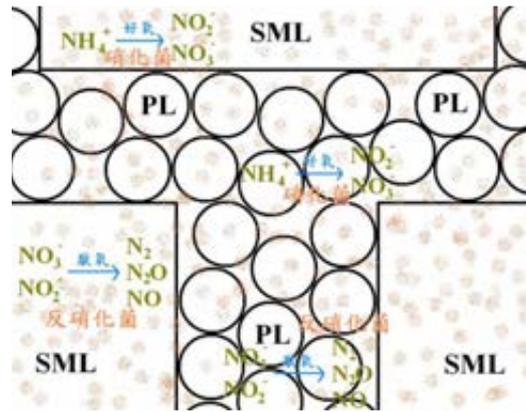


圖 6.4-9 MSL 系統中氨氮與硝酸鹽之去除機制示意圖

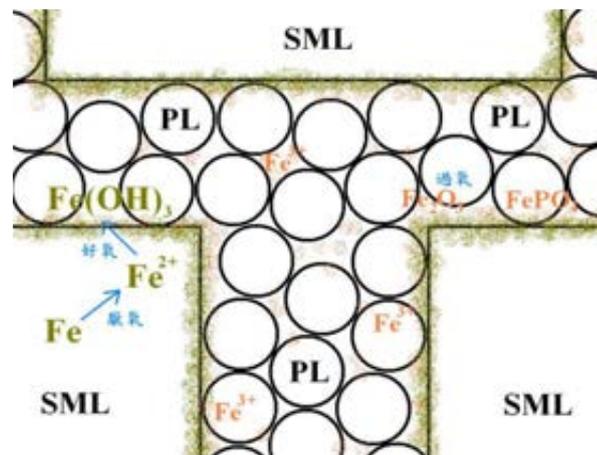


圖 6.4-10 MSL 系統中磷酸根之去除機制示意圖

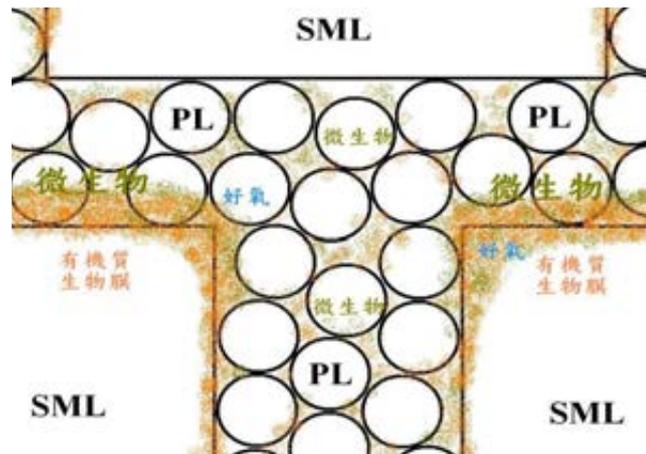


圖 6.4-11 MSL 系統中有機質之去除機制示意圖

(3)國外研究

MSL 系統於國外的使用已逾十年，初期主要針對社區或家庭污水排放的處理，爾後已逐漸發展為處理河川水體之現地處理技術，且已有愈來愈多的研究報告相繼出爐，其中不乏各種污染源去污效率的探討及和其它現地處理技術效能之比較，台灣若欲引進此一新技術，除了需針對其適切性進行探討之外，亦需逐步發展本土性之 MSL 系統，方能有效的在台灣深耕，並且達到環境永續發展之目的。

- A.根據 Harada and Wakatsuki (1997) 於室內進行畜牧污水處理的模型研究，在水力負荷率 $220 \text{ L/m}^2/\text{day}$ 下，平均污染去除率良好：生化需氧量(BOD)可達 96-99%、總懸浮性固體 (TSS) 可達 95-97%、TN 可達 75-99%、TP 可達 80-99%。比較 Knight et al., (2000) 整理畜牧污水資料庫 (livestock wastewater database, LWDB) 中，68 個測站共 135 個獨立人工溼地去污系統結果，其處理水中的 BOD、TSS，和 TN 的平均值，均不符合排放水水質規範。比較 Masunaga et al., (2002) 的研究，MSL 系統對畜牧污水的 BOD 和 TN 去除率，在水力負荷率介於 $30\text{-}290 \text{ L/m}^2/\text{day}$ 時可達 $600 \text{ g BOD/m}^2/\text{day}$ 和 $57.8 \text{ g N/m}^2/\text{day}$ ，其值遠高於同處理下的人工溼地去除率。
- B. Attanandana et al., (2000) 指出，自然土壤處理系統或表層下流動人工溼地的過濾效果相當，其污染物去除量為： $2\text{-}30 \text{ g BOD/m}^2/\text{day}$ 、 $0.1\text{-}3 \text{ g N/m}^2/\text{day}$ ，及 $0.1\text{-}3 \text{ g P/m}^2/\text{day}$ ，MSL 系統的污染物去除量為： $113 \text{ g BOD/m}^2/\text{day}$ 、 $53 \text{ g N/m}^2/\text{day}$ ，及 $6.8 \text{ g P/m}^2/\text{day}$ 。由此可知，MSL 系統可有效處理高濃度的污水，其效率為自然土壤處理系統或表層下流動人工溼地的 10-50 倍。
- C. Chen et al., (2009) 整理日本松江市家庭污水 MSL 處理系統，MSL 對總磷的去除率生命週期估算如下：總磷的去除與系統釋出的鐵離子量有關，此研究統計 10 年間移除 19 kg 的磷，相對需提供 11 kg 的鐵，若假設鐵離子的結合效能為 10%，則 10 年內需由系統溶解出 110 kg 的鐵。因此，系統的鐵初始添加量為總磷去除生命週期的關鍵因素，而此研究中鐵的初始添加量為 300 kg，以 10% 結合效能推算，此系統的總磷去除生命週期可延續 27 年。

(4) 案例介紹

以日本為例，近年來應用範圍包含(1)大眾公園設施、(2)河川水質淨化系統、(3)簡易型的排水設施及(4)其他水質淨化系統等；其中大眾公園設施具代表性的有萬葉公園、石見海濱公園(F區)及白島眾公廁系統等(圖 6.4-12)，三處皆屬於日本島根縣管轄範圍，依其設計之處理污水量及人數限制，所建造之規模比例亦不相同，此外尚有其他眾多公園周邊設施之案例，皆屬處理較單純之生活污水為主；另外應用於簡易排水系統案例有次寸地區簡易排水處理設施(圖 6.4-13)，該處屬伯太町管轄，設施占地面積 162 m²，處理量為 12.6 CMD；案例中應用於河川水質淨化系統具有較大的污水處理量，代表設施包括吉野川流域南部幹線河川支流及熊添川淨化施設等(圖 6.4-14)，其中熊添川處理量可高達 7,000 CMD。相關實場案例及處理量相關參數如表 6.4-2 所示。



