



經濟部水利署北區水資源局

地址：桃園市龍潭區佳安里佳安路2號

網址：<http://www.wranb.gov.tw>

總機：(03)4712001

傳真：(03)4713343

免費服務專線：0800-200233

定價：新臺幣 500元
EBN：10109E0026

108
、
109
年度北區水庫集水區保育治理專案管理

經濟部 

MOEAWRA1080342_109

108-109年度北區水庫集水區 保育治理專案管理

Northern Region Reservoir Watershed Conservation
Project Management in 2019-2020

總成果報告書



經濟部水利署北區水資源局

中華民國109年 12月

中華民國
109年
12月

經濟部水利署北區水資源局

108-109 年度北區水庫集水區

保育治理專案管理

Northern Region Reservoir Watershed Conservation

Project Management in 2019-2020

總成果報告書

主辦機關：經濟部水利署北區水資源局

執行單位：國立臺灣大學

中華民國109年12月

目 錄

| | |
|--|------------|
| 目 錄 | 目-1 |
| 圖 目 錄 | 圖-1 |
| 表 目 錄 | 表-1 |
| 摘 要 | 摘-1 |
| 結論與建議 | 結-1 |
| 第一章、計畫緣起 | 1-1 |
| 1.1 計畫目的..... | 1-1 |
| 1.2 工作範圍..... | 1-1 |
| 1.3 108 年度工作內容..... | 1-1 |
| 1.4 109 年度工作內容..... | 1-2 |
| 1.5 預期成果..... | 1-4 |
| 1.6 工作流程..... | 1-4 |
| 第二章、計畫背景資料 | 2-1 |
| 2.1 水庫及其集水區概況..... | 2-1 |
| 第三章、集水區土砂、水質環境分析 | 3-1 |
| 3.1 集水區土砂健康指標..... | 3-3 |
| 3.2 集水區水質健康指標..... | 3-10 |
| 3.3 小結..... | 3-26 |
| 第四章、石門水庫集水區保育計畫研擬 | 4-1 |
| 4.1 109 年集水區保育治理計畫執行情形 | 4-1 |
| 4.2 110 年集水區保育治理工作重點..... | 4-8 |
| 第五章、行政協助 | 5-1 |
| 5.1 參與石門水庫及其集水區相關會議 | 5-1 |
| 5.2 相關簡報製作及協辦成果發表..... | 5-2 |
| 5.3 專人派駐北水局辦理相關行政協助工作 | 5-3 |
| 5.4 其他行政協助事項..... | 5-11 |
| 參考資料 | 參-1 |
| | |
| 附錄一、石門水庫集水區保育實施計畫 107 年度實施成果報告 | |
| 附錄二、石門水庫集水區保育實施計畫 105-107 年度總實施成果報告 | |
| 附錄三、石門水庫、榮華壩、鳶山堰集水區保育實施計畫 109 年執行計畫 | |

- 附錄四、前瞻基礎建設計畫—水環境建設計畫（水與發展）—加強水庫集水區保育治理 106~107 年度執行成果報告書
- 附錄五、石門水庫、榮華壩水庫及鳶山堰水庫集水區保育實施計畫 108 年度實施成果報告
- 附錄六、石門水庫、榮華壩水庫及鳶山堰水庫集水區保育實施計畫 110 年度執行計畫
- 附錄七、前瞻基礎建設計畫—水環境建設計畫（水與發展）—加強水庫集水區保育治理 108~109 年度執行成果報告書
(初稿)
- 附錄八、馬祖地區查核紀錄

圖 目 錄

| | | |
|--------|-----------------------------|------|
| 圖 1-1 | 工作計畫流程圖..... | 1-5 |
| 圖 2-1 | 石門水庫、榮華壩及鳶山堰集水區地理位置圖..... | 2-3 |
| 圖 2-2 | 石門水庫(含榮華壩)集水區範圍..... | 2-3 |
| 圖 2-3 | 鳶山堰集水區範圍..... | 2-3 |
| 圖 2-4 | 近 5 年集水區內觀光區人數統計..... | 2-5 |
| 圖 2-5 | 集水區內路網圖..... | 2-7 |
| 圖 2-6 | 計畫集水區土地利用概況圖..... | 2-10 |
| 圖 2-7 | 本計畫集水區山坡地及林班地分布圖..... | 2-10 |
| 圖 2-8 | 計畫集水區地形地勢分布圖..... | 2-12 |
| 圖 2-9 | 計畫集水區坡向分布圖..... | 2-12 |
| 圖 2-10 | 計畫集水區坡度分布圖..... | 2-13 |
| 圖 2-11 | 計畫集水區地質分布圖..... | 2-13 |
| 圖 2-12 | 計畫集水區溪流水系分布圖..... | 2-16 |
| 圖 2-13 | 計畫集水區土石流潛勢溪流分布圖..... | 2-16 |
| 圖 2-14 | 計畫集水區水文觀測站位置圖..... | 2-17 |
| 圖 2-15 | 石門水庫集水區崩塌地分布圖..... | 2-20 |
| 圖 2-16 | 石門水庫各子集水區歷年崩塌地面積統計圖..... | 2-21 |
| 圖 2-17 | 鳶山堰集水區崩塌地分佈圖..... | 2-21 |
| 圖 2-18 | 集水區內土石流潛勢溪及山崩與地滑地質敏感區圖..... | 2-22 |
| 圖 2-19 | 石門水庫庫區泥砂淤積量..... | 2-23 |
| 圖 2-20 | 石門水庫水質監測站位置圖..... | 2-27 |
| 圖 2-21 | 石門水庫卡爾森指數(CTSI)分析圖..... | 2-27 |
| 圖 2-22 | 石門水庫水質卡爾森指數趨勢圖..... | 2-28 |
| 圖 2-23 | 中庄堰及中庄調整池水質監測站位置圖..... | 2-28 |
| 圖 2-24 | 中庄堰及中庄調整池懸浮固體監測結果..... | 2-29 |
| 圖 2-25 | 鳶山堰上游環保署水質測站分佈圖..... | 2-30 |
| 圖 2-26 | 鳶山堰上游環保署生化需氧量趨勢圖..... | 2-30 |
| 圖 2-27 | 鳶山堰上游環保署懸浮固體趨勢圖..... | 2-30 |
| 圖 2-28 | 鳶山堰上游環保署氨氮趨勢圖..... | 2-31 |
| 圖 2-29 | 鳶山堰上游環保署總磷趨勢圖..... | 2-31 |
| 圖 2-30 | 鳶山堰上游環保署化學需氧量趨勢圖..... | 2-31 |
| 圖 3-1 | 健檢項目指標圖..... | 3-2 |
| 圖 3-2 | 石門水庫淤積率變化趨勢..... | 3-4 |
| 圖 3-3 | 石門水庫集水區歷年崩塌位置..... | 3-5 |
| 圖 3-4 | 石門水庫集水區歷年崩塌復育率統計..... | 3-7 |
| 圖 3-5 | 石門水庫集水區水質測站分布圖..... | 3-9 |

| | | |
|--------|--|------|
| 圖 3-6 | 石門水庫水中 SS 變化趨勢..... | 3-10 |
| 圖 3-7 | 石門水庫庫區近年 CTSI 變化情形..... | 3-12 |
| 圖 3-8 | 石門水庫庫區 108 年各月份 CTSI 變化情形..... | 3-12 |
| 圖 3-9 | 石門水庫庫區 108 年各月份 CTSI 變化情形(環保局測點)..... | 3-13 |
| 圖 3-10 | 石門水庫上游流域近年 RPI 變化情形..... | 3-15 |
| 圖 3-11 | 石門水庫上游流域 108 年 RPI 變化情形..... | 3-16 |
| 圖 3-12 | 鳶山堰上游流域近年 RPI 變化情形..... | 3-16 |
| 圖 3-13 | 本集水區污水下水道系統配置圖..... | 3-19 |
| 圖 3-14 | 百吉地區合併式淨化槽位置圖..... | 3-20 |
| 圖 3-15 | 巴陵地區合併式淨化槽位置圖..... | 3-21 |
| 圖 4-1 | 集水區保育治理工程位置..... | 4-3 |
| 圖 4-2 | 石門水庫庫區 109 年 1 至 9 月份 CTSI 變化情形(環保局測點) | 4-3 |
| 圖 4-3 | 15 處 LID 示範場址分佈圖..... | 4-4 |
| 圖 4-4 | 生態檢核於各工程階段之目標及工作..... | 4-5 |
| 圖 4-5 | 生態檢核生態友善措施範例..... | 4-5 |
| 圖 4-6 | 民眾參與會勘及說明會情形..... | 4-6 |
| 圖 4-7 | 經濟部水利署北區水資源局網站..... | 4-7 |
| 圖 4-8 | 行政院農業委員會水土保持局網站..... | 4-7 |
| 圖 4-9 | 行政院農業委員會林務局網站..... | 4-7 |
| 圖 4-10 | 集水區未來環境預測議題..... | 4-8 |
| 圖 4-11 | 石門水庫降雨變化趨勢圖..... | 4-9 |
| 圖 4-12 | 石門水庫集水區須關注之崩塌地位置..... | 4-12 |
| 圖 4-13 | 石門水庫集水區須關注之崩塌地位置(編號 86 及 88)..... | 4-13 |
| 圖 4-14 | 石門水庫集水區須關注之崩塌地位置(編號 15、17、53 及 54)... | 4-14 |
| 圖 4-15 | 石門水庫集水區須關注之崩塌地位置(編號 48)..... | 4-14 |
| 圖 4-16 | 石門水庫歷年庫容及淤積量變化圖..... | 4-15 |
| 圖 4-17 | 健檢項目指標與執行策略關聯圖..... | 4-20 |
| 圖 5-1 | 經濟部水利署專案管考系統..... | 5-4 |
| 圖 5-2 | 經濟部水利署專案管考系統 11 月填報頁面..... | 5-5 |
| 圖 5-3 | 經濟部水利署專案管考系統 11 月填報內容..... | 5-6 |
| 圖 5-4 | 訪查會議討論..... | 5-7 |
| 圖 5-5 | 工程第五標現地訪視..... | 5-8 |
| 圖 5-6 | 工程第七標現地訪視..... | 5-8 |
| 圖 5-7 | 土砂控制規劃圖..... | 5-9 |
| 圖 5-8 | 水質改善規劃圖..... | 5-9 |
| 圖 5-9 | 綠色基盤預期成果規劃圖..... | 5-10 |
| 圖 5-10 | 社區發展八大項目規劃圖..... | 5-10 |
| 圖 5-11 | 各計畫相互運用規劃圖..... | 5-11 |

表 目 錄

| | | |
|--------|----------------------------------|------|
| 表 2-1 | 人口數統計..... | 2-4 |
| 表 2-2 | 石門水庫集水區主要交通道路資料表..... | 2-6 |
| 表 2-3 | 鳶山堰集水區主要交通道路資料表..... | 2-7 |
| 表 2-4 | 石門水庫(含榮華壩)集水區土地利用概況一覽表..... | 2-9 |
| 表 2-5 | 鳶山堰集水區土地利用概況一覽表..... | 2-10 |
| 表 2-6 | 土地權屬概況一覽表..... | 2-10 |
| 表 2-7 | 石門水庫坡度分布統計表..... | 2-11 |
| 表 2-8 | 石門水庫近 5 年雨量表..... | 2-15 |
| 表 2-9 | 鳶山堰歷年氣象資料統計表(板橋氣象站)..... | 2-15 |
| 表 2-10 | 計畫集水區水文站概況表..... | 2-17 |
| 表 2-11 | 石門水庫近 5 年入庫流量表..... | 2-18 |
| 表 2-12 | 集水區內各目的事業主管機關管制區面積表..... | 2-19 |
| 表 2-13 | 石門水庫各子集水區歷年崩塌地面積統計..... | 2-20 |
| 表 2-14 | 石門水庫近五年淤積量及累計年平均淤積量比較表..... | 2-23 |
| 表 2-15 | 鳶山堰水庫淤積測量資料表..... | 2-24 |
| 表 2-16 | 石門水庫集水區歷年災害影響列表..... | 2-25 |
| 表 2-17 | 石門水庫集水區歷年災害處理情形列表..... | 2-26 |
| 表 3-1 | 集水區土砂健康指標之定義..... | 3-2 |
| 表 3-2 | 集水區水質健康指標之定義..... | 3-3 |
| 表 3-3 | 全台水庫集水區平均崩蝕深度排列表..... | 3-6 |
| 表 3-4 | 石門水庫集水區 92-109 年崩塌復育統計..... | 3-7 |
| 表 3-5 | 森林覆蓋率與崩蝕深度之相互分析..... | 3-8 |
| 表 3-6 | 石門水庫集水區歷年之森林覆蓋情形..... | 3-8 |
| 表 3-7 | 卡爾森指數(CTSI)判定標準..... | 3-11 |
| 表 3-8 | 河川污染指標 RPI 判定標準..... | 3-14 |
| 表 3-9 | 石門水庫上游監測站對應河川一覽表..... | 3-15 |
| 表 3-10 | 污水系統一覽表..... | 3-18 |
| 表 3-11 | 合併式淨化槽一覽表..... | 3-20 |
| 表 3-12 | 石門水庫地區污水生產量..... | 3-21 |
| 表 3-13 | 污水處理中心、分散式污水處理之處理污水量..... | 3-22 |
| 表 3-14 | 各種土地利用型態單位面積污染負荷量..... | 3-24 |
| 表 3-15 | 石門水庫農業非點源污染潛勢計算表..... | 3-25 |
| 表 4-1 | 109 年各項工作預期指標與截至 11 月實際達成數量..... | 4-1 |
| 表 4-2 | 子集水區須關注崩塌地統計表..... | 4-12 |
| 表 4-3 | 子集水區崩塌面積大於 0.1 公頃須關注之統計表..... | 4-13 |
| 表 4-4 | 石門水庫集水區土地利用水質狀況..... | 4-17 |

| | | |
|-------|------------------------------------|------|
| 表 4-5 | 集水區計畫分工表..... | 4-19 |
| 表 4-6 | 110 年各項工作指標建議措施 | 4-21 |
| 表 5-1 | 石門水庫及其集水區相關會議..... | 5-1 |
| 表 5-2 | 專案管考系統完成日期..... | 5-3 |
| 表 5-3 | 保育實施計畫提報歷程..... | 5-12 |
| 表 5-4 | 加強水庫集水區保育治理 110-111 年度執行計畫提報歷程.... | 5-12 |