圖 6.4-12 MSL 案例-石見海濱公園



圖 6.4-13 MSL 案例-次寸地區簡易排水處理設施



圖 6.4-14 MSL 案例-熊添川淨化設施



表 6.4-2 日本各類型 MSL 處理案例彙整表

施設名稱	處理對象 人數	汚水量 (m ³ /日)	多段土壤層仕様
【公園関係】			【注記】◎印：高速タイプ
1・万葉公園	50	2.5	100m ²
2・石見海浜公園Bゾーン		159	340m ² ×2系列(10×34×2系列)
3・古曾志の丘古墳公園	125	6.5	65m ²
4・三瓶フィールドミュージアム	1,000	176	1,836m ² (20.6×44.6×2系列)
5・益田市ふれあい広場	176	10.2	110m ² (7×16)
6・石見海浜公園Fゾーン	65	3.25	65m ² (6.95×9.45)
7・白島崎公衆トイレ	80	4	51m ²
8・吉浦野営場	50	2.5	25m ² (5×5)
9・唐鐘漁港バスハウス	100	15	
10・持石海岸トイレシャワー棟			
11・ふれあいパーク	85	4.25	85m ² (7.2×11.9)
12・裏匹見峡公衆トイレ	50	2.5	26m ² (2.1×12.6)
13・地蔵崎園地公衆トイレ	90	4.5	168m ² (8.3×20.3)
14・湯抱公衆トイレ	30	1.5	15m ² (3×5)
15・国賀浜園地公衆トイレ		4.0	40m ²
16・石見海浜公園Dゾーン1期		100	175m ²
17・東出雲・錦浜ふれあい農園		0.5	5m ²
18・山光メモリアルパーク		16	170m ²
19・竜頭が滝水洗便所	50	2.5	25m ²
20・石見海浜公園Dゾーン2期	250	50	526.4m ² (10.7×16.4×3基)
21・むつみ村飛石川キャンプ場	17	2.1	23m ² (3.5×6.75)
22・三瓶小豆原埋没林公園 ◎	80	4.0	4m ² (2×2)
23・マリンパーク多古鼻 ◎	231	24	16.2m ² (2.8×5.8)
24・蒲刈町 泉民の浜 ◎		80	20m ² (2.5×4×2槽)
【河川浄化】			
1・熊添川浄化施設 ◎		7000	1750m ² (20×15×6系列)
2・肱川流域浄化検討業務 ◎		60	15m ² (2×2.5×3系列)
3・吉野川流域南部幹線水路 ◎		200	100m ² (3.2×8×4系列)
【簡易排水】			
1・寸次地区	60	16.2	162m ² (10×16.2)
2・仲村地区	46	12.42	125m ² (11.2×11.2)
3・与一畑地区	41	11.07	116.2m ² (7.8×14.9)
4・粕原地区	80	21.6	181.4m ² (10.8×16.8)
5・守合地区	35	9.45	94.7m ² (14.8×7.1~5.7)
【その他】			
1・武広氏水耕溶液 (広島)		2	40m ² (8×5)
2・泉佐野水耕溶液 (大阪)		2	40m ² (8×5)
3・江角邸	4	1	10m ² ×2系列(4×2.5)
4・自然保護センター (岡山)	104	20.8	230m ² (11.5×20)
5・タンチョウヅル公園 (岡山)		1.25	
6・大阪東部生協 (大阪)		2	6.5m ² ×2系列(2×3.5×2系)
7・旭天狗ストン		40	400m ² (16.2×26.5)
8・だんだんファーム水耕栽培施設		0.5	10m ² ×2系列(3.2×3.2×2系)
* 山東町夫馬地区高度処理施設 (農業集落排水施設 XV 型)	400	108	660m ² 内44

(5)國內研究

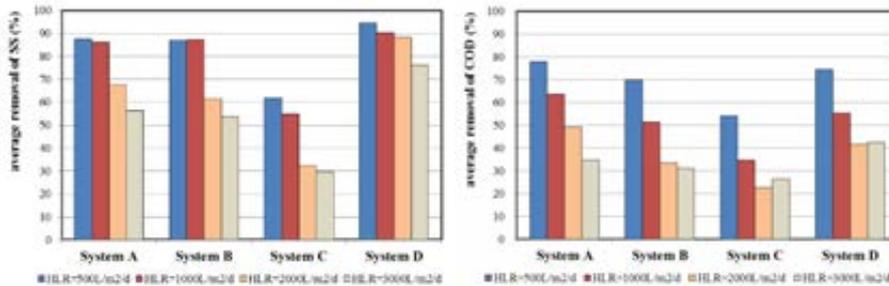
國立臺北科技大學水環境研究中心何嘉浚教授研究團隊於 100 年至 103 年期間受國科會的補助，自行研發一套 MSL 系統實驗儀，系統主要設備包括上水槽、下水槽及試體室三大部分(詳圖 6.4-15)，以進行一系列的 MSL 系統室內實驗，並採用地工合成材作為包覆材，進一步運用地工合成材料之可塑性、隔離性及長期耐久性來替代之，並且以水庫淤泥燒結而成之發泡煉石、廢棄牡蠣殼及淨水廠使用過後之活性碳粒來替換較昂貴的沸石成為 MSL 之透水層材料，如此一來可以減少廢棄物對環境所造成的影響，二來可提高再生材料的使用率並且降低系統造價。



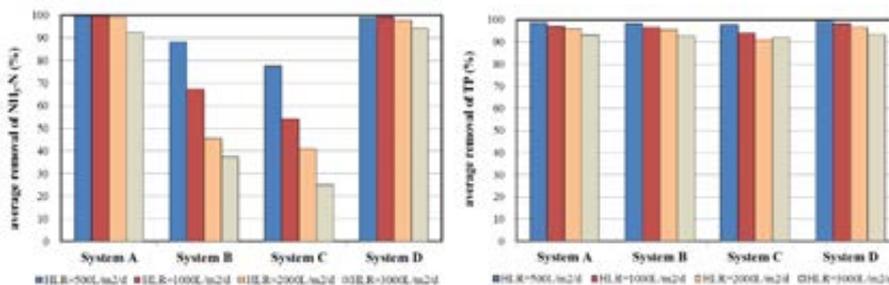
圖 6.4-15 MSL 系統室內實驗儀實體圖

經過近三年來的室內實驗，已成功應用地工織物來取代傳統之麻布袋，並延長系統使用壽命，且厚度介於 2.0-3.0 mm 之不織布的水質淨化成效最佳，另滲透係數亦可以長期維持在 10-2 cm/sec 以上。除此之外，亦可以得知選用不同的 PL 材質，其水質淨化成效亦不盡相同，經一系列的室內實驗後得知，採用使用過後之活性碳粒系統(SystemD)之 SS 去除效果可達 76.2-94.6%(圖 6.4-16(a))，沸石(SystemA)與發泡煉石系統(SystemB)效果相當，約為 53.7-87.4%，而廢棄牡蠣殼(SystemC)的去除效果最差，為 29.8-61.8%。對於 COD 的去除表現，污染去除效率隨著水力負荷率(hydraulic loading rate, HLR)的提高而降低，若要維持大致相同的 COD 去除效率，廢棄牡蠣殼所需要的污水停留時間約為沸石系統的

2-4 倍(圖 6.4-16(b))。另外，四種系統中，沸石及使用過後之活性碳粒對於 $\text{NH}_3\text{-N}$ 的去除表現穩定，約可達 92.3-99.8%(圖 6.4-16(c))，但發泡煉石系統因陽離子交換能力(cation exchange capacity, CEC)低且內部孔隙大，在較高 HLR 作用下， $\text{NO}_3\text{-N}$ 容易被水淋洗而帶出，因而降低其污染去除效率。因 MSL 系統對於 TP 的去除機制與 PL 材質較無關聯性，因此四種不同 PL 材質之 MSL 系統的 TP 去除效率均可達 92.1-99.2%(圖 6.4-16(d))。



(a)SS(b)COD



(c) $\text{NH}_3\text{-N}$ (d)TP

圖 6.4-16 四種不同 PL 系統在不同 HLR 作用下之平均污染去除率

另該研究團隊於 2013 年受行政院環保署委託選擇 1 處適合之 MSL 模場試驗場址進行模場規劃設計(含細部設計及施工規範)：MSL 模場規劃設計內容，包括場址規模、所需經費、後續量測項目、量測頻率及既有污水蒐集設施之改善建議等，經多處場址遴選之後，選定金門金沙水庫入庫溪流為示範場址進行相關之規劃設計。

(6)相關說明

A.多層複合濾料(MSL)適用於畜牧廢水、農業污水、民生污水及河川污水。

表 6.4-3 各種類自然淨化系統(NTS)處理比較表

種類	畜牧污水	農業污水	工業污水	民生污水	河川污水
草溝	✓	✓			✓
草帶/緩衝帶	✓	✓			
人工濕地			✓	✓	
透水性鋪面				✓	
濕/乾滯留池	✓	✓	✓	✓	✓
MSL	✓	✓		✓	✓

資料來源：台北科技大學

B.多層複合濾料(MSL)對於氮、磷及 BOD 之處除率極高，但進流水需先行沉澱，去除懸浮固體，以免阻塞。

表 6.4-4 各種類自然淨化系統(NTS)處理比較表

種類	污染去除率 (%)				
	Solids	P	N	BOD	Metal
草溝	20-40	20-40	20-40	20-40	0-20
草帶/緩衝帶	0-20	0-20	0-20	0-20	0-20
人工濕地	60-80	40-80	20-60	20-60	60-80
濕/乾滯留池	80-100	40-60	20-40	40-60	60-80
MSL	-	82-99	54-89	73-95	-

資料來源：台北科技大學 · Lawrenceetal.,1996

C.多層複合濾料(MSL)與其他工法相比，經濟效益很高。

表 6.4-5 各種類自然淨化系統(NTS)處理需求比較表

種類	建造成本	營運維護成本	土地需求	資料來源
人工濕地	360-550 元/m ²	0.22-0.76 元/CMD	10 m ² /CMD	大漢溪人工濕地數據 (京華顧問 · 2010)
接觸礫間	28,800-59,000 元/m ²	1.2-1.5 元/CMD	0.23-0.37 m ² /CMD	美商傑明(2011)
	53,333 元/m ²	21.4 元/CMD	-	日本 Kanatsu 公司(2011)
改良型接觸礫間	100,000 元/m ²	23.6 元/CMD	-	日本 Kanatsu 公司(2011)
MSL	47,800 元/m ²	7.5 元/CMD	0.15-0.25 m ² /CMD	日本 Kanatsu 公司(2011)
	22,500 元/m ²	0.24 元/CMD	-	泰國 KasetsartUniv.(2000)
化糞池與土壤吸附系統	-	0.30 元/CMD	-	泰國 KasetsartUniv.(2000)
污水處理廠	17,000-50,000 元/m ²	2.11-5.13 元/CMD	1.1-1.8 m ² /CMD	京華顧問 · 2010

資料來源：台北科技大學

(四)接觸氧化法

礫間接觸氧化法對於目標河川有溶氧量及生化需氧量之限制，對於溶氧量極低或生化需量大於 20mg/L 之河川不太適用(土地面積需求較大，對於用地狹小之場址較為不利)，主要因其淨化效果著重在接觸沉澱。操作簡單，操作維護費用低廉，乃利用微生物對有機性之堆積物或污泥進行分解或減量，對於高灘地設置地下式設施，其上部面積可再利用或造景。

(五)小結

自然淨化方式有其一定之限制，並非任何地區皆可應用，如土地處理法需有足夠面積的高灘地或沙洲、廢水或排水不含重金屬或其他累積性有毒物質(家庭污水、畜牧廢水之排水最為適宜)、較不常下雨地區(如台灣的中南部)及非地下水補注區等地區場址比較適合，有關各種自然處理工程技術之優缺點比較詳表 6.4-6 所示。

表 6.4-6 自然處理工程技術優缺點比較表

工法	優點	缺點
植生處理法	<ol style="list-style-type: none"> 1. 無需加藥處理，幾無副產物 2. 可結合民眾生活與環境保育 3. 易於操作維護 4. 低建設及操作成本 5. 具教育與生態保育效益 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 用地面積需求較大 2. 可處理污染物濃度較低，對水質變異容忍度低 3. 操作不良可能產生臭味及病媒蚊等環境衛生問題 4. 環境及生態監測需持續進行 5. 處理效率易受氣候影響
土地處理法	<ol style="list-style-type: none"> 1. 操作簡單 2. 可有效去除一般水質淨化設施難以處理之氨氮、營養鹽(TN、TP)等 3. 處理後水質良好，可回收再利用 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 處理速率慢，因此單位面積處理量有限(相對用地面積需求最大) 2. 進流水需要沉降之前處理，否則表面固體的累積會減緩下滲的速率，進而增加水頭損失 3. 表面累積的固體如果有機質過高，則可能因為腐敗而產生異味
MSL	<ol style="list-style-type: none"> 1. 操作簡單 2. 可有效去除一般水質淨化設施難以處理之氨氮、營養鹽(TN、TP)等 3. 處理後水質良好，可回收再利用 4. 建造費、維護費低 5. 使用年限長 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 處理單元無法處理高 SS 污水，進流水需先經過沉澱 2. 過高 BOD 污水可能在單體中產生生物膜，發生阻塞
接觸氧化法	<ol style="list-style-type: none"> 1. 操作簡單，操作維護費用低廉 2. 利用微生物對有機性之堆積物或污泥進行分解或減量 3. 對於高灘地設置地下式設施，其上部面積可再利用或造景 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 進流水質 BOD 濃度限制在 20mg/L 以下，SS 在 30mg/l 以下 2. 進流水體不能含有害物質，尤其是阻礙微生物活性之有害物質 3. 土地面積需求較大，對於用地狹小之場址較為不利

資料來源：生態工法運用在河川(溪流)流域污染整治實務與案例分析；本計畫彙整

三、強化型自然工程技術

強化型自然工程技術是利用自然界的機制及生物成員，在人為控制下使其發揮最大的能力，來達到處理目標。強化型自然工程技術一般只需幫浦及管線來輸送廢水，而不需仰賴化學藥劑的添加，相對也較無污泥產生問題，因此較傳統機械式的廢水處理法所需負擔的建造及操作費用低。

可有效處理廢水的強化型自然工程技術可概分為三個主要範疇，茲說明如下：

(一)曝氣氧化塘

好氧性曝氣氧化塘，在操作上可視為沒有迴流污泥之活性污泥法，氧化塘中之需氧量為去除 BOD 量的 0.7~1.4 倍。其水力停留時間，家庭污水約為 3~10 日。由於流出水中通常含有藻類且 SS 濃度有高之關係，故必須沉澱分離之。

兼氧性曝氣氧化塘，乃因池內的物質未能充分混合，致流入之懸浮物及生物污泥極易沉澱於池底並發生厭氧性分解。

優點為：

- 1.可補救好氧污水塘法常產生溶氧短缺的現象。
- 2.處理效果受季節性的影響較少。
- 3.適用於 BOD 較高的廢水處理。

缺點為：

- 1.於具有曝氣系統，建設費、操作維護費較高。
- 2.所需面積較大。

(二)加強礫間接觸氧化法

此方法為礫間接觸法之改良，礫間接觸法原理是導引污水流經填充礫石或人工濾材的處理槽，使污水與礫石或人工濾材表面的生物膜接觸，讓微生物分解污染物，若進流污染濃度高時(BOD>30mg/L)則須增加曝氣系統提升效率。

礫間曝氣氧化工程原理即為污水在沉澱、攔污之後，先流經有曝氣的礫間接觸槽，讓微生物分解污染物，再停留於無曝氣的礫間接觸槽，讓微生物膜與細微懸浮微粒沉澱，以維持良好的水質淨化效果。

一般礫間接觸氧化處理的流程如下：

取水→沉砂→礫間接觸氧化→放流

曝氣部份主要因提供足夠氧氣，可提昇曝氣部微生物對有機物及氨氮之氧化速率，且污水可因曝氣而於礫石間充分流動，使礫石表面之微生物與污水有更多接觸機會，也因此增加污水淨化效率。而擔任氧化分解有機物角色之微生物以及生物膜，會於曝氣部內大量繁殖增生，由於生物量多再加上曝氣的擾動，使得生物體(膜)易與礫石表面剝離，因此在曝氣部內，有機物被生物膜抓取吸收以及生物膜剝離等現象反覆發生。

在曝氣部剝離之生物膜，因曝氣部維持常時曝氣而無法於曝氣部內沉澱，因此會隨水流移動至非曝氣部，而這些生物膜或浮游性物質將於非曝氣部經接觸而沉澱。氨氮的硝化作用主要發生在本區，因曝氣效果使氨氮幾乎完全硝化成硝酸鹽氮。

綜合而言，在礫間接觸曝氣氧化槽內，藉由曝氣部與非曝氣部兩者之搭配，由曝氣部負責污染物之生物氧化分解，而非曝氣部負責懸浮固體及生物污泥之接觸沉澱，共同維持良好之水質淨化效果。

優點為：

- 1.生化需氧量、懸浮固體之去除效果佳，特別是懸浮固體濃度偏高之河川。
- 2.利用微生物對有機性之堆積物或污泥進行分解或減量。
- 3.對於高灘地設置地下式設施，其上部面積可再利用或造景。
- 4.對於曝氣氧化塘等工法而言，所需場地面積較小。

缺點為：需增設曝氣系統，相對也將增加維護管理費用的支出。

(三)河道曝氣法

河川曝氣的基本原理主要是藉由曝氣強制水體產生上下循環流動，再藉由氣泡與水之接觸界面氧傳效果，改善河川水質。其特點乃是靠輸入之空氣來提高水中溶氧，另一方面可藉河川下層缺氧水與表面高溶氧水交替混合，並靠水面波動，吸入大氣之氧氣，提供生物氧化分解有機物所需的氧氣，而達到河川水質改善之功效。

優點為：

- 1.能夠有效增加河水中之溶氧。
- 2.能夠直接去除河水中之有機物，不需要使用土地。

缺點為：

- 1.處理效能侷限於河川局部，對於整個河川污染物削減有限。
- 2.因強制曝氣故能源需求高。
- 3.設置地點受有效水深限制。
- 4.可能因為將河川底泥揚起產生臭味或是重金屬再進入水體之疑慮。