摘 要

本計畫為彙整撰寫「石門水庫、榮華壩水庫及鳶山堰水庫集水區保育實施計畫」及「前瞻基礎建設計畫—水環境建設計畫（水與發展）—加強水庫集水區保育治理」計畫年度實施成果報告及年度執行計畫，作為後續檢討推動之參考依據，並加值運用各項成果，彙整推動成果與評估效益，經由通盤研析，進而規劃石門水庫集水區內未來推動方針及工作重點。

除上述主要工作外，藉由本計畫加強推動辦理北部區域重要水庫集水區保育實施計畫及年度實施成果與年度執行計畫初審作業，並協辦北部區域水庫集水區保育相關業務之專業諮詢及行政協助等事項。

在「石門水庫集水區保育實施計畫」105~107 年度總實施成果報告中，於 105-107 年度完成撫育造林地面積 43.62 公頃，加強集水區內之崩塌地或裸露地植生復育造林及撫育管理，以恢復集水區森林涵養水源之功能。防砂控制量(防砂控制量分別依據崩塌地治理、護岸治理、土石籠塊等，計算其攔阻效果而得)實際防砂控制量達到 48.03 萬立方公尺，有效抑制土砂生產及下移，減少淤積庫容土砂量。崩塌地復育成效方面，歷年衛星影像判釋結果顯示，從 94 及 96 年之新生崩塌地及未復育崩塌地甚多，但至 100 年已明顯減少，95 年整治計畫開始後，歷次颱風產生的新生成崩塌地有明顯減少的現象，107 年新生崩塌地為 13 公頃，總復育面積共計 1,166 公頃。集水區之崩塌地的復育率從整治計畫開始前的 1%，至 107 年底，復育率為 94.8%，顯示崩塌地復育成效相當良好。水質改善部分石門、大溪及復興污水系統用戶接管工程，實際累積接管達 6,835 戶，於上游集水區設置 5 處水土環境低衝擊開發設施（LID）示範區，有效改善水質。

「石門水庫、榮華壩水庫及鳶山堰水庫集水區保育實施計畫」108 年度實施成果報告，「水庫蓄水範圍(含保護帶)治理」因工程契約訂有汛期條款，使得工期延至 109 年辦理；「都市計畫區污水處理」大溪系統接管戶數因分支管網尚未佈設完成，造成進度落後，使接管戶數未達目標，已召開進度落

後檢討會議，並請施工廠商提趕工計畫執行趨趕進度；「國有非公用土地被占用處理收回」訴訟排除中未達目標，扣除上述之三項工作項目，其餘均達原先預定之績效指標。完成庫區及上游攔砂壩清淤 120.9 萬 m³，清淤數量超越預期目標(40 萬 m³)，並且有效降低水庫高濁度風險，增加水庫庫容，延長水庫使用壽命；水質監測結果顯示石門水庫優養比例佔 13%，普養比例佔 87%，優養化程度相較於歷年監測結果較好，顯示集水區保育治理之成效顯著。

「石門水庫、榮華壩水庫及鳶山堰水庫集水區保育實施計畫」108 至 109 年度執行情形如下，因前瞻基礎建設計畫加強辦理水庫蓄水範圍治理、山坡地治理及林班地治理，總計實際辦理 32 件工程，抑制土砂量 36.31 萬立方公尺，辦理擴大清淤達 454.71 萬立方公尺，有效維持水庫集水區保土蓄水之功能，減緩洪水及土石災害。在水源水質改善部分，環保署及桃園市政府建設污水處理系統合併式淨化槽，北水局辦理 10 處集水區低衝擊開發設施、桃園市政府持續增加用戶接管及新增百吉合併式淨化槽，有效減量污水進入集水區，亦配合定期水質監測與抽驗，並辦理相關水資源宣導，提升在地居民對水環境之重視，以增加飲用水之安全。

由於集水區保育治理工作所涉及之權責機關眾多，藉本計畫彙整整合石門水庫水庫集水區各權責機關各項分工內容及預期成果，使集水區能有整體規劃，並依權責區分各機關所需負責部分分工辦理。

關鍵字：石門水庫、集水區保育治理、抑制土砂量、水質改善

結論與建議

一、結論

(一)彙整年度實施成果報告及年度執行計畫：

- 1.完成「石門水庫集水區保育實施計畫」107 年度實施成果報告、105~107 年總實施成果報告、108 年度實施成果報告及 109 與 110 年度執行計畫；「前瞻基礎建設計畫—水環境建設計畫(水與發展)—加強水庫集水區保育治理」計畫 106~107 年執行成果報告與 108~109 年度執行成果報告(初稿)。
- 2.於 108 至 109 年間水庫保育治理各項工作指標，因前瞻基礎建設計畫加強辦理水庫蓄水範圍治理、山坡地治理及林班地治理，總計實際辦理 32 件工程，抑制土砂量 36.31 萬立方公尺，109 年度生態檢核作業水保局辦理 15 處，林務局辦理 1 處，北水局辦理 1 處，其中迴避 5 次、縮小 12 次、減輕 12 次及補償 2 次。108 至 109 年間河道疏通及庫區清淤，辦理擴大清淤達 454.71 萬立方公尺，政府積極辦理民眾參與，上述各項都超出預期指標，惟國有非公用土地被占用處理收回，訴訟排除中未達目標，其餘各項皆符合預期指標。

(二)水庫集水區健檢：

- 1.近年石門水庫淤積率大約達 34%，屬於高度危害水庫，說明水庫上游集水區於 93 年發生大規模崩塌，且大量的土砂被帶往水庫，因此造成石門水庫的淤積嚴重而影響其使用年限，經由「石門水庫及其集水區整治特別條例」治理，淤積率維持在 34%之間。
- 2.石門水庫崩蝕深度由 105 年 0.29cm 到 108 年降為 0.113cm，近年對集水區所做的治理工程過後，上游土砂趨於穩定，有效改善崩蝕面積。93 年艾利颱風前，集水區既有崩塌面積共計 295.8 公頃，艾利颱風後產生 600.6 公頃新生崩塌地，94 年馬莎颱風產生 114.5 公頃的崩塌地，總崩塌面積達 997.4 公頃，95 年底整治計畫開始後，當

年復育面積達到 17.4 公頃，使總崩塌面積微幅下降至 980.0 公頃，復育率為 3.1%，整治計畫開始後五年，崩塌地復育率達到 80%，至 109 年底為止的持續整治與自然復育下，崩塌地復育率已達 96.4%，顯示大部分之崩塌復育情況相當良好。

- 3.分析近年之石門水庫集水區土地利用情形，森林覆蓋率逐漸達 90% 以上，由此可知該整治計畫對於崩塌地的復育有一定的成效。
- 4.水庫上游集水區因強降雨及土地使用不當而產生崩塌地，因此水中 SS 較高，然隨著整治工程的完成，僅於蘇力颱風與蘇迪勒颱風，造成短暫的含砂濃度提高，但近年來均不曾再遇過石門水庫因水中濁度過高而影響供水的情事發生。
- 5.政府近年積極於大溪、龍潭及復興辦理污水用戶接管及合併式淨化槽，提升接管率，其中於百吉地區及巴陵地區增加分散式污水處理設施，提高點源污染處理率，完工後處理污水量可達 260CMD，減少污水直接排放至河川，有效提升水質。
- 6.108~109 年於三民、大溪、雪霧鬧及拉拉山試辦低衝擊開發設施，總計 10 處，配合合理化施肥宣導及輔導，在 109 年度水質效益分析方面，檢測低衝擊開發設施之入流濃度與出流濃度，水蜜桃園之總磷濃度削減率可達 95% 以上，而竹筍園之總磷濃度削減率可達 60% 以上，因此低衝擊開發設施可有效降低農業非點源污染。
- 7.近年來石門水庫 CTSI 大多介於普養至優養階段。109 年因水庫水位下降，濁度略升高，影響水體透明度監測，部分月份 CTSI 偏高。綜合上述，顯示近年石門水庫在各權責機關分工治理下，有效發揮土砂抑制及水質改善的功能，以確保水庫之蓄水量，延長水庫使用壽命。

二、建議

- (一)近年來石門水庫的淤積率約為 34%，且上游之崩蝕深度亦也逐漸穩

定，但石門水庫的淤積率仍處於高度危害水庫，因此可利用河道放淤之方式，將淤泥抽至後池，並透過水庫排淤操作，將水庫淤泥以水力排砂方式排放至下游河道，另儘速完成防淤隧道以增加水庫清淤功能。

(二)利用衛星影像判釋崩塌地，考量道路及交通可行性，109 年臨路 1 公里內之崩塌地共 47 處，多集中於秀巒、三光和棱角等子集水區，未來進行保育治理工作時，可參考相關位置及保全標的，檢討治理先後順序，以期減少土石流入庫區並保護人民安全。

(三)桃園市政府已推動合併式淨化槽及建設污水處理系統，建請提升大漢溪周邊生活與觀光污水接管率、擴大接管範圍及於秀巒、華陵、三民及三光增辦低衝擊開發設施或合併式淨化槽，以有效減量污水進入集水區，並持續進行水質監測，以掌握水質變化趨勢，提供預警機制及水庫操作與供水調度之決策參考。

(四)針對農業非點源污染建議短期內藉由已建檔之示範場址中，持續推動低衝擊開發設施，削減非點源污染直接進入水庫水體，並推廣低衝擊開發設施，讓民眾能瞭解 LID 設施的功能與運作情形，提升地主自主維護管理之意願，讓設施的維護管理機制更為完善、有效運作；中期應持續進行污染熱區分析及觀測，模擬及分析水庫水質的改善狀況，以利找出改善重點區域，並設置合宜的結構性或非結構性設施；長期則是建請農政機關及地方政府檢討訂定水庫集水區農藥及肥料使用管理規範外，並需加強宣導肥料農藥之合理使用，適當的土壤與肥料管理不但可以提升作物的產量及品質，提供適合之生長環境，更重要是可以避免剩餘肥料對環境的污染衝擊。另依據經濟部水利署「108-109 年度水庫集水區保育治理重大計畫成效評估」計畫研究，鳶山堰集水區非點源污染潛勢為 76，高於石門水庫集水區 7 倍，應於鳶山堰集水區評估合適之低衝擊開發設施之設置

地點，例如中新里韭菜專業園區，進行示範場域之篩選與評估作業。

(五)水庫健檢指標在計算森林覆蓋率及農業非點源污染潛勢時，需以集水區土地利用統計數值分析計算而得，藉由航空遙測技術或衛星影像分析，經高精度影像之分析判釋，進行地表覆蓋物之分類調查，瞭解集水區土地利用現況，建議定期更新土地利用統計數值，分析檢討水庫健檢指標，推動水質污染總量管制，探討集水區保育治理管理對策。

(六)水庫集水區的保育除了採用工程措施來達到預期成效之外，民眾參與及環境教育等非工程措施亦應同步進行，因此可多推動水源保育社區，透過社區營造活動推廣，如保育社區推動與巡守志工參與，使居民愛護家園及民眾珍惜環境，宣導正確水源保育觀念，以提升民眾水資源保育觀念。

第一章、計畫緣起

1.1 計畫目的

為因應經濟部水利署北區水資源局(以下簡稱北水局)辦理「石門水庫、榮華壩、鳶山堰集水區保育實施計畫」及「前瞻基礎建設計畫—水環境建設計畫(水與發展)—加強水庫集水區保育治理」計畫，逐年辦理年度實施成果報告及執行計畫書，進行檢討及績效評核作業，擬委託辦理相關資料彙整及報告編輯作業，研擬彙整各執行機關資料，統合各項成果並擬定各項計畫，落實推動各項工作。

由於集水區保育治理工作所涉及之權責機關眾多，期望藉此計畫協助北水局彙整整合石門水庫水庫集水區各權責機關各項分工內容及預期成果，使集水區能有整體規劃，並依權責區分各機關所需負責部分分工辦理。

1.2 工作範圍

本計畫主要為彙整提報「石門水庫、榮華壩、鳶山堰集水區保育實施計畫」及「前瞻基礎建設計畫—水環境建設計畫(水與發展)—加強水庫集水區保育治理」計畫年度實施成果報告及年度執行計畫，作為後續檢討推動之參考依據，並落實各項成果加值運用，彙整推動成果與評估效益，經由通盤研析，進而規劃石門水庫集水區內未來推動方針及工作重點。

除上述主要工作外，藉由本計畫加強推動辦理北部區域重要水庫集水區保育實施計畫及年度實施成果與年度執行計畫初審作業。並協辦北部區域水庫集水區保育相關業務之專業諮詢及行政協助等事項。

1.3 108 年度工作內容

一、聯繫彙整集水區各執行機關資料與綜合分析：

- (1)應甲方要求參與石門水庫及其集水區相關會議，提供專業意見及意見回覆。
- (2)追蹤管控各項工作進度及成果彙集，進行整理分析與績效評估。

二、彙整編輯年度執行計畫及實施成果報告：

(1)「石門水庫、榮華壩、鳶山堰集水區保育實施計畫」及「前瞻基礎建設計畫—水環境建設計畫(水與發展)—加強水庫集水區保育治理」年度執行計畫及實施成果報告彙整與編輯。

A、取得上述計畫各執行單位分工項目執行進度、成果等資料，進行整理分析。將各執行單位交付之各項工作進度及成果資料、執行計畫資料進行整理，並依規定計畫書格式進行彙整成冊，編輯年度執行計畫及實施成果報告。