強化型自然工程技術雖可獲得較自然工程技術為佳之處理效率，又可減少操作維護及如污泥之二次污染物的產生，但在設置上仍有其限制。如加強礫間接觸氧化法須以不影響河川之排水功能為第一考量；曝氣氧化塘則需有較大面積之腹地以供利用；人工曝氣法設置地點除需考量不影響河川水流水理外，基於曝氣特性之考量，亦應設置於水質溶氧低、有效水深足夠之地點，方有效果。

四、技術比較

本計畫將現有各種技術優缺點及適用性，進行水質淨化處理方案之評估與規劃，以發揮其功能；同時在規劃設計之時，也需要包含該技術所能提供的額外效益，及後續的操作與維護所需要的人力與經費。無論傳統廢水處理技術、自然生態工程技術或強化型自然工程技術均有其優缺點及適用條件詳表 6.4-7 所示，因此水質改善工法之選擇必須視整體環境之限制條件而定。

表 6.4-7 傳統廢水處理技術與自然生態處理技術之間差異比較表

項目	傳統廢水處理技術	自然生態工程技術	強化型自然工程技術
結構	鋼筋混凝土槽體、機房施工	利用既有的天然土地或高灘地	利用既有的自然窪地及土地或土地需開挖
機械設備	多個抽水幫浦、鼓風機、散氣設備、污泥脫水機、加藥幫浦、攪拌機、攔污柵、過篩機、機電控制設備	少數個抽水幫浦	抽水幫浦及曝氣裝置
能源需求	大多數單元均需動力	僅需抽水動力	需抽水及曝氣動力
操作維護	設備維修、操作參數及條件監控、活性污泥問題與對策、污泥處置	非專業化廢水處理人員，水流、收割（頻率極少）	設備維修、污泥處置（非必要項目）
功能	一、二、三級處理	二級、三級處理	二級、三級處理
化學藥劑需求	消毒藥劑、污泥調理劑	無	無
污染去除速率	傳統廢水處理技術 ≥ 強化型自然工程技術 > 自然生態工程技術		
土地需求	自然生態工程技術 > 強化型自然工程技術 ≥ 傳統廢水處理技術		
額外效益	-	野生動物棲息、景觀美化、生態教學	景觀美化
衛生問題	臭味控制、污泥處置	蚊媒控制	蚊媒控制

資料來源：臺南市灣裡社區人工溼地操作維護及管理方法標準作業手冊，2003

6.4.2 水質淨化適用工法評估

針對現有水質淨化工法各優缺點及適用性，主要分為傳統工程處理技術、自然生態工程技術及強化型自然工程技術等三大層面，總計約 10 餘種處理方法。本節除依照阿公店水庫集水區水質水文及其他相關特性，作為本計畫水質淨化處理方案之評估與規劃參考外；同時在規劃設計之時，考量該技術所能提供之額外效益及後續之操作維護所需要的人力與經費。無論是傳統工法或自然生態技術均有其優缺點及適用條件，故水質淨化工法之選擇必須視整體環境之限制條件而定。

一、除磷功能篩選

阿公店水庫優養化情形嚴重，本計畫截流部分排入污水，第一要務就是削減磷的濃度。如下表 6.4-8，國內外水質淨化工法眾多，然依本計畫目標，首重考量除磷功能，其中植生與土地處理法吸收量太小，無法達到優養化削減的目的，因此僅能考慮合併式淨化槽(配合化學加藥去除磷)及多層複合濾料(MSL)。

表 6.4-8 水質淨化工法除磷功能篩選表

處理方式	淨化工法	除磷功能篩選	說明
傳統工程處理技術	活性污泥法	X	-
	接觸曝氣法	X	-
	滴濾法	X	-
	氧化渠法	X	-
	合併式淨化槽	○	國內研發化學加藥方式廚磷
自然生態工程技術	植生處理法	X	植物生長需要磷，但吸收量太小
	土地處理法	X	透過土地上的植物吸收，但吸收量太小
	MSL	○	日本研發，經由鐵粒吸附磷
	礫間接觸氧化法	X	-
強化型自然生態工程技術	曝氣氧化塘	X	-
	加強礫間接觸氧化法	X	-
	河道曝氣法	X	-

資料來源：本計畫彙整

二、多目標篩選

因隨各計畫內容需求不同，故水質淨化技術之研選原則亦會有所差異，本計畫依場址環境現況掌握，並配合上述以篩選出之合併式淨化槽及多層複合濾料(MSL)工法，進行選擇。

主要考量面相依序為處理效益與污染負荷、操作難易性、技術成熟性與實績應用及功能維護性等 4 大原則，有關篩選主要流程如圖 6.4-17 所示，再考量功能維護性、工程經費、操維費用、用地大小、處理效率等項目評估，篩選過程如表 6.4-8。

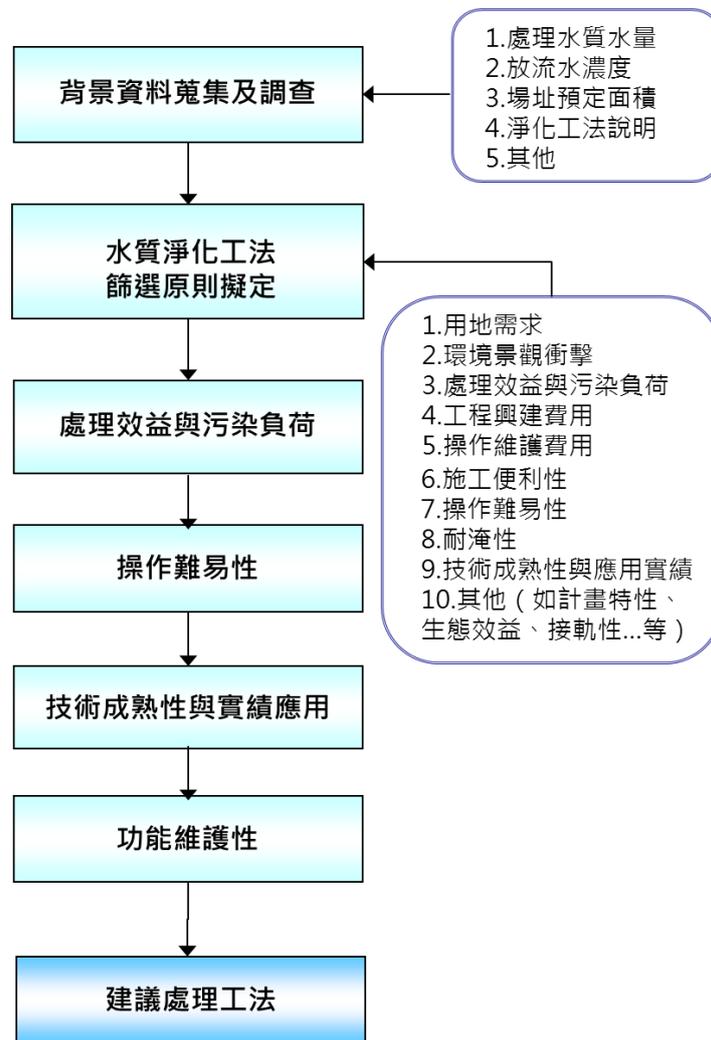


圖 6.4-17 水質淨化工法評估篩選流程圖

考量合併式淨化槽結合化學除磷技術，操維費用龐大，操作技術較高，且本計畫檢測各地區總磷數據其實不高(如和尚莊地區 TP 為 3.1mg/L，過鞍子地區 TP 為 0.95mg/L，尖山 A 地區晴天 TP 為 0.48mg/L、雨天為 3.5mg/L)，若欲改善水庫優養化，大量降低 TP 濃度，需大量投藥進行總磷削減，將產生大量化學污泥，即衍生高額操作費與維護費，且考量公部門人力資源有限，投資效益較低。

另環保署積極推動的電解除磷日本原廠不願釋出技術，且國內仍在研發中，尚未有結果。

反觀 MS� 工法，操作簡易、維管低，雖造價稍高，但後續較無高額維護成本(費用、人力)，以構造物 10~15 年使用壽命推算，應屬較經濟選擇。另日本カナツ技建工業公司多次與台灣產官學界交流，並願透過簽署合作協議方式，無償協助台灣指導技術研發，故本案擬採 MS� 工法，進行各場址污染削減(尤重總磷削減)工作，如表 6.4-9。

表 6.4-9 水質淨化工法篩選表

淨化工法	評估項目								評估結果
	處理效益 污染負荷	操作 難易	技術成熟性 實績 應用	功能 維護	工程 經費	操維 費用	用地 大小	處理 效率	
合併式 淨化槽	X	X	○	X	○	X	○	X	X
配合化學 加藥除磷	適合處理高 濃度污水， 處理低濃度 污水需大量 加藥，將產 生大量化學 污泥	藥品 調製	國內約有 10 件實績 承辦關鍵 在於加藥 與持續抽 泥	不易	較低	可觀	不大	視加 藥量	
MSL	○	○	○	○	○	○	○	○	建議 採用
	進流污水濃 度高低皆可 處理	幾乎 不需 操作	日本已有 上百件實 績 國內由北 科大技術 研究轉移	容易	稍高	低廉	不大	高	

資料來源：本計畫彙整

6.5 第一標優先處理(尖山 A 地區及過鞍子地區)規劃與財務計畫

經本計畫調查建議優先進行污水處理處含尖山 A 及過鞍子 2 地區，由於現地過鞍子污水流往尖山 A 人工濕地周邊，經歷次會議討論，為節省改善工程經費考量及現場水淨場用地限制，亦依 107 年 6 月 25 日調查規劃審查會議結論先期優先選擇尖山 A 與過鞍子 2 地區污水合併共同施作一處水質淨化工程。

經歷次會議討論，作為一示範性先導計畫，嘗試以總磷為優先處理對象，使用「多層複合濾料水質淨化系統(Multi-soil Layering,MSL)」作為計畫處理工法，並導入專家檢核機制，於三年成效評估中檢核並驗證處理能力。若處理效果佳且維護成本合乎市府需求，則後續考量接續辦理其他區位改善工程。

一、工法選擇

尖山 A 地區與過鞍子地區污水來源為聚落民生污水與農業污水，將採用多層複合濾料水質淨化系統(Multi-soil Layering,MSL)進行污染改善。

尖山 A 地區與過鞍子地區晴天污水經計算為，設計水質 BOD、SS、NH₃-N、TP 濃度分別為 4.2mg/L、21mg/L、0.3mg/L、0.5mg/L，降雨初期沖刷非點源污染影響下，水質狀況：BOD、SS、NH₃-N、TP 濃度分別為 64.8mg/L、226.8mg/L、13.3mg/L、3.5mg/L。

因 MSL 處理工法建議入流 SS 需低於 30mg/L，建議控制在 20mg/L，故本場址處理流程建議，進流水體於尖山二人工濕地經過沉降後，擬於溼地末端設置礫石床降低懸浮固體，再由沉澱池沉澱後，始進入 MSL 進行污染改善後放流，處理流程如圖 6.5-1。



圖 6.5-1 尖山 A 與過鞍子地區水質淨化流程圖

二、截流與污染改善

尖山 A 地區污水(包含聚落民生污水與農業污水)由地區性渠道匯集後，藉既有管路排入尖山二人工濕地。

另過鞍子地區聚落民生污水排放，乃藉由邊溝向西流向尖山 A 聚落，如圖 6.5-2~圖 6.5-4，由 A、B 兩處箱涵就地排放。本計畫預計將截流兩處污水，亦導入人工溼地，單元配置示意圖如圖 6.5-5。



圖 6.5-2 過鞍子聚落污水流向示意圖



圖 6.5-3 過鞍子聚落污水流向示意圖



圖 6.5-4 過鞍子與尖山 A 地區污水截流構想示意圖



圖 6.5-5 過鞍子與尖山 A 地區污水處理構想示意圖

三、預期效益

尖山 A 地區及過鞍子地區污水透過多層複合濾料水質淨化系統(MSL)處



理，效益說明如下：

- (一)根據台北科技大學研究資料，BOD、氨氮、總磷之污染去除率分別為73~95%、54~89%、82~99%，若取其範圍平均值並以本場址設計水質估算，如表 6.5-5，削減量分別為 16.3kg/day、2.9kg/day、0.9kg/day。
- (二)根據「106 年南區水庫水質永續管理計畫，成大國際水質研究中心」研究成果，對於尖山二人工濕地之排入及排出水質檢測，濕地對於除磷並未有明顯成效。本計畫 MSL 處理設施進行削減後，對磷的去除有明顯助益。
- (三)經 MSL 處理後水體排入阿公店水庫之水體水質佳，對水庫優養化之防治有正面功效。

表 6.5-1 尖山 A 地區與過鞍子地區污染削減量說明表

項目	BOD	氨氮	總磷
MSL 污染去除率(%)	73~95	54~89	82~99
設計(進流)水質(mg/L) (以降雨初期沖刷狀況為例)	64.8	13.3	3.5
出流水質(mg/L)	10.4	3.8	0.3
平均削減量(kg/day)	16.3	2.9	0.9

資料來源：本計畫彙整

四、工程經費

本計畫處理過鞍子與尖山 A 地區水質改善，截流蒐集污水，總工程經費 57,556,246 元，如表 6.5-2。



表 6.5-2 尖山 A 地區及過鞍子等 2 地區水質改善工程經費一覽表

項次	工作項目	單位	數量	單價(元)	複價(元)
A	發包工程				
壹	直接工程費				45,300,000
一	土建工程	式	1	2,500,000	2,500,000
二	機械管線工程	式	1	1,500,000	1,500,000
三	電氣儀控工程	式	1	200,000	200,000
四	MSL 本體	式	1	40,000,000	40,000,000
五	雜項及假設工程	式	1	800,000	800,000
六	試運轉費用	式	1	300,000	300,000
貳	間接工程費				6,350,130
一	勞工安全及衛生費(約 A 壹 1%)	式	1	453,000	453,000
二	環境保護維護費(約 A 壹 0.2%)	式	1	90,600	90,600
三	工程品質管理費(約 A.壹.一~A.貳.二項 0.5%)	式	1	229,000	229,000
四	工程品管試驗費((約 A.壹.一~A.貳.二項 0.5%)	式	1	229,000	229,000
五	工程綜合營造保險費(約 A.壹.一~A.貳.二項 0.3%)	式	1	138,000	138,000
六	包商管理費及利潤(約 A.壹.一~A.貳.二項 6%)	式	1	2,751,000	2,751,000
七	營業稅(約 A.壹.一~A.貳.六項 5%)	式	1	2,459,530	2,459,530
發包工程費小計					51,650,130
B	非發包工程費				
壹	工程項目	單位	數量	單價(元)	複價(元)
一	空氣污染防治費(約主體工程費 0.28%·檢據核銷)	式	1	144,620	144,620
二	工程管理費	式	1	849,752	849,752
三	監造費	式	1	2,074,355	2,074,355
四	電力電信線路補償費(檢據核銷)	式	1	50,000	50,000
五	試運轉電費(檢據核銷)	式	1	50,000	50,000
六	二、三級品管試驗費(約直接工程費 0.3%)	式	1	154,950	154,950
七	工程準備金(約主體工程費 5%)	式	1	2,582,438	2,582,438
非發包工程費小計					5,906,116
總工程經費					57,556,246
C	成效評估費				
一	成效評估費(3 年)	式	1	3,600,000	3,600,000
二	包商管理費及利潤(約二.1 項 6%)	式	1	216,000	216,000
三	工程綜合營造保險費(約二.1 項 0.3%)	式	1	10,800	10,800
四	營業稅(約二.1~二.3 項 5%)	式	1	191,340	191,340
成效評估費小計					4,018,140

6.6 第一標接續推動(和尚莊地區及尖山 B 地區)規劃與財務計畫

依 6.3 章節，本計畫建議優先處理共 5 處，接續推動部分含和尚莊及尖山 B 等 2 處，相關建議場址之工法評估、截流與污染改善及經費概估如后所述。

6.6.1 和尚莊地區

一、工法評估

和尚莊地區(和尚莊聚落)污水來源為聚落民生污水，設計水質 BOD、SS、NH₃-N、TP 濃度分別為 29.1mg/L、30.5mg/L、8.8mg/L、3.1mg/L，屬標準民生污水數值，考量用地種類(南水局土地)、腹地大小及後續維護，建議採用 MSL 法進行污水處理，因 MSL 處理工法建議入流 SS 需低於 20mg/L，故本處處理構想，經集水井取出的污水，先進入沉澱池，由沉澱池沉澱後，進入 MSL 進行污染改善，處理流程如圖 6.6-1。