B、於 108 年度研提石門水庫、榮華壩、鳶山堰集水區保育實施計畫之 107 年度實施成果報告、105~107 年度總實施成果報告及 109 年度執行計畫與前瞻基礎建設計畫-水環境建設計畫(水與發展)-加強水庫集水區保育治理-106~107 年度執行成果報告。

三、相關簡報製作及協辦成果發表等。

四、專人派駐北水局辦理相關行政協助工作，包含資料蒐集彙整督催、進度追蹤管控、效益評估與報告編輯等，並配合辦理相關聯絡工作。

五、其他行政協助事項：

協辦北部區域重要水庫集水區年度執行計畫初審作業；北部區域重要水庫包括寶山水庫、寶山第二水庫、新山及西勢水庫、永和山水庫、鳶山堰、隆恩堰、羅東堰等水庫。

1.4 109 年度工作內容

一、聯繫彙整集水區各執行機關資料與綜合分析：

(1)應甲方要求參與石門水庫及其集水區相關會議，提供專業意見及意見回覆。

(2)追蹤管控各項工作進度及成果彙集，進行整理分析與績效評估。

二、彙整編輯年度執行計畫及實施成果報告：

(1)「石門水庫、榮華壩、鳶山堰集水區保育實施計畫」及「前瞻基礎建設計畫—水環境建設計畫(水與發展)—加強水庫集水區保育治理」年度執行計畫及實施成果報告彙整與編輯。

A、取得上述計畫各執行單位分工項目執行進度、成果等資料，進行整理分析。將各執行單位交付之各項工作進度及成果資料、執行計畫資料進行整理，並依規定計畫書格式進行彙整成冊，編輯年度執行計畫及實施成果報告。

B、109年度研提石門水庫、榮華壩、鳶山堰集水區保育實施計畫之108年實施成果報告及110年度執行計畫與前瞻基礎建設計畫-水環境建設計畫(水與發展)-加強水庫集水區保育治理-108~109年度執行成果報告(初稿)。

三、相關簡報製作及協辦成果發表等。

四、專人派駐北水局辦理相關行政協助工作，包含資料蒐集彙整督促、進度追蹤管控、效益評估與報告編輯等，並配合辦理相關聯絡工作。

五、其他行政協助事項：

(1)協辦北水局北部區域重要水庫水庫集水區年度實施成果與年度執行計畫初審作業；北部區域重要水庫包括寶山水庫、寶山第二水庫、新山及西勢水庫、永和山水庫、鳶山堰、隆恩堰、羅東堰等水庫。

(2)協辦北水局北部區域重要水庫前瞻計畫年度實施成果報告及年度執行計畫初審作業：連江縣轄水庫前瞻計畫年度執行計畫及年度實施成果報告初審作業，並合併其工作項目納入北水局前瞻計畫相關報告彙整提送。

(3)協辦北部區域水庫集水區保育相關業務之專業諮詢及行政協助等事項：包括書面資料彙整及預審、成果檢討報告之彙整分析與

其他協助事項。

1.5 預期成果

- 一、完成「石門水庫、榮華壩、鳶山堰集水區保育實施計畫」107 年度實施成果報告、105~107 年總實施成果報告、108 年度實施成果報告及 109 與 110 年度執行計畫；「前瞻基礎建設計畫—水環境建設計畫（水與發展）—加強水庫集水區保育治理」計畫 106~107 年執行成果報告與 108~109 年度執行成果報告(初稿)。
- 二、協辦北水局北部區域重要水庫集水區年度實施成果與年度執行計畫初審作業。
- 三、協辦北水局北部區域重要水庫(連江縣政府)前瞻計畫年度執行計畫及年度實施成果報告初審作業。
- 四、協辦北部區域水庫集水區保育相關業務之專業諮詢及行政協助等事項。

1.6 工作流程

本計畫工作流程如圖 1-1 所述，本計畫已蒐集各執行單位分工項目執行進度、成果等資料，依據土砂控制與水質改善兩大量化目標進行整理，並分析各單位設定目標是否達成、使用衛星影像崩塌判釋計算崩塌面積復育率，另外並針對淤積率、崩蝕深度、森林覆蓋率、含砂濃度(或濁度)、CTSI/RPI、點源污染處理率及農業非點源污染潛勢七項指標評估因子對集水區環境進行健檢，最後研提各計畫實施成果報告及執行計畫。



圖1-1 工作計畫流程圖

第二章、計畫背景資料

本章節針對石門水庫、榮華壩及鳶山堰地理環境、歷年之水質、土砂與生態調查成果進行彙整分析說明，以明確瞭解本計畫之背景現況，及掌握未來工作之方向重點。

2.1 水庫及其集水區概況

一、水庫概況

石門水庫、榮華壩、鳶山堰均位於淡水河流域之大漢溪水系。部分集水區為共同所有，其中以鳶山堰位於下游區域，其集水區同時包含石門水庫及榮華壩之集水面積，榮華壩位於石門水庫上游，故榮華壩集水區含括於石門水庫及鳶山堰水庫集水區內。石門水庫、榮華壩及鳶山堰水庫概述、地理位置圖及水庫集水區範圍圖詳圖 2-1、圖 2-2 及圖 2-3 所示。

(一)石門水庫

水庫壩址位於淡水河最大支流大漢溪中游，地處桃園市大溪區與龍潭區、復興區之間，由於溪口處有雙峰對峙狀若石門，因而得名。其興建緣由，主要是因為大漢溪上游陡峻，無法涵蓄水源，延及下游各地區常遭水旱之苦；政府為解決民困、發展農業、興修水利，自 45 年 7 月展開興建水庫工作，興建歷時 8 年，53 年 6 月水庫正式竣工，水庫總容量約 3 億 1 千萬立方公尺，為一多目標水利工程，具有灌溉、發電、給水、防洪、觀光等效益。主要設施可分為大壩、溢洪道、排洪隧道、石門發電廠、排砂隧道、分層取水工、後池及後池堰、石門大圳、桃園大圳進水口及下游中庄調整池等結構物，原建水庫主要標的為灌溉防洪，目前其調節供應公共給水之功能愈形重要，其公共給水主要供應範圍含新北市、桃園市及新竹縣湖口鄉，對北部農工業區域發展、防止水旱災害以及環境教育等方面均有重大貢獻。

石門水庫集水區地理位置居於東經 120°10'15"~121°23'10"，北緯 24°25'45"~24°51'20"之間，以淡水河上游之大漢溪流域為其主流，集水面積約為 763.4 平方公里，東鄰新北市(三峽區、烏來區)、宜蘭縣(大同鄉)，南接台中市(和平區)，西南與苗栗縣(泰安鄉)相連，西屬桃園市(大溪區、龍潭區、復興區)與新竹縣(關西鎮、尖石鄉)。

為了在石門水庫水力排砂期間，下游鳶山堰原水濁度過高影響板新淨水場取水，因此水利署於武嶺橋下游約 1 公里處設置中庄攔河堰，並利用鳶山堰上游大漢溪左岸舊河道開挖中庄調整池，引水入庫作為石門水庫排砂期間之備援水源，以解決鳶山堰受水源濁度抬

升而影響供水之問題。

中庄調整池為一離槽人工湖，總面積 87 公頃，有效庫容量 505 萬立方公尺，目前調整池工程第一期已於 106 年 6 月完工啟用，每日可提供 80 萬立方公尺原水，於汛期高濁度時可供應大湳與板新淨水場約 6.2 天，有效降低桃園及板新地區之缺水風險，強化鳶山堰水源備援能力。

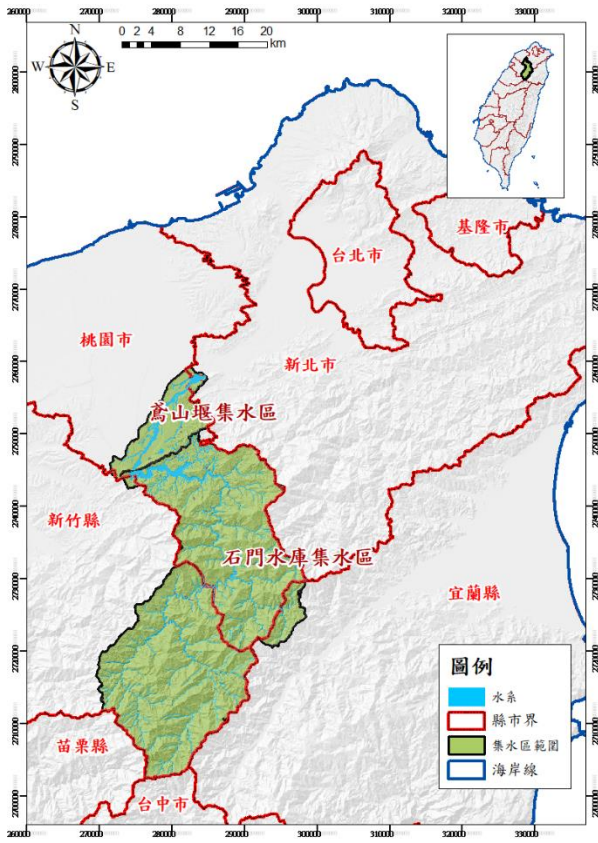
(二) 榮華壩

壩址位於桃園市復興區，約於台 7 線北部橫貫公路 34 公里處，即石門水庫大壩之上游大約 27 公里的大漢溪上，集水區面積約為 562 平方公里，興建榮華壩是為了減少石門水庫的淤砂量，以免大量土砂流進石門水庫造成淤積，並延長石門水庫壽命。同時利用水位落差提供義興機組發電，於 67 年 7 月開始興建，72 年 12 月興建完成，水庫總容積 1,240 萬立方公尺，主要功能為攔砂及發電。榮華壩主要土木結構物包括大壩、副壩、消能池、壩頂溢洪道、發電進水口、發電水路、沉砂池、前池、壓力鋼管及尾水渠道等。

(三) 鳶山堰

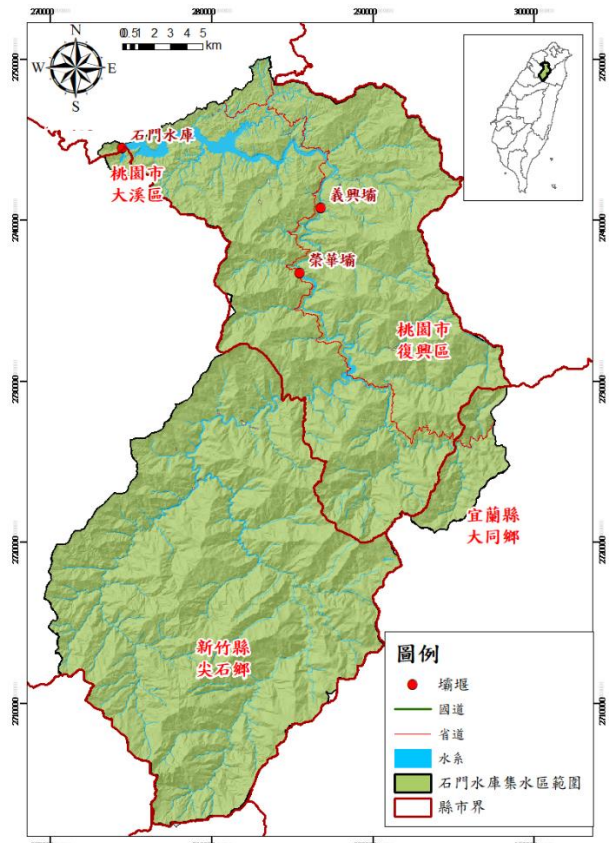
堰址位於石門水庫後池堰下游 19 公里處(即新北市三峽區與鶯歌區行政區界附近)，67 年開始興建，72 年完工營運，主要功能為攔引石門水庫放流水並輸送至板新給水廠及大湳淨水場(二期)處理使用。堰主要結構為 21 座固定輪閘門，其中 3 門為排砂道，18 門為排洪道，以抬高大漢溪水位取水，堰右岸有兩個取水口，灌溉取水口緊靠排砂道，板新給水廠取水口位於堰上游右岸邊，78 年增建，可重力引水；若水位太低無法重力引水時，另以原設置 6 部抽水機抽水。供水區域包括新北市板橋、新莊、泰山、五股、蘆洲、八里、三峽、鶯歌、土城、樹林等區全部，及三重、中和、桃園市龜山、八德等部份地區，並支援桃園地區供水。此外，大湳淨水場為因應桃園地區供水需求，79 年辦理第二期擴建工程，並於 80 年於鳶山堰左岸設第二取水口抽水，並藉由 1,500 毫米輸水管(長約 10 公里)經尖山中繼加壓站送至淨水場處理，加壓後供應桃園區、八德區、大園區、蘆竹區、龜山區、林口區等區域用水。

鳶山堰集水區共計約 869.4 平方公里，包含石門水庫集水區，鳶山堰壩以上至石門水庫大壩間範圍，集水區面積約 88 平方公里，水庫滿水位標高 51.6 公尺，滿水位面積約 1.76 平方公里。