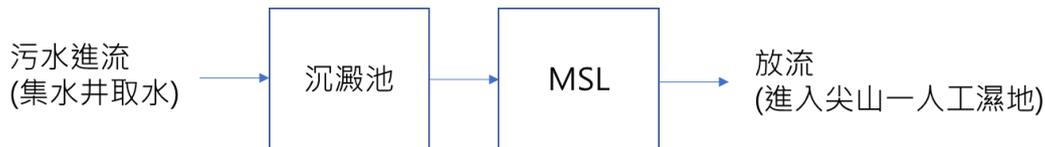


圖 6.6-1 和尚莊地區水質淨化流程圖

二、截流與污染改善

和尚莊地區(和尚莊聚落)排水下游目前已設置尖山一人工濕地，如圖 6.6-2，現況於邊溝設置攔水堰將污水導入人工濕地淨化，再放流進阿公店水庫。

經現勘調查，和尚莊地區污水由道路邊溝排放後，流向南側明渠，本計畫擬於該處導水進入人工濕地之攔水堰前，如圖 6.6-3，於明渠(較上游明溝)下方設置集水井集水，泵送污水先進入沉澱池沉澱泥沙，再引入 MSL，處理後再排入側溝，排入尖山一人工濕地再淨化後，再淨化放流進阿公店水庫。



圖 6.6-2 和尚莊聚落污水截流進入人工溼地流向示意圖



圖 6.6-3 和尚莊地區污水截流進入人工濕地流向示意圖

三、預期效益

和尚莊地區(和尚莊聚落)污水透過多層複合濾料水質淨化系統(MSL)處理聚落污水，效益說明如下：

- (一)根據台北科技大學資料，BOD、氨氮、總磷之污染去除率分別為 73~95%、54~89%、82~99%，若取其範圍平均值並以本場址設計水質估算，如表 6.6-1，分別為 1.5kg/day、0.4kg/day、0.2kg/day。
- (二)根據「106 年南區水庫水質永續管理計畫，成大國際水質研究中心」研究成果，尖山一人工濕地排入及排出水質檢測，對於除磷並未有明顯成效，本計畫規劃削減後，對磷的去除有明顯助益。
- (三)經 MS� 處理後水體，補注尖山一人工濕地水源，應可明顯活化濕地流動與循環，提高濕地處理成效。
- (四)經 MS� 處理後水體再經尖山一人工濕地淨化，排入阿公店水庫之水體水質佳，對水庫優養化之防治有正面功效。

表 6.6-1 和尚莊地區污染削減量說明表

項目	BOD	氨氮	總磷
MSL 污染去除率(%)	73~95	54~89	82~99
設計水質(mg/L)	29.1	8.8	3.1
出流水質(mg/L)	4.7	2.5	0.3
平均削減量(kg/day)	1.5	0.4	0.2

資料來源：本計畫彙整

四、工程經費

本計畫處理和尚莊地區(和尚莊聚落)水質改善，截流蒐集污水，總工程經費 18,358,798 元，如表 6.6-2。

若未來經「阿公店水庫總磷總量管制暨總量削減計畫」輔導或管制後，確認沃野山丘與悟光精舍放流水已符合標準，納入一併施處理(和尚莊聚落+沃野山丘+悟光精舍)，該經費(管線設施)概估約需 7,809,351 元。



表 6.6-2 和尚莊地區水質改善工程經費一覽表

項次	工作項目	單位	數量	單價(元)	複價(元)
A	發包工程				
壹	直接工程費				14,300,000
一	土建工程	式	1	2,300,000	2,300,000
二	機械管線工程	式	1	1,000,000	1,000,000
三	電氣儀控工程	式	1	200,000	200,000
四	MSL 材料費	式	1	10,000,000	10,000,000
五	雜項及假設工程	式	1	500,000	500,000
六	試運轉費用	式	1	300,000	300,000
貳	間接工程費				2,002,930
一	勞工安全及衛生費(約 A 壹 1%)	式	1	143,000	143,000
二	環境保護維護費(約 A 壹 0.2%)	式	1	28,600	28,600
三	工程品質管理費(約 A.壹.一~A.貳.二項 0.5%)	式	1	72,000	72,000
四	工程品質試驗費((約 A.壹.一~A.貳.二項 0.5%)	式	1	72,000	72,000
五	工程綜合營造保險費(約 A.壹.一~A.貳.二項 0.3%)	式	1	43,000	43,000
六	包商管理費及利潤(約 A.壹.一~A.貳.二項 6%)	式	1	868,000	868,000
七	營業稅(約 A.壹.一~A.貳.六項 5%)	式	1	776,330	776,330
發包工程費小計					16,302,930
B	非發包工程費				
壹	工程項目	單位	數量	單價(元)	複價(元)
一	空氣污染防治費(約主體工程費 0.28% · 檢據核銷)	式	1	45,648	45,648
二	工程管理費	式	1	319,544	319,544
三	監造費	式	1	727,329	727,329
四	電力電信線路補償費(檢據核銷)	式	1	50,000	50,000
五	試運轉電費(檢據核銷)	式	1	50,000	50,000
六	二、三級品管試驗費(約直接工程費 0.3%)	式	1	48,909	48,909
七	工程準備金(約主體工程費 5%)	式	1	814,438	814,438
非發包工程費小計					2,055,868
總工程經費					18,358,798
C	成效評估費				
一	成效評估費(3 年)	式	1	3,600,000	3,600,000
二	包商管理費及利潤(約二.1 項 6%)	式	1	216,000	216,000
三	工程綜合營造保險費(約二.1 項 0.3%)	式	1	10,800	10,800
四	營業稅(約二.1~二.3 項 5%)	式	1	191,340	191,340
成效評估費小計					4,018,140

6.6.2 尖山 B 地區

一、工法選擇

尖山 B 地區主要污水來源為農業污水，經評析設計水量為 60CMD，設計水質 BOD、SS、NH₃-N、TP 濃度分別為 3.8mg/L、20.5mg/L、0.28mg/L、0.80mg/L，幾乎皆屬非點源污染。初步建議採管制、輔導及宣導策略進行，未來則視需求始導入工程方法辦理。或可考慮採用 MSL 法，做為純粹非點源污染的實驗場址。

若採用 MSL 法，因 MSL 處理工法建議入流 SS 需低於 20mg/L，故本處處理構想，水體蒐集後經集水槽進入沉澱池沉降懸浮固體後，進入 MSL 進行污染改善，處理流程如圖 6.6-4。

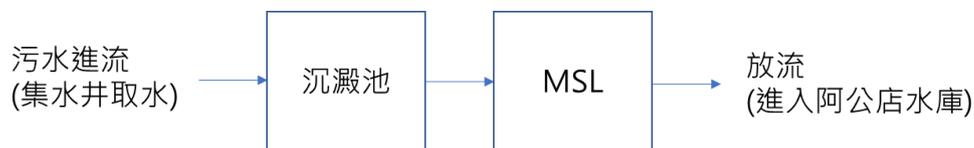


圖 6.6-4 尖山 B 地區水質淨化流程圖

二、截流與污染改善

尖山 B 地區污水屬非點源污染，主要由初期降雨沖刷夾帶果樹施肥後殘留於地表的肥料導致，因此需於水塘周圍設置帶狀截流設施，如圖 6.6-5，蒐集於集水槽，再經多層複合濾料水質淨化系統(Multi-soil Layering,MSL)處理，處理後再放流排入阿公店水庫。



圖 6.6-5 尖山 B 地區水質改善工程說明圖

三、預期效益

尖山 B 地區透過多層複合濾料水質淨化系統(MSL)處理農業污水，效益



說明如下：

- (一)根據台北科技大學資料，BOD、氨氮、總磷之污染去除率分別為 73~95%、54~89%、82~99%，若取其範圍平均值並以本場址設計水質估算，如表 6.6-3，分別為 0.19kg/day、0.01kg/day、0.04kg/day。
- (二)經 MSL 處理後排入阿公店水庫之水體水質佳，對水庫優養化之防治有正面功效。

表 6.6-3 尖山 B 地區污染削減量說明表

項目	BOD	氨氮	總磷
MSL 污染去除率(%)	73~95	54~89	82~99
設計水質(mg/L)	3.8	0.28	0.8
出流水質(mg/L)	0.6	0.1	0.1
平均削減量(kg/day)	0.19	0.01	0.04