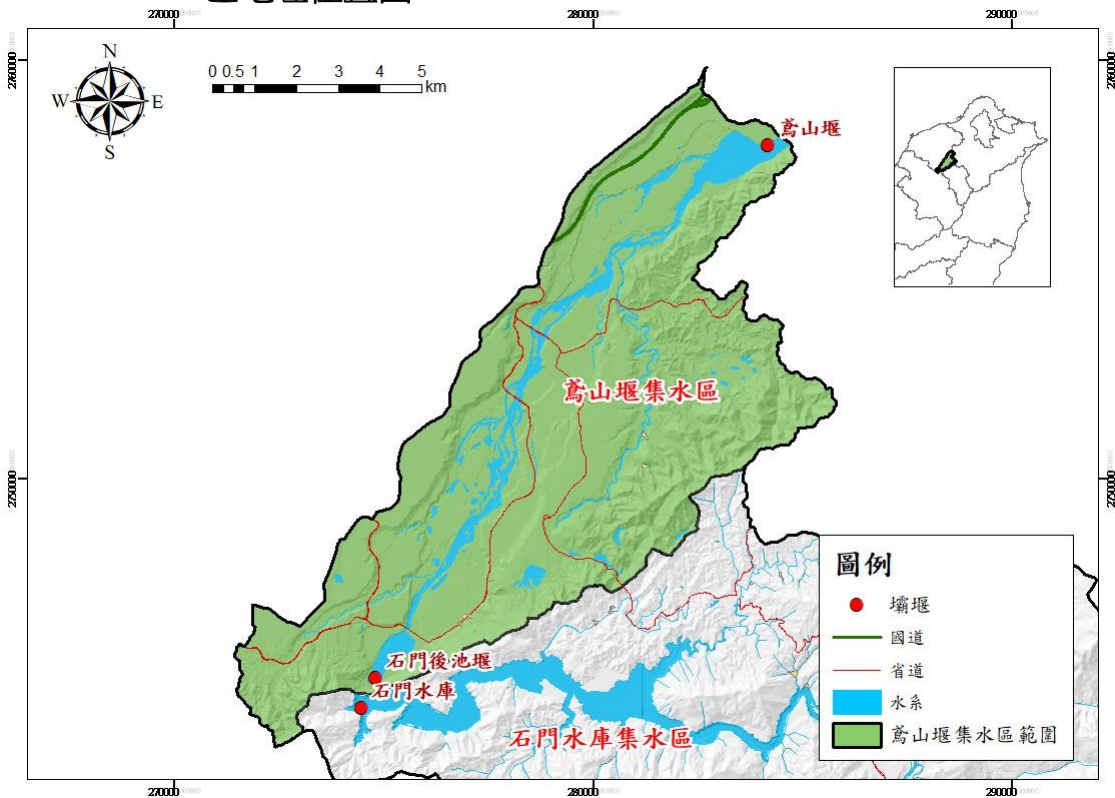
資料來源：本計畫彙整

圖2-1 石門水庫、榮華壩及鳶山堰集水區地理位置圖



資料來源：本計畫彙整

圖2-2 石門水庫(含榮華壩)集水區範圍



資料來源：本計畫彙整

圖2-3 鳶山堰集水區範圍

二、集水區人文及產業

(一)人口分布

石門水庫、榮華壩及鳶山堰集水區如僅統計村里全區皆落於集水區範圍內之村里，至 108 年 12 月份之總戶數共 24,475 戶，人口數共 70,754 人，各行政區域人口戶數，詳表 2-1。

表2-1 人口數統計

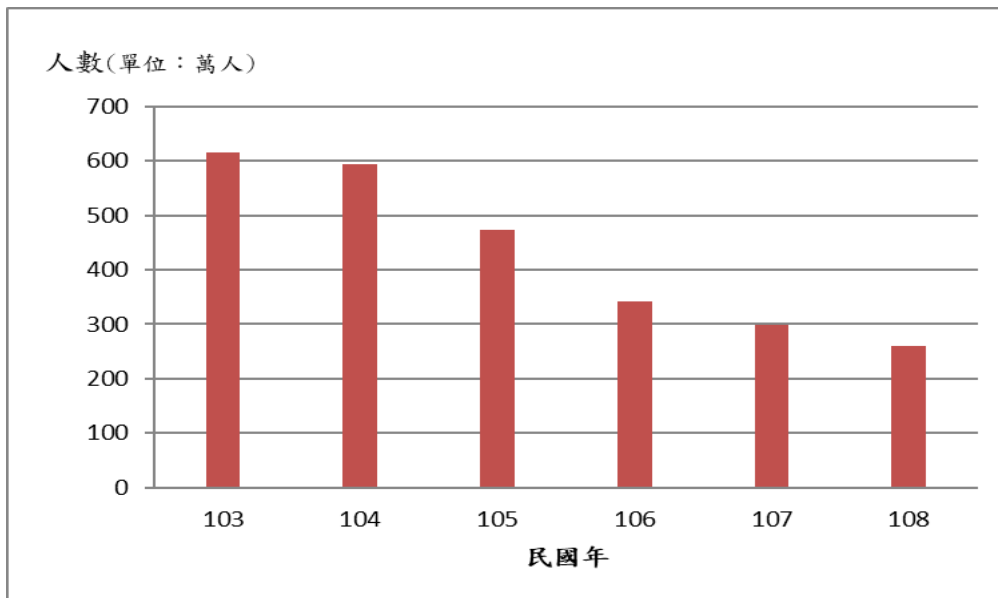
| 集水區 | 縣市別 | 行政區別 | 村里別 | 鄰數 | 戶數 | 總人口 |
|----------------|-----|------|-----|------------|---------------|---------------|
| 石門水庫 (含榮華壩) | 桃園市 | 大溪區 | 復興里 | 15 | 399 | 1,009 |
| | 桃園市 | 復興區 | 三民里 | 19 | 846 | 2437 |
| | 桃園市 | 復興區 | 澤仁里 | 20 | 570 | 1706 |
| | 桃園市 | 復興區 | 義盛里 | 11 | 259 | 930 |
| | 桃園市 | 復興區 | 霞雲里 | 11 | 241 | 723 |
| | 桃園市 | 復興區 | 長興里 | 12 | 241 | 815 |
| | 桃園市 | 復興區 | 三光里 | 9 | 242 | 895 |
| | 桃園市 | 復興區 | 奎輝里 | 9 | 248 | 958 |
| | 桃園市 | 復興區 | 華陵里 | 14 | 528 | 1512 |
| | 桃園市 | 復興區 | 羅浮里 | 8 | 421 | 1259 |
| | 桃園市 | 復興區 | 高義里 | 12 | 264 | 941 |
| | 新竹縣 | 尖石鄉 | 玉峰村 | 14 | 416 | 1,818 |
| | 新竹縣 | 尖石鄉 | 秀巒村 | 13 | 559 | 2,259 |
| | 鳶山堰 | 桃園市 | 大溪區 | 一心里 | 41 | 2,166 |
| 桃園市 | | 大溪區 | 一德里 | 31 | 2,371 | 6,744 |
| 桃園市 | | 大溪區 | 三元里 | 20 | 1268 | 3643 |
| 桃園市 | | 大溪區 | 中新里 | 22 | 605 | 1725 |
| 桃園市 | | 大溪區 | 仁文里 | 30 | 1753 | 4789 |
| 桃園市 | | 大溪區 | 月眉里 | 16 | 464 | 1458 |
| 桃園市 | | 大溪區 | 永福里 | 17 | 466 | 1094 |
| 桃園市 | | 大溪區 | 田心里 | 39 | 1778 | 5398 |
| 桃園市 | | 大溪區 | 光明里 | 14 | 1014 | 2814 |
| 桃園市 | | 大溪區 | 美華里 | 23 | 1268 | 3524 |
| 桃園市 | | 大溪區 | 康安里 | 21 | 535 | 1504 |
| 桃園市 | | 大溪區 | 瑞興里 | 23 | 1006 | 3239 |
| 桃園市 | | 大溪區 | 義和里 | 24 | 732 | 2049 |
| 桃園市 | | 大溪區 | 福仁里 | 25 | 384 | 1195 |
| 桃園市 | | 大溪區 | 福安里 | 30 | 961 | 2531 |
| 桃園市 | | 大溪區 | 興和里 | 37 | 659 | 1741 |
| 桃園市 | | 龍潭區 | 三坑里 | 22 | 606 | 1763 |
| 桃園市 | | 龍潭區 | 大平里 | 19 | 1205 | 2544 |
| 總計 | | | | 621 | 24,475 | 70,754 |

資料來源：依桃園市大溪及復興區戶政事務所與新竹縣尖石鄉戶政事務所網站 108 年 12 月統計

(二)產業型態

集水區以農業為主要經濟來源，農作以果品作物為主，最有名且收穫面積最大仍以桃類為大宗。其中，水蜜桃與柿皆屬於高經濟作物，是主要的經濟來源，另復興區尚出產竹筍、茶葉及尖石鄉水梨和高冷蔬菜等作物。下游鳶山堰集水區位於山坡地多盛產綠竹筍、柑橘、李子及蓮霧，河階平原多水稻、花卉、韭菜及火龍果。大溪地區尚產木器及豆干產業。

此外，亦發展觀光產業，著名的旅遊地如拉拉山巨木區、石門水庫風景區、小烏來風景區、東眼山國家森林遊樂區、角板山公園、明池森林遊樂區、大溪老街、慈湖觀光園區及石門觀光園區等，結合文化觀光與生態旅遊活動促進地區之發展，依據桃園市政府觀光局網站統計，近年慈湖遊客大為減少，觀光人口統計如圖 2-4。



資料來源：依桃園市政府觀光旅遊局網站統計-小烏來風景區、石門水庫、慈湖、角板山行館

圖2-4 近 5 年集水區內觀光區人數統計

三、 交通路網

大漢溪自石門水庫大壩以下為河階地形，除有國道 3 號通過外，交通路網完整便利。自石門水庫大壩以上，集水區內主要及次要道路系統多沿著河谷興建，省道台 7 線(又稱北部橫貫公路)為區內最主要的聯外道路，由自桃園大溪區進入至復興區後，沿著大漢溪及其支流(三光溪)一直蜿蜒至明池後轉進宜蘭市。市道 118 又稱羅馬公路，自羅浮沿著石門水庫庫區左岸及大漢溪溪谷蜿蜒至馬武督地區，而鄉道為主要道路與部落或風景遊憩區之間的連接通路，並有產業道路分布於集水區內(詳表 2-2 及表 2-3)，路網圖詳圖 2-5。

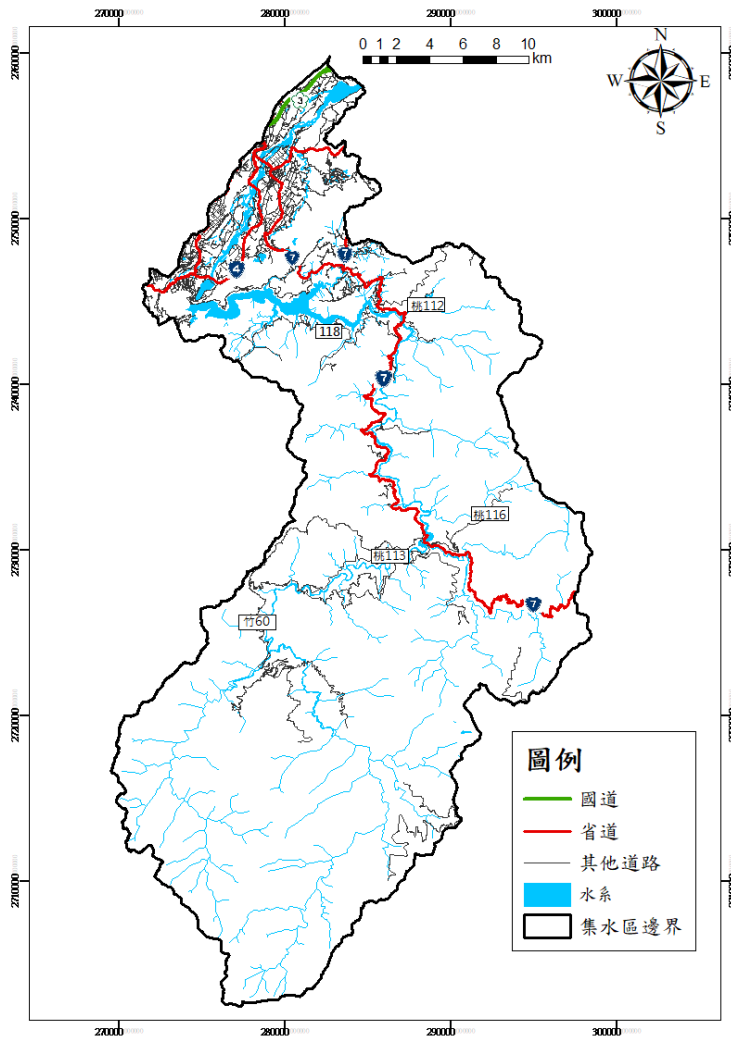
表2-2 石門水庫集水區主要交通道路資料表

| 道路層級 | 道路名稱 | 說明 |
|-------|--------|--|
| 省道 | 台 7 線 | 又稱北部橫貫公路，為區內最主要的聯外道路，西起桃園市大溪區向東通往宜蘭縣直至宜蘭市止，全長為 139.6 公里，其中桃園市境內長約 61 公里。本道路至三民與台 7 乙線相接，至羅浮與市道 118 線相接，通過之都市計畫地區有復興都市計畫區、小烏來都市計畫區與巴陵達觀山風景特定區等三處。沿途經過 8 個村里，重要服務設施亦多分佈在此道路上，尤其是水源地至霞雲坪之間。 |
| | 台 7 乙線 | 北起新北市三峽區，南至桃園市復興區，在三民與台 7 線省道相接，是計畫區通往新北市的重要道路。台 7 乙線從三民里沿著三民溪往北，繞過五寮河的分水嶺進入新北市。 |
| 市道 | 市 118 | 又稱羅馬公路，西起新竹市北區，往東進入桃園市後，沿著溪谷向東北至下高遶，順著水庫南端至羅浮接台 7 線省道。桃園市境內沿途經過長興、奎輝、澤仁及羅浮等四個村落，沿線有許多聚落。為本地區北部東西向重要聯絡道路，亦是本區通往新竹縣的主要通道。 |
| 區道、鄉道 | 桃 112 | 由霞雲橋接台 7 線後往東北通往流霞谷風景區，故又稱流霞道路，一直延伸至卡外聚落，為聚落唯一對外道路，亦是霞雲村主要聯外道路之一。 |
| | 桃 113 | 又稱玉峰道路，起點始於復興區高義里蘇樂，接台 7 線（北橫公路），終點抵達復興區三光里桃園新竹縣界，銜接竹 60-1 線（玉峰道路），續行可通往玉峰部落、老鷹溪步道、宇老部落、秀巒部落、司馬庫斯部落等，還可通至尖石、內灣。 |
| | 桃 116 | 巴陵道路為巴陵向東北通往達觀山自然保護區之必經路段，沿途遊憩與服務設施相當豐富，從上巴陵至巴陵路段為桃 116 線，聚落多聚集在巴陵達觀山風景特定區內。 |
| | 桃 119 | 起點始於桃園新北市界，這裡也是東眼產業道路終點和東眼山林道起點，終點抵達澤仁橋南側接台七線(北橫公路)。桃 119 線是除了北 113 線(東眼產業道路)外主要通往東眼山國家森林遊樂區的道路。 |
| | 竹 60 | 玉峰道路及錦屏後山產業道路，由東向西連結三光、大平、石磊玉峰等聚落。 |
| | 竹 64 | 秀巒道路為本區西側重要的南北向道路，為秀巒村與玉峰村的聯絡道路。秀巒道路在過了秀巒溫泉後，分為秀錦道路及泰崗道路，前則通往霞喀羅國家步道，後則通往泰崗部落。 |
| | 林道 | 達觀山林道 |
| 東眼山林道 | | 即桃 119 線 10K+124～東眼山國家森林遊樂區收費站，配合桃 119 線之管制措施，列為「大客車行駛應特別注意路段」。 |

資料來源：民國 94 年內政部營建署，「石門水庫集水區土地利用整體規劃報告」

表2-3 鳶山堰集水區主要交通道路資料表

| 道路層級 | 道路名稱 | 說明 |
|------|----------|--|
| 國道 | 國道 3 號 | 又稱福爾摩沙高速公路，區內包含部分鶯歌交流道 54 公里處至 60 公里處。 |
| 省道 | 台 3 線 | 俗稱內山公路，區內北起新北市三峽區，南至桃園市大溪區，在員樹林與台 3 乙線省道相接，是區內通往新北市的重要道路。 |
| | 台 3 乙線 | 起點為桃園市大溪區員樹林，經中科院、國防大學理工學院等軍事研究機關，止於龍潭區深窩，為石門水庫重要連外道路之一。 |
| | 台 4 線 | 又稱桃大公路，區內北起桃園市大溪區橋愛介壽路至崎頂 27.008k 與台 3 線共線起點至武嶺橋與台 3 線共線終點，南至龍潭區石門大坪與台 3 乙線岔路。 |
| | 台 7 線 | 又稱北部橫貫公路，區內起至大溪市區復興路至百吉隧道。 |
| 區道 | 桃 59 線 | 大溪區內銜接台 7 線之道路 |
| | 桃 59-1 線 | 連結台 4 線與桃 59 線之橫向道路 |
| | 桃 60 線 | 北起大溪區中新里大鶯路與大溪區瑞興里武嶺橋西端銜接台 4 線 |



資料來源：本計畫彙整

圖2-5 集水區內路網圖

四、 土地利用與權屬

(一)土地利用

106 年衛星影像與正射影像之集水區土地利用判釋成果如圖 2-6，石門水庫(含榮華壩)集水區之土地利用以闊葉林地所占面積最多，其次為針葉林地、竹林、旱田、草生地、河川水體、果園等。觀察自 99 年至 106 年土地利用變化，得知石門水庫集水區內之旱地面積有增加的趨勢，但果園面積則下降至 106 年復增，且經過石門水庫及其集水區保育治理計畫執行之後，集水區內之崩塌面積有顯著的下降且草生地面積提升，如表 2-4 所示。另鳶山堰集水區因大溪區市區位於集水區內，社區用地建築區有 1,031.54 公頃，約佔 13%；水田及早田面積農作有 1,393.7 公頃，約佔 17.43%，土地利用概況詳表 2-5。

(二)土地權屬

石門水庫(含榮華壩)集水區之土地利用以國有林班地 503.24 平方公里為最廣，佔全集水區面積之 69.46%；山地保留地 167.88 平方公里居次，佔 21.99%；私有地 23.5 平方公里居第三，佔 3.10%；其他用地 41.58 平方公里，佔 5.45%。鳶山堰集水區內其土地權屬公有地面積為 7.92 平方公里，佔 8.63%；私有地面積為 43.05 平方公里，佔 46.90%；未建檔土地面積為 40.81 平方公里，佔 44.47%，詳表 2-6。

在分佈區位方面，鄉村區、農業區分布於集水區北部地勢較低處，而大部分原住民保留地皆分佈於山坡地保育區中。林班地佔集水區面積 64.70%，山坡地佔集水區面積 31.01%，如圖 2-7。

表2-4 石門水庫(含榮華壩)集水區土地利用概況一覽表

| 內容 | 106 年 | 104 年度 | 102 年度 | 100 年度 | 99 年度 | 97 年度 | 95 年度 |
|-------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|------------------|------------------|
| 水田 | 4.328 | 10.021 | 7.246 | 11.185 | 10.091 | 8.851 | 7.617 |
| 旱田 | 1,655.030 | 1,618.752 | 1,715.999 | 1,568.528 | 1,416.305 | 1,343.097 | 1,152.712 |
| 闊葉林 | 45,326.077 | 46,445.540 | 45,776.330 | 46,625.901 | 45,958.962 | 44,507.544 | 44,964.183 |
| 針葉林 | 18,535.773 | 17,982.150 | 18,213.42 | 16,613.557 | 17,031.133 | 18,070.809 | 17,844.681 |
| 竹林 | 8,812.400 | 8,574.140 | 8,751.950 | 9,156.183 | 9,345.856 | 8,809.001 | 8,888.879 |
| 灌木林 | 892.565 | 850.976 | 908.934 | 1,433.318 | 1,421.495 | 1,479.030 | 1,116.918 |
| 建築區 | 383.707 | 325.845 | 331.787 | 318.532 | 318.062 | 318.165 | 341.131 |
| 墓地 | 3.429 | 3.074 | 3.021 | 3.368 | 2.430 | 2.173 | 2.543 |
| 花園 | 0.049 | 0.048 | 0.049 | 0.436 | 0.444 | 0.448 | 0.452 |
| 檳榔 | 19.232 | 24.258 | 25.501 | 24.923 | 31.467 | 32.607 | 24.678 |
| 香蕉園 | 0.072 | 0.151 | 0.000 | 0.000 | 0.138 | 0.106 | 0.106 |
| 茶園 | 28.371 | 28.741 | 27.988 | 34.300 | 35.105 | 61.589 | 7.877 |
| 鳳梨 | 0.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 果園 | 1,222.880 | 1,058.474 | 1,048.439 | 1,091.246 | 1,131.957 | 1,204.281 | 1,492.984 |
| 草生地 | 1,645.600 | 1,474.736 | 1,496.632 | 974.527 | 1,129.377 | 964.465 | 711.312 |
| 崩塌地 | 312.046 | 311.840 | 614.390 | 857.680 | 883.960 | 1,802.162 | 2,096.356 |
| 河流 | 1,226.320 | 1,370.258 | 1,141.291 | 1,394.048 | 1,286.331 | 1,380.629 | 1,339.816 |
| 道路 | 529.690 | 565.751 | 559.937 | 551.261 | 537.511 | 506.893 | 496.043 |
| 高爾夫球場 | 0.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 水庫(水面) | 863.298 | 834.365 | 861.522 | 630.344 | 831.141 | 853.300 | 855.333 |
| 水池 | 55.387 | 56.461 | 55.416 | 61.401 | 59.031 | 69.442 | 69.352 |
| 荒地 | 44.535 | 48.413 | 46.093 | 225.995 | 118.194 | 79.762 | 64.222 |
| 公園 | 9.227 | 9.852 | 10.263 | 9.447 | 6.824 | 11.471 | 12.914 |
| 伐木地 | 0.00 | 2.258 | 0.000 | 3.207 | 3.211 | 13.634 | 14.982 |
| 開墾地 | 47.722 | 26.416 | 27.747 | 24.683 | 63.895 | 102.227 | 121.016 |
| 景觀區 | 22.370 | 18.645 | 20.306 | 19.355 | 8.779 | 10.322 | 9.062 |
| 雞豬舍寮 | 0.00 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 1.079 | 1.318 |
| 水利構造物(含 水庫壩、堤防 等) | 11.210 | 10.340 | 6.420 | 16.593 | 14.911 | 15.377 | 14.134 |
| 其他(含停車場、 砂石場等) | 16.021 | 16.745 | 16.621 | 17.458 | 20.992 | 18.805 | 14.897 |
| 總面積 | 81,667.339 | 81,668.250 | 81,667.302 | 81,667.476 | 81,667.602 | 81,667.269 | 81,665.518 |

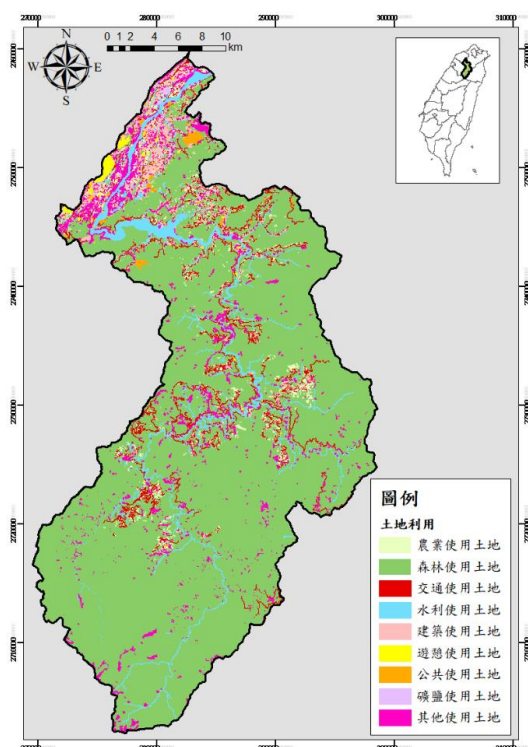
單位：公頃

資料來源：民國 106 年經濟部水利署北區水資源局，「石門水庫集水區地理資訊系統圖資更新及維護計畫(2/2)」

表2-5 鳶山堰集水區土地利用概況一覽表

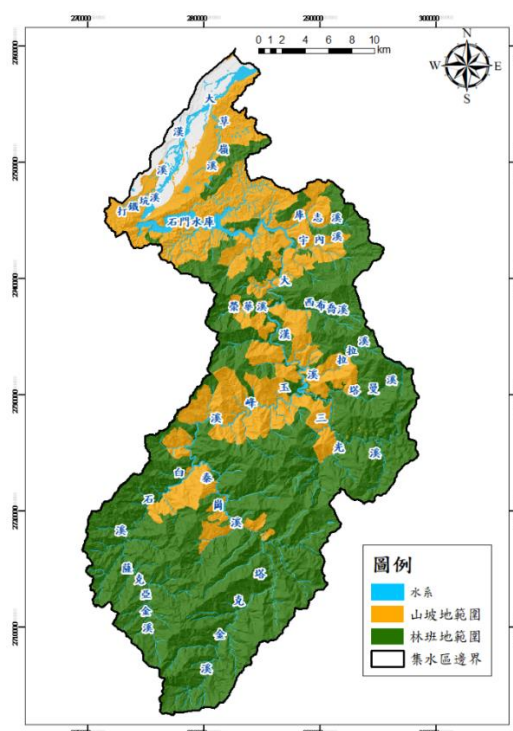
| 內容 | 面積(公頃) | 內容 | 面積(公頃) |
|------|----------|--------|--------|
| 水田 | 580.50 | 草生地 | 426.41 |
| 旱田 | 635.67 | 裸露地 | 4.93 |
| 天然林 | 2,333.68 | 河流 | 582.25 |
| 人工林 | 1,208.55 | 道路 | 331.46 |
| 建築區 | 1,031.54 | 水庫(水面) | 9.02 |
| 墓地 | 129.47 | 水池 | 167.56 |
| 果園 | 177.52 | 荒地 | 19.31 |
| 遊憩用地 | 201.50 | 伐木地 | 3.04 |
| 畜牧場 | 9.91 | 空地 | 143.68 |

資料來源：桃園市政府水務局，”鳶山堰蓄水範圍及臨近集水區水質保護設施規劃”，101年



資料來源：本計畫彙整

圖2-6 計畫集水區土地利用概況圖



資料來源：本計畫彙整

圖2-7 本計畫集水區山坡地及林班地分布圖

表2-6 土地權屬概況一覽表

| 水庫名稱 | 土地權屬類別 | 面積 | 比例 |
|------|--------|--------|--------|
| 石門水庫 | 國有林班地 | 503.24 | 69.46% |
| | 山地保留地 | 167.88 | 21.99% |
| | 私有地 | 23.5 | 3.10% |
| | 其他 | 41.58 | 5.45% |
| 鳶山堰 | 公有地 | 7.92 | 8.63% |
| | 私有地 | 43.05 | 46.91% |
| | 未建檔土地 | 40.81 | 44.47% |

五、集水區地文

(一)地形地勢

石門水庫(含榮華壩)集水區大部分地區均隸屬桃園市復興區與新竹縣尖石鄉；集水區地勢由西北端之庫區集水區之低緩丘陵，往東南方至泰崗溪集水區，地勢迅速抬昇成為山岳地帶，主要介於 500m 至 3,500m 之間，全區自東南向西北傾斜，呈南北向之狹長腰形，如圖 2-8。依水土保持技術規範之坡度分類，坡度小於 30% 之緩坡地約佔集水區之 10.99%，坡度 30%—55% 約佔集水區之 29.55%，而集水區內多為坡度大於 55%，約佔集水區之 59.46%。坡向部分，因受區內溪流切割，各坡向所佔比例大致相同(如圖 2-9 及圖 2-10)，坡度分布統計表詳表 2-7。

鳶山堰集水區位於雪山山脈西北坡，大漢溪將地形劃分為東南與西北兩部分，地勢由東南向西北遞降。東南部為標高 300 公尺以上之丘陵地及階地。西北部則地勢較為平緩，台地及階地地形發達，其間佈有農田灌溉用之池塘。地勢平均高約 150 至 300 公尺間。