資料來源：本計畫彙整

四、工程經費

本計畫處理尖山 B 水質改善，截流蒐集污水，總工程經費 16,683,582 元，如表 6.6-4。



表 6.6-4 尖山 B 地區水質改善工程經費一覽表

項次	工作項目	單位	數量	單價(元)	複價(元)
A	發包工程				
壹	直接工程費				13,000,000
一	土建工程	式	1	5,000,000	5,000,000
二	機械管線工程	式	1	2,000,000	2,000,000
三	電氣儀控工程	式	1	200,000	200,000
四	MSL 本體	式	1	5,000,000	5,000,000
五	雜項及假設工程	式	1	500,000	500,000
六	試運轉費用	式	1	300,000	300,000
貳	間接工程費				1,821,800
一	勞工安全及衛生費(約 A 壹 1%)	式	1	130,000	130,000
二	環境保護維護費(約 A 壹 0.2%)	式	1	26,000	26,000
三	工程品質管理費(約 A.壹.一~A.貳.二項 0.5%)	式	1	66,000	66,000
四	工程品質試驗費((約 A.壹.一~A.貳.二項 0.5%)	式	1	66,000	66,000
五	工程綜合營造保險費(約 A.壹.一~A.貳.二項 0.3%)	式	1	39,000	39,000
六	包商管理費及利潤(約 A.壹.一~A.貳.二項 6%)	式	1	789,000	789,000
七	營業稅(約 A.壹.一~A.貳.六項 5%)	式	1	705,800	705,800
發包工程費小計					14,821,800
B	非發包工程費				
壹	工程項目	單位	數量	單價(元)	複價(元)
一	空氣污染防治費(約主體工程費 0.28% · 檢據核銷)	式	1	41,501	41,501
二	工程管理費	式	1	297,327	297,327
三	監造費	式	1	638,050	638,050
四	電力電信線路補償費(檢據核銷)	式	1	50,000	50,000
五	試運轉電費(檢據核銷)	式	1	50,000	50,000
六	二、三級品管試驗費(約直接工程費 0.3%)	式	1	44,465	44,465
七	工程準備金(約主體工程費 5%)	式	1	740,438	740,438
非發包工程費小計					1,861,782
總工程經費					16,683,582
C	成效評估費				
一	成效評估費(3 年)	式	1	3,600,000	3,600,000
二	包商管理費及利潤(約二.1 項 6%)	式	1	216,000	216,000
三	工程綜合營造保險費(約二.1 項 0.3%)	式	1	10,800	10,800
四	營業稅(約二.1~二.3 項 5%)	式	1	191,340	191,340
成效評估費小計					4,018,140

6.7 第一標後續處理(南水局辦公區)規劃與財務計畫

南水局辦公區共有兩區位公廁，一為遊客用公廁，已於 107 年度整建，設置合併式淨化槽處理後，排放至阿公店水庫集水區外(排至工程路邊溝)。另則為辦公大樓公廁，目前經由 2 座合併式淨化槽處理後，排放至污泥儲放區，間接流入水庫庫區(如圖 6.7-1)。

為減少污染匯入庫區，本計畫初步評估針對南水局辦公室及遊客廁所污水設施進行改管作業，分別設置約 120 公尺及 60 公尺管線，並搭配必要機械土建設施設置，直接將污水導引至庫區外。

本計畫初步估列相關改善經費約需 2,973,759 元，如表 6.7-1。經本計畫建議與會議討論，南水局將於本年度(107 年度)下半年自行辦理改管工程，將處理後污水改管排放至集水區外(排至工程路邊溝)。



圖 6.7-1 南水局辦公區污水截流示意圖



表 6.7-1 南水局辦公區水質改善工程經費一覽表

項次	工作項目	單位	數量	單價(元)	複價(元)
A	發包工程				
壹	直接工程費				1,810,000
一	土木工程	式	1	500,000	500,000
二	機械管線工程	式	1	260,000	260,000
三	電氣儀控工程	式	1	200,000	200,000
五	雜項及假設工程	式	1	800,000	800,000
六	試運轉費用	式	1	50,000	50,000
貳	間接工程費				252,956
一	勞工安全及衛生費(約 A 壹 1%)	式	1	18,100	18,100
二	環境保護維護費(約 A 壹 0.2%)	式	1	3,620	3,620
三	工程品質管理費(約 A.壹.一~A.貳.二項 0.5%)	式	1	9,000	9,000
四	工程品質管試驗費((約 A.壹.一~A.貳.二項 0.5%)	式	1	9,000	9,000
五	工程綜合營造保險費(約 A.壹.一~A.貳.二項 0.3%)	式	1	5,000	5,000
六	包商管理費及利潤(約 A.壹.一~A.貳.二項 6%)	式	1	110,000	110,000
七	營業稅(約 A.壹.一~A.貳.六項 5%)	式	1	98,236	98,236
發包工程費小計					2,062,956
B	非發包工程費				
壹	工程項目	單位	數量	單價(元)	複價(元)
一	空氣污染防治費(約主體工程費 0.28% · 檢據核銷)	式	1	5,776	5,776
二	工程管理費	式	1	105,944	105,944
三	監造費	式	1	140,455	140,455
四	電力電信線路補償費(檢據核銷)	式	1	500,000	500,000
五	試運轉電費(檢據核銷)	式	1	50,000	50,000
六	二、三級品管試驗費(約直接工程費 0.3%)	式	1	6,189	6,189
七	工程準備金(約主體工程費 5%)	式	1	102,438	102,438
非發包工程費小計					910,803
總工程經費					2,973,759
C	成效評估費				
一	成效評估費(3 年)	式	1	600,000	600,000
二	包商管理費及利潤(約二.1 項 6%)	式	1	36,000	36,000
三	工程綜合營造保險費(約二.1 項 0.3%)	式	1	1,800	1,800
四	營業稅(約二.1~二.3 項 5%)	式	1	31,890	31,890
成效評估費小計					669,690

第七章 民眾說明會辦理

依契約規定，本計畫應針對集水區範圍內之家戶、民眾辦理至少 6 場次之說明會，藉以宣導、推廣水質淨化設施設置之目的，說明水庫水資源保護重要性、民生污水排放現況及對環境之影響、改善工法與完工後對居民環境改善效益等說明，地點以集水區範圍內之里民活動中心為主。本案已完成阿公店水庫 6 場次說明會辦理，並將相關會議內容、辦理情形及結論會整說明如下(簽到單詳附件七)。

一、會議主旨

阿公店水庫歷年調查呈現優養化狀態，處理集水區範圍內之污染源為重要課題，雖先前已於集水區範圍內設置 5 處人工溼地，用以削減鄰近地區污染，然成效有限，故為進一步提升阿公店水庫整體水體品質，本案提出可能地點之地籍、地目及所有權人、使用分區、可用面積等相關用地資料，並說明使用之改善工法，宣導及推廣環境改善重要性，提升民眾對於本工程之認同感，並蒐集民眾意見，作為本計畫工程未來規劃設計之參考。

二、會議辦理

(一)辦理時間：107 年 3 月 15 日(四) 10:00~16:30

107 年 3 月 16 日(五) 10:00~16:30

(二)辦理地點：尖山里民社區活動中心

(三)預定議程

表 7.1-1 107 年 3 月 15 日會議程表

時間	議題內容	負責單位(主講人)
10:00~10:20	報到	磐誠工程顧問股份有限公司
10:20~10:30	主辦單位致詞	高雄市政府水利局
10:30~11:30	和尚莊地區(燕巢區尖山里) (第一場次)	磐誠工程顧問股份有限公司
14:00~15:00	菜堂寮地區(田寮區新興里) (第二場次)	
15:30~16:30	新興里(部洋、下仔)(田寮區新興里) (第三場次)	

表 7.1-2 107 年 3 月 16 日會議程表

時間	議題內容	負責單位(主講人)
10:00~10:20	報到	磐誠工程顧問股份有限公司
10:20~10:30	主辦單位致詞	高雄市政府水利局
10:30~11:30	過鞍子地區 尖山 A 地區(尖山里南勝宮附近) (燕巢區尖山里) (第四場次)	磐誠工程顧問股份有限公司
14:00~15:00	尖山 B 地區(里民活動中心附近) (燕巢區尖山里) (第五場次)	
15:30~16:30	菜寮地區 (岡山區三和里) (第六場次)	