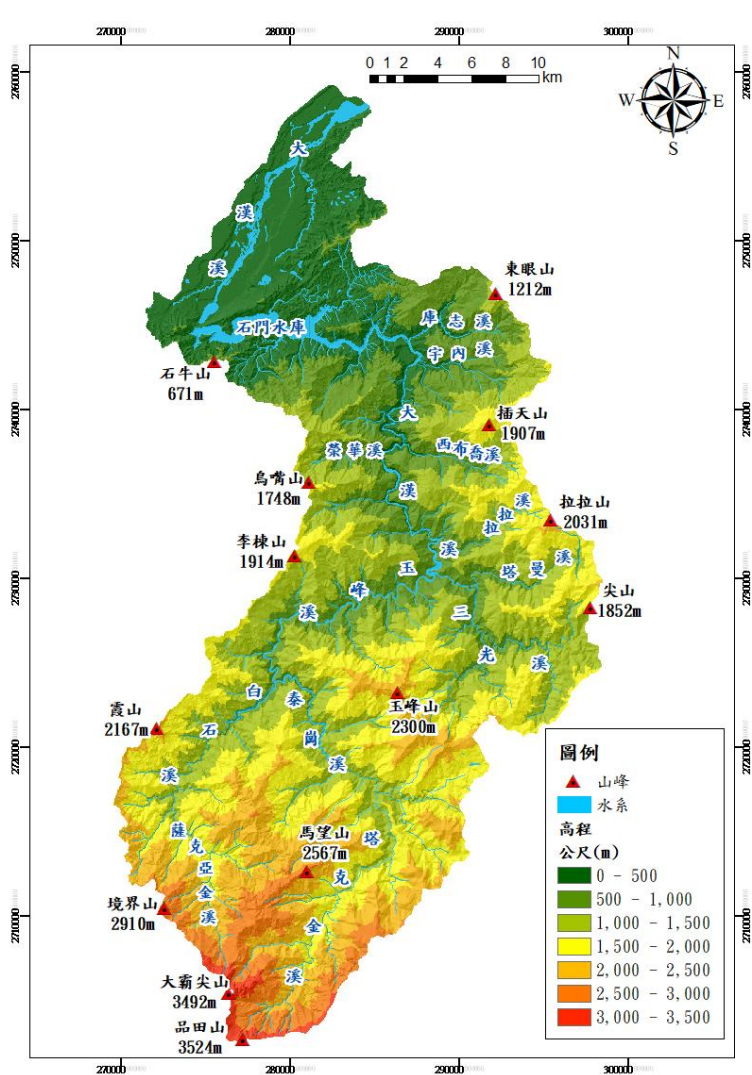
(二)地質

石門水庫(含榮華壩)集水區地質主要為巴陵層、大桶山層與白冷層，岩性以硬頁岩、砂頁岩、砂岩為主，此種頁岩易受風化作用影響，含有泥質或粉質黏土，是細顆粒泥質土之主要來源，地層年代以漸新世—中新世之巴陵層為多，地質分布如圖 2-11 所示。另鳶山堰集水區之地質為沖積層、乾溝層及中壩層等所構成，主要岩性為砂岩、頁岩、硬頁岩與板岩。地層大致成東北—西南方向。大漢溪河系流路受地質構造影響，穿入曲流顯著，河階台地發達，尤以中游及上游穿入作用更為深刻。

表2-7 石門水庫坡度分布統計表

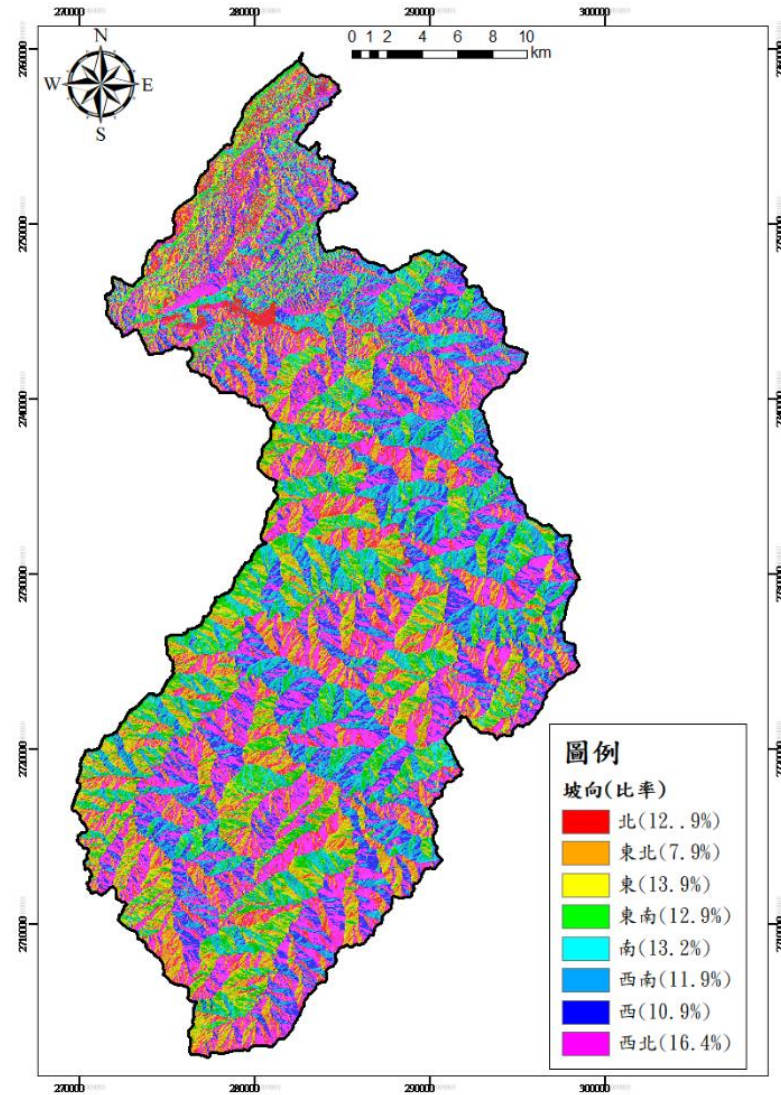
| 坡度 | 坡級 | 面積(ha) | 百分比(%) |
|----------|-----|-----------|--------|
| 0-5% | 一級坡 | 1,007.86 | 1.32% |
| 5-15% | 二級坡 | 1,672.12 | 2.19% |
| 15-30% | 三級坡 | 5,711.2 | 7.48% |
| 30-40% | 四級坡 | 7,047.38 | 9.23% |
| 40-55% | 五級坡 | 15,514.93 | 20.32% |
| 55%-100% | 六級坡 | 40,813.34 | 53.46% |
| >100% | 七級坡 | 4,576.17 | 6.00% |
| 合計 | | 76,343 | 100% |

資料來源：民國 106 年農委會水土保持局，「106 年水庫集水區土砂環境檢查與評估」



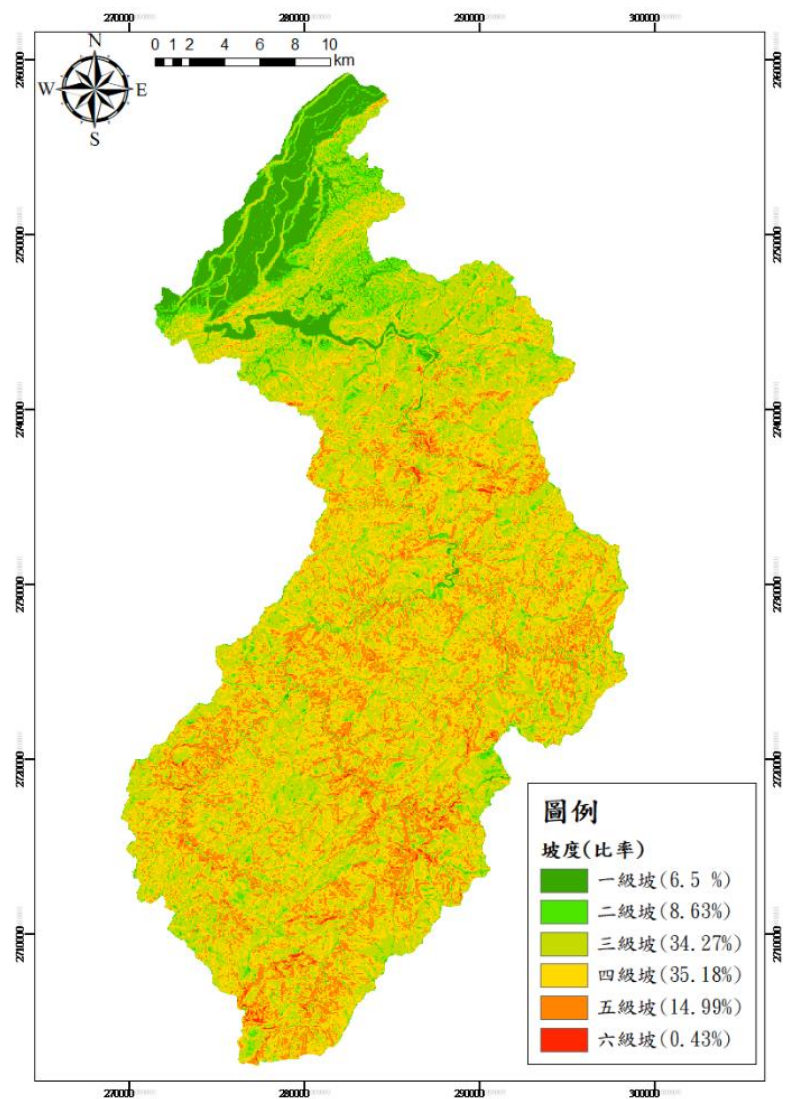
資料來源：本計畫彙整

圖2-8 計畫集水區地形地勢分布圖



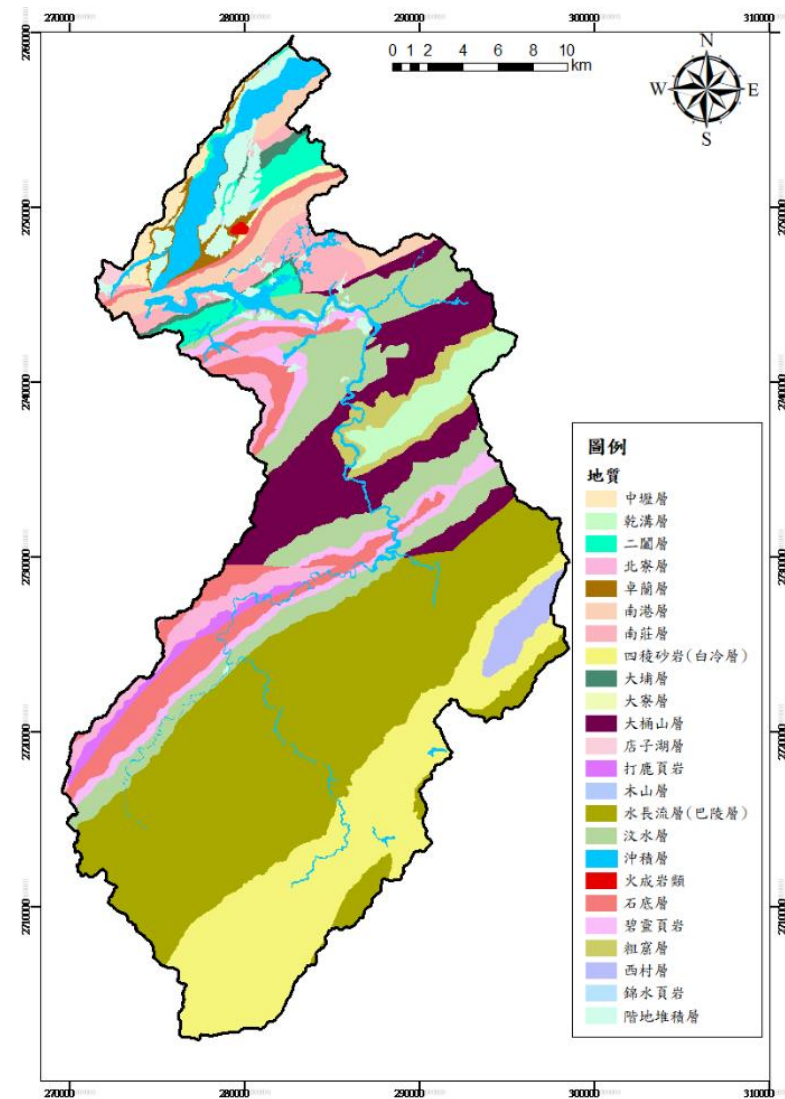
資料來源：本計畫彙整

圖2-9 計畫集水區坡向分布圖



資料來源：本計畫彙整

圖2-10 計畫集水區坡度分布圖



資料來源：本計畫彙整

圖2-11 計畫集水區地質分布圖

六、集水區水文

(一)水系分布

石門水庫、榮華壩及鳶山堰集水區之水系，以大漢溪為主，由泰崗溪、白石溪、三光溪、卡拉溪、黑白庫溪、匹亞溪、色霧鬧溪、高坡溪、義盛溪、霞雲溪、奎輝溪、三民溪、高翹溪、南子溝溪等支流匯合而成，支流總數為 64 條，流路呈不規則樹枝狀。