(四)會議討論與結論

在各里里長號召下，民眾參與會議情形踴躍，會中說明阿公店水庫水質改善需求緣由、各地區水質改善構想與工法，辦理過程照片如下圖 7.1-1。會議結論減述如下：

- 1.本計畫均獲得地方民眾支持，並希望盡速推動，改善阿公店水庫上游集水區環境與庫區水質。
- 2.民眾反映部分地區有崩塌情形，後續將會同相關單位會勘了解，評估並尋求改善方式。
- 3.另有關非點源污染防治，由政府單位補助，於自家果園設置自然淨化措施，民眾亦抱持正面態度，願意支持政府政策。





圖 7.1-1 說明會會議過程照片

第八章 結論與建議

8.1 本階段工作成果結論

一、分標計畫

有鑑於政府經費有限，應將有限資源用於有效益區位，並依據本計畫契約說明，針對污染較為嚴重區域優先辦理改善，並排列順序，考量民眾接受度規劃計畫推動，因此研擬分標計畫。

(一)本計畫研析

參考「106年南區水庫水質永續管理計畫·成大國際水質研究中心」，和尚莊地區(含悟光精舍與沃野山丘)、過鞍子地區、尖山 A 地區為污染較嚴重、人口較為密集、污水流達率較高之地區。新興地區、菜堂寮地區、菜寮地區為人口較少(污水量較低)、污水流達率較低之區域。

(二)相關會議決議

依據民國 107 年 1 月 16 日環保署召開之執行進度討論會議記錄，有關污染嚴重與否之區分決議：

- 1.阿公店水庫集水面積廣大，其中又有越域引水問題，因此水質改善(尤其是總磷控制)愈顯困難，需水庫管理單位結合環保、農政、水利等中央及地方機關從各目的主管權責共同努力，例如越域引水總磷削減、集水區總磷總量管制計畫、農民施肥及農業回歸水問題以及遊客、民生污水處理等多項措施始竟全功。
- 2.依據總量管制觀點，事業廢水由事業單位處理，農業廢水則應自行蒐集逕流，並由公部門輔導協助設置處理設施。地方政府水利單位則以處理民生污水之影響為主。本案工程先選定優先處理場址辦理水質改善，期許透過政府示範後，後續由事業單位及家戶自行辦理集水區內之污水處理。
- 3.有關污水來源蒐集，考量執行期程，現階段以截流方式處理，暫不考慮用戶接管。
- 4.本計畫擬改為先導計畫，建議選擇同時處理民生污水及農業回歸水之「過鞍子地區與尖山 A 地區」。

(三)建議處理順序

經本計畫規劃分析與經費計算，考量政府支出，並經現地勘查，對阿公店水庫上游集水區周圍可能影響水庫水質之區位進行評估，依聚落人數、排水末端距離庫區遠近、聚落集中度、遊客熱區等條件，經篩選與考量，將處理需求分「建議優先處理」與「建議後續處理」兩類別，並依據契約說明，提出分標第一案優先設置場址。

1.優先處理

(1)推動第一案：過鞍子地區與尖山 A 地區。

(2)接續處理：和尚莊地區、尖山 B 地區。

2.後續處理：南水局辦公區。

3.暫不處理：新興地區、菜寮寮地區、菜寮地區。

(四)示範計畫場址挑選

尖山 A 地區污水來源為聚落民生污水與農業污水，過鞍子地區為聚落民生污水，經前述評估，採用呈層複合土壤水質淨化系統(Multi-soil Layering, MSL)進行污染改善。

二、經費計算

本計畫處理阿公店水庫集水區上游水質改善，截流蒐集污水，總工程經費 92,598,626 元。

(一)推動第一案

根據本計畫估算，第一標處理尖山 A 地區與過鞍子地區，總經費共需 57,556,246 元。

依據計畫補助規定，申請環保署補助 78%，為 44,893,872 元，市府自籌 22%，為 12,662,374 元。

(二)其他

和尚莊地區(和尚莊聚落)、尖山 B 地區污水改善工程，總經費共需 35,042,380 元。



8.2 建議

- 一、本計畫經歷次會議討論，作為一示範性先導計畫，嘗試以「呈層複合土壤水質淨化系統(Multi-soil Layering, MSL)」作為計畫處理工法，先期建議優先選擇一處進行發包，並導入專家檢核機制，於三年成效評估中檢核並驗證處理能力。若處理效果佳且維護成本合乎市府需求，則後續考量持續辦理其他區位改善工程。
- 二、承上，建議優先發包尖山 A 與過鞍子地區，做為示範場址。
- 三、若未來經「阿公店水庫總磷總量管制暨總量削減計畫」輔導或管制後，確認沃野山丘與悟光精舍放流水已符合標準，可考慮納入一併處理(和尚莊聚落+沃野山丘+悟光精舍)。

8.3 後續工作說明

一、依據規劃與調查成果完成初步設計，工作內容應包含：

- (一)設計標的相關資料之檢討及建議。
- (二)補充測量、補充地質調查及其他補充調查或勘測。
- (三)初步設計準則及圖說之製作。
- (四)施工規劃及施工初步時程之擬定。
- (五)工程預算初估之修訂。
- (六)細部設計準則之擬定。
- (七)採購策略及分標原則之研訂。

二、依據規劃與調查成果及初步設計完成細部設計，工作內容應包含：

- (一)設計圖：包括處理系統或設施之平剖面圖、全場配置圖、土木圖、流程及儀控圖、機械圖、場區管線圖、結構圖、消防圖、電氣圖...等。
- (二)質量平衡計算書。
- (三)水力計算書及剖面圖。
- (四)功能計算書及處理單元設計之特殊考量與操作策略說明。
- (五)主要機械設備項目型式及數量，結構建築材料設備之選用考慮，選用專利或特殊材料設備或工法，應說明理由。
- (六)設計計算書：包括機械設計計算書、電氣設計計算書、結構設計計算書..等，視設計內容而定。
- (七)數量計算書與預算書(應以公共工程委員會規定 PCCES【公共工程電腦經費估價系統】編撰)。
- (八)施工規範。
- (九)相關操作維護及清理復原計畫與成本分析。
- (十)工程細部設計應含現場解說牌(含流域水系圖、全區配置圖、各處理單元等)，及工程告示牌之格式、內容及材質。



三、細部設計成果應以 3D 方式呈現未來願景意象圖。

四、協辦招標及決標：

- (一)製作招標文件至多 20 份，得分批提交，提交份數由甲方指示(視領標情形)。
- (二)協辦各項招標作業，包括參與標前會議。
- (三)提供本案所需招標文件並協辦招標文件之釋疑、變更或補充。
- (四)協辦投標廠商及其分包廠商資格之審查。
- (五)協辦開標、審標及提供決標建議。
- (六)協辦契約之簽訂。
- (七)協辦招標、審標或決標爭議之處理。
- (八)廠商應辦理事項：

- 1.廠商如發現有妨礙工作之執行或辦理期限及與甲方之權益有關之重大事項，應以書面向甲方提出報告，研擬因應措施及步驟。
- 2.招標時廠商負有招標文件之釋疑及協助工程開標、審標工作。
- 3.辦理會勘與簡報
 - (1)廠商在作業期間，應指派有經驗之工程師赴現場勘查並蒐集資料分析，所需經費已包含於服務費用內。
 - (2)辦理工程相關之簡報、協調會、說明會、現場聽證會、勘查及其他相關會議等準備作業，並製作簡報圖說資料，廠商不得拒絕，所需經費已包含於服務費用內。
- 4.協助並審核承包商之投標單價調整、預定進度表及交通維持計畫書表等各項事宜。
- 5.辦理各種報表登錄建置作業。

五、其他專業技術服務事項(服務費用已含於契約價金內)

- (一)協助辦理場址之用地取得等行政庶務。(第一標工程案內至少 4 處)
- (二)協助工程發包作業：協助工程辦理招標檔案之準備及審查，協助完成發



包作業。

(三)如需要時，擬定民眾申請水質改善補助辦法及相關配套。

(四)依據水土保持計畫審核監督辦法規定，並視實際法令需求，完成水土保持計畫或簡易水土保持製作、申請及修正等相關作業。

(五)辦理評估土地取得方式及其取得所需經費，如有地目使用問題，協助辦理相關行政變更程序(含相關計畫書製作、申請及修正等相關作業)。(以多目標使用申請為優先，如需涉及都市計畫變更，則另案辦理)

(六)於設計階段若有需要時，請協助辦理當地民眾說明會。

(七)若有需要時，安排規劃辦理現地勘查。(最多不超過 2 次)