泰崗溪發源自品田山北麓及大壩尖山之間，流向由東北轉向西北，經鎮西堡至控溪，與源出大壩尖山北麓之白石溪匯合北流，經田埔、玉峰後復轉東北向，與發源於宜蘭梵梵山北麓及池端(明池)附近之三光溪會合於三光、蘇樂之間，再向北流，分別匯入納卡溪於蘇樂東方、黑白庫溪於高義、匹亞溪於榮華、色霧鬧溪於色霧鬧、高波溪於高波、義盛溪於羅浮對岸。此段河谷因穿透烏來群之堅硬砂岩層，對河蝕之抵抗力強大，遂形成兩岸峭崖壁立之狹長河谷；在羅浮附近，匯納霞雲溪之後，突轉向西，河谷漸寬，主流經此河曲部，注入廣大之砂頁岩緩斜坡，形成廣闊之河道，自角板山附近，又納匯奎輝溪、三民溪、高翹溪、南子溝溪等支流，石門水庫集水區水系分布詳圖 2-12。另自石門水庫大壩以下之大漢溪水系，地勢趨於平緩，河道亦更為寬廣，至鳶山堰前只有打鐵坑溪及草嶺溪匯入，但因鄰近都會區，側流匯入河川每年預估水量約 1.6 億噸，惟水質狀況較易受污染源影響而變動。

根據行政院農業委員會水土保持局 108 年公布最新的 1,726 條土石流潛勢溪流中，石門水庫集水區共計有 40 條土石流潛勢溪流位於範圍內，包含持續觀察潛勢溪流有 4 條，低潛勢溪流有 21 條，中潛勢溪流有 10 條，高潛勢溪流有 5 條，其分布位置如圖 2-13 所示，其中新竹縣境內 6 條，其餘 34 條皆位於桃園市境內。鳶山堰集水區內共有 5 條土石流潛勢溪流，包含持續觀察潛勢溪流有 2 條，低潛勢溪流有 2 條，中潛勢溪流有 1 條。

(二)氣象

由於受海拔高差影響，上游山地及下游台階地氣溫變化較大，全年氣溫溫差約在 12°C~29°C 間，年平均氣溫約為 22°C，以每年元月氣溫最低，約在 13°C 左右、七月與八月分最熱，氣溫高達 24°C~29°C。

在濕度方面，各月分之平均濕度約在 70%~88%，年平均濕度約在 78%，故乾濕季節變化不甚明顯，氣候型態屬亞熱帶重濕氣候。

因屬於亞熱帶海洋季風型氣候，年平均降雨量約在

1,900mm~2,800mm，雨季多集中於5至9月期間，其主要原因乃颱風所造成。另尚有西南氣流所造成之雷陣雨、及熱帶性低氣壓所帶來之豪雨，一般流量以5至10月較大，謂之豐水期；11月至翌年4月為枯水期，流量較少，尤以12月及1月流量最小，石門水庫近5年雨量表，詳如表2-8，鳶山堰108年雨量表，詳表2-9。

(三)水文觀測

石門水庫(含榮華壩)集水區目前水文站計有石門、霞雲、高義、稜角、玉峰及秀巒等6站(如圖2-14)，石門水文站於35年設置，為石門水庫集水區最早設置之測站，而大漢溪河段計有霞雲及高義2個測站。其中，霞雲站臨近水庫蓄水區，為最河川入庫前最重要之水文站，玉峰站位於玉峰溪，上游白石溪流域控制點為秀巒站，三光溪流域控制點則設有稜角站。有關水文站基本資料如表2-10所示，石門水庫入庫流量年平均量約在1.2億噸~1.7億噸，如表2-11所示。

表2-8 石門水庫近5年雨量表

單位：mm

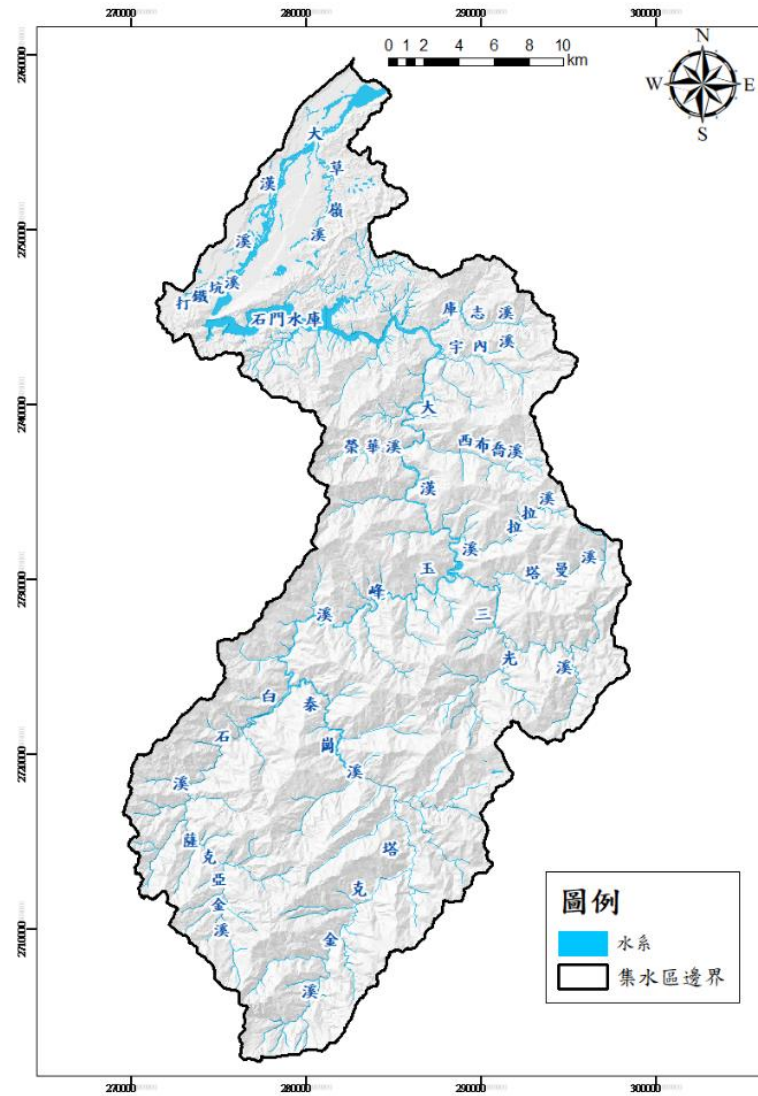
| 年份 | 1月 | 2月 | 3月 | 4月 | 5月 | 6月 | 7月 | 8月 | 9月 | 10月 | 11月 | 12月 | 合計 |
|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| 104年 | 24 | 57 | 104 | 95 | 257 | 125 | 361 | 718 | 548 | 87 | 44 | 83 | 2502 |
| 105年 | 299 | 69 | 325 | 150 | 170 | 350 | 248 | 161 | 761 | 103 | 100 | 27 | 2763 |
| 106年 | 21 | 75 | 130 | 232 | 192 | 597 | 320 | 46 | 131 | 403 | 133 | 82 | 2360 |
| 107年 | 228 | 128 | 62 | 71 | 79 | 275 | 291 | 313 | 286 | 134 | 56 | 35 | 1958 |
| 108年 | 57 | 23 | 255 | 140 | 337 | 351 | 191 | 438 | 233 | 78 | 41 | 120 | 2264 |
| 近5年平均 | 126 | 70 | 175 | 138 | 207 | 340 | 282 | 335 | 392 | 161 | 75 | 69 | 2369 |

表2-9 鳶山堰歷年氣象資料統計表(板橋氣象站)

| 月份 | 1月 | 2月 | 3月 | 4月 | 5月 | 6月 | 7月 | 8月 | 9月 | 10月 | 11月 | 12月 | 平均 |
|---------------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|-------|----------|
| 氣溫 ℃ | 18.2 | 18.6 | 19.5 | 23.7 | 24.7 | 28.1 | 29.9 | 30.0 | 27.0 | 24.9 | 21.7 | 18.6 | 23.7 |
| 相對 溼度 % | 82 | 78 | 78 | 77 | 74 | 76 | 73 | 71 | 76 | 71 | 74 | 79 | 75.8 |
| 雨量 (mm) | 48.8 | 69.1 | 197.8 | 115.4 | 388.7 | 452.3 | 362.7 | 210.0 | 291.4 | 33.5 | 18.9 | 182.0 | 2,370.6* |

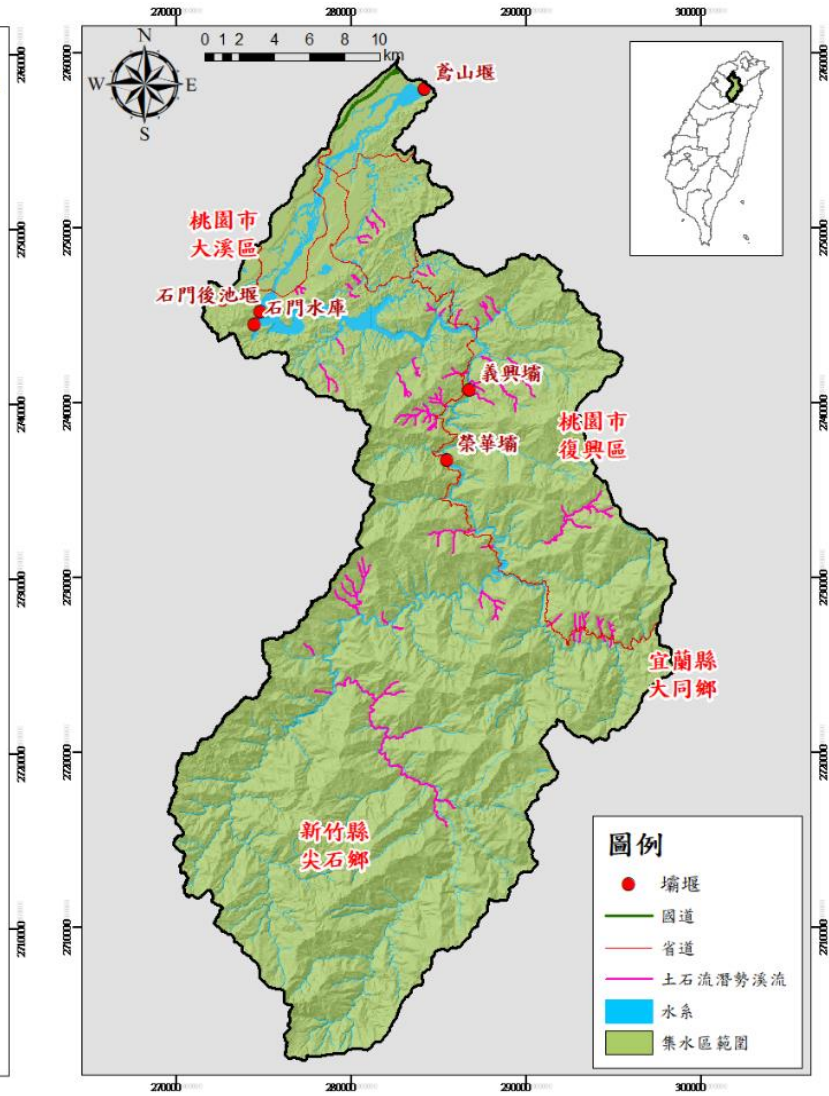
資料來源:1.交通部中央氣象局，108年12資料

2.*表年雨量



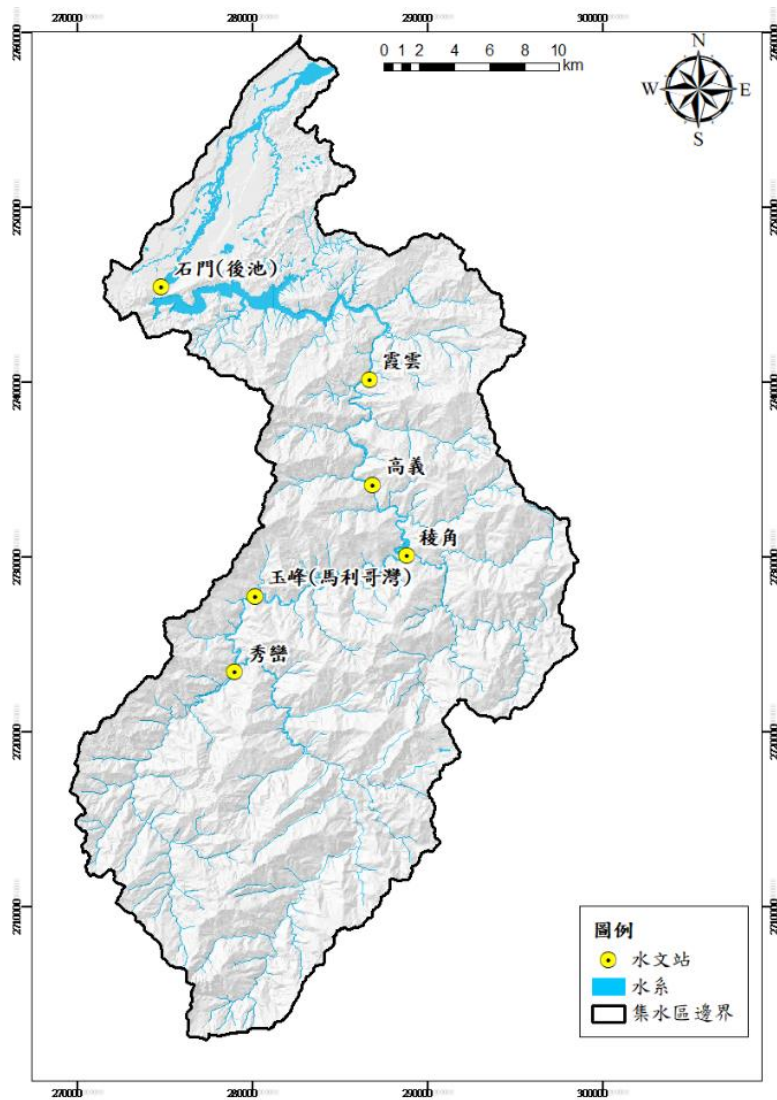
資料來源：本計畫彙整

圖2-12 計畫集水區溪流水系分布圖



資料來源：本計畫彙整

圖2-13 計畫集水區土石流潛勢溪流分布圖



資料來源：本計畫彙整

圖2-14 計畫集水區水文觀測站位置圖

表2-10 計畫集水區水文站概況表

| 站名 | 坐標(TM 97) | | 高程 (公尺) | 設站時間 | | 流域面積 (平方公里) | 傳輸系統 |
|----|-----------|---------|------------|------|---|----------------|----------|
| | X | Y | | 年 | 月 | | |
| 石門 | 274282 | 2744900 | 250 | 35 | 3 | 763.4 | 水庫水位專屬測站 |
| 霞雲 | 287017 | 2742636 | 246 | 46 | 1 | 622.8 | 無線電/GPRS |
| 高義 | 286197 | 2734317 | 438 | 46 | 1 | 542.03 | 無線電/GPRS |
| 玉峰 | 281002 | 2727467 | 684 | 45 | 8 | 335.29 | 無線電/GPRS |
| 秀巒 | 278742 | 2723233 | 827 | 45 | 8 | 115.93 | 無線電/GPRS |
| 稜角 | 288011 | 2730327 | 525 | 45 | 7 | 107.76 | 無線電/GPRS |

資料來源：民國 104 年經濟部水利署北區水資源局，「104 年度石門水庫上游集水區流量與含砂量量測及水文資料收錄作業」

表2-11 石門水庫近5年入庫流量表

單位：千噸

| 年份 | 1月 | 2月 | 3月 | 4月 | 5月 | 6月 | 7月 | 8月 | 9月 | 10月 | 11月 | 12月 | 合計 |
|-------|---------|--------|---------|---------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|--------|-----------|
| 104年 | 27,578 | 21,193 | 32,200 | 28,523 | 90,914 | 64,347 | 164,931 | 457,883 | 347,910 | 152,596 | 47,251 | 28,636 | 1,463,961 |
| 105年 | 105,648 | 93,277 | 180,495 | 110,711 | 80,367 | 152,580 | 165,480 | 72,751 | 455,517 | 206,907 | 70,623 | 45,764 | 1,740,120 |
| 106年 | 28,865 | 26,109 | 39,441 | 84,629 | 89,996 | 402,982 | 172,628 | 72,693 | 47,388 | 189,417 | 63,376 | 55,602 | 1,273,124 |
| 107年 | 97,161 | 78,966 | 52,729 | 29,237 | 29,837 | 68,513 | 173,132 | 105,556 | 183,271 | 109,326 | 43,981 | 25,435 | 997,145 |
| 108年 | 25,983 | 13,844 | 75,741 | 52,876 | 15,663 | 182,483 | 113,597 | 239,563 | 97,420 | 148,605 | 38,449 | 42,913 | 1,047,137 |
| 近5年平均 | 57,047 | 46,678 | 76,121 | 61,195 | 61,355 | 174,181 | 157,954 | 189,689 | 226,301 | 161,370 | 52,736 | 39,670 | 1,304,298 |
| 歷年平均 | 39,275 | 63,157 | 75,727 | 74,156 | 91,157 | 169,701 | 148,470 | 263,236 | 267,042 | 174,570 | 67,795 | 43,512 | 1,477,798 |

七、生態環境及特殊環境

(一)生態

魚類部分，上游石門水庫集水區以香魚、纓口臺鯪、臺灣間爬岩鯪、臺灣石魚賓、臺灣鬚鱨、粗首馬口鱨、明潭吻鰕虎及極樂吻鰕虎及雜交吳郭魚為歷年皆有記錄之魚種。下游鳶山堰集水區部分，以迴游性魚類白鰻及鰕虎為主，無發現保育類淡水魚。

蝦蟹螺貝類部分，上游石門水庫集水區以粗糙沼蝦、多齒新米蝦、拉氏清溪蟹及石田螺屬於廣泛出現種類。下游鳶山堰集水區部分，以台灣米蝦族群數較不普遍，除克氏原螯蝦為外來入侵種外，其他皆為溪流普遍常見物種。

藻類部分，上游石門水庫集水區除了矽藻-曲殼，另外異極藻屬、舟形藻屬和菱形藻屬物種更為豐富多樣。下游鳶山堰集水區部分，以綠藻類與矽藻類數量居多。

(二)特殊環境

法定保護區共包括國家公園、自然保留區、野生動物重要棲息環境、飲用水水質水量保護區等，其分別依據不同法令劃設，個別主管機關及面積整理如表 2-12，而集水區全區皆為自來水水質水量保護區。

表2-12 集水區內各目的事業主管機關管制區面積表

| 主管機關 | 分區 | 名稱 | 公告面積 (公頃) | 計畫範圍 內面積 (公頃) |
|------|----------------|---------------------|--------------|---------------------|
| 農委會 | 自然保留區 | 鴛鴦湖自然保留區 | 374 | 343 |
| | | 插天山自然保留區 | 7,759 | 2,798 |
| | 野生動物 重要棲息環境 | 棲蘭野生動物重要棲息環境 | 55,991 | 20,845 |
| 經濟部 | 自來水水質 水量保護區 | 石門水庫自來水水質水量保 護區 | 75,983 | 75,983 |
| 經濟部 | 自來水水質 水量保護區 | 板新給水廠自來水水質水量 保護區 | 8,500 | 8,500 |
| 環保署 | 飲用水水源 水質保護區 | 石門水庫飲用水水源水質保 護區 | 55,924 | 55,827 |
| 環保署 | 飲用水水源 水質保護區 | 飲用水取水口一定距離 | 446 | 446 |
| 內政部 | 國家公園 | 雪霸國家公園生態保護區 | 76,850 | 5,396 |

八、土砂概況

(一)崩塌概況

石門水庫(含榮華壩)集水區依地形可再細分成石門、霞雲、高義、三光、稜角、秀巒及玉峰等 7 個子集水區，如圖 2-15 所示。歷年航拍或衛星影像作業均會產製崩塌地範圍圖，可進行崩塌地歷年統計，依據歷次石門水庫集水區崩塌地航拍或衛星影像調查資料，各子集水區不同年度之崩塌地面積如表 2-13 與圖 2-16 所示，由石門水庫子集水區崩塌地面積，有逐年下降趨勢。

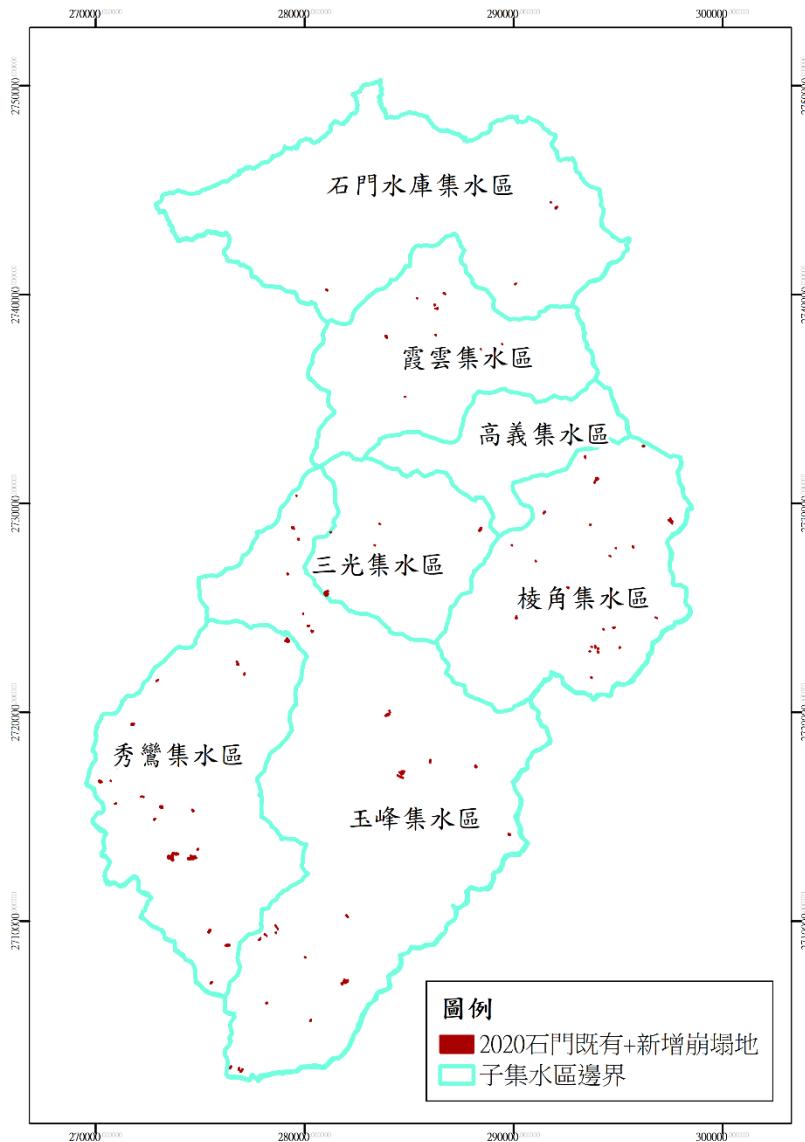
依據 105 年衛星影像判釋鳶山堰集水區(石門水庫後池堰至鳶山堰)崩塌地結果，該區內計有崩塌地 1 處，其位置分布如圖 2-17 所示。

曾經發生土石崩塌或有山崩或地滑發生條件之地區，及其周圍受山崩或地滑影響範圍，並經中央主管機關劃定者為山崩與地滑地質敏感區。將其區位與土石流潛勢溪流套疊在與崩塌區域比對，如圖 2-18 及圖 2-15 所示，因集水區內具較易破碎之地質(砂岩、頁岩)及地形陡峻、溪流湍急，地勢起伏落差大等條件，因此每遇颱風豪雨，易使集水區邊坡崩塌或土壤快速沖蝕，導致土砂運移形成淤積現象，山崩與地滑地質敏感區及土石流潛勢區，與崩塌區域有顯著關係。

表2-13 石門水庫各子集水區歷年崩塌地面積統計

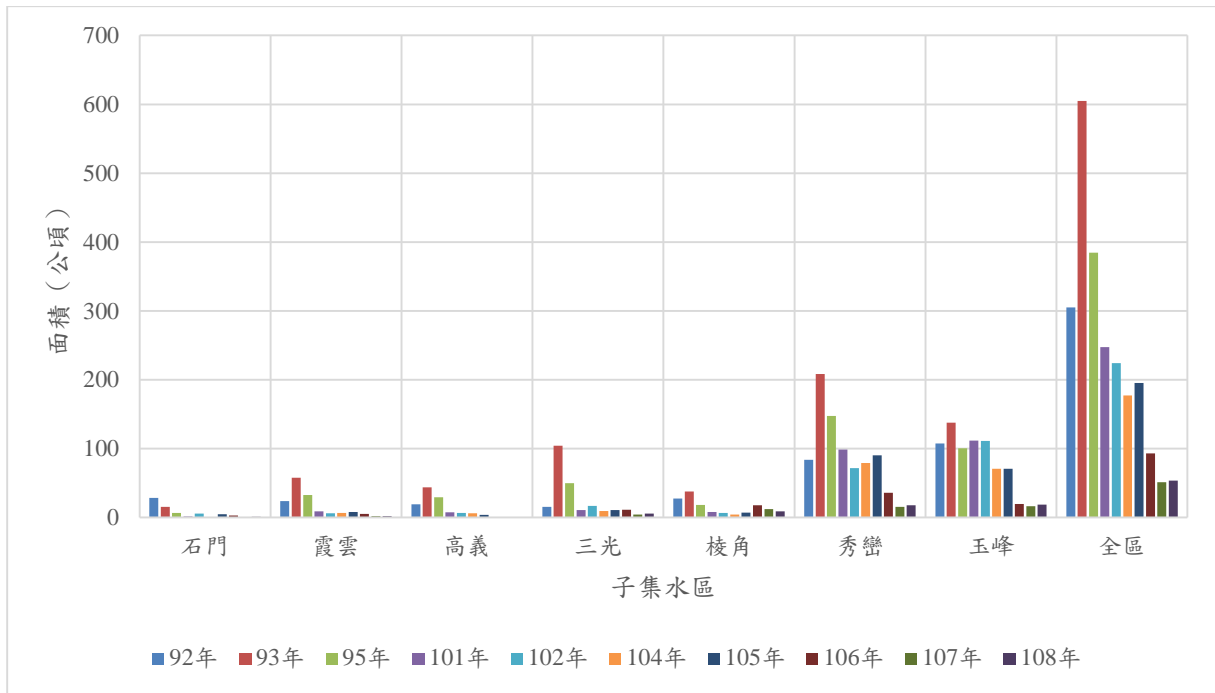
| 崩塌地面積(公頃) | 92年 | 93年 | 95年 | 101年 | 102年 | 104年 | 105年 | 106年 | 107年 | 108年 |
|-----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|
| 石門 | 28.29 | 15.62 | 6.54 | 1.54 | 5.54 | 0.71 | 4.94 | 3.05 | 0.7 | 0.9 |
| 霞雲 | 23.74 | 57.71 | 32.72 | 9 | 6.11 | 6.49 | 8.03 | 5.35 | 2.04 | 1.95 |
| 高義 | 18.97 | 43.96 | 29.32 | 7.56 | 6.73 | 6.2 | 3.82 | 0 | 0 | 0 |
| 三光 | 15.59 | 104.21 | 49.85 | 10.92 | 16.64 | 9.29 | 10.65 | 11.24 | 4.46 | 5.43 |
| 棱角 | 27.33 | 37.82 | 18.24 | 8.1 | 6.75 | 4.37 | 7.08 | 17.61 | 12.16 | 8.77 |
| 秀巒 | 83.98 | 208.13 | 147.48 | 98.52 | 71.48 | 79.23 | 90.27 | 35.96 | 15.2 | 17.85 |
| 玉峰 | 107.26 | 137.7 | 100.63 | 111.89 | 111.09 | 70.9 | 70.64 | 19.69 | 16.45 | 18.87 |
| 全區 | 305.16 | 605.15 | 384.78 | 247.53 | 224.34 | 177.19 | 195.43 | 92.9 | 51.01 | 53.77 |

資料來源：92~106年為彙整水保局資料，107~108為本計畫判釋彙整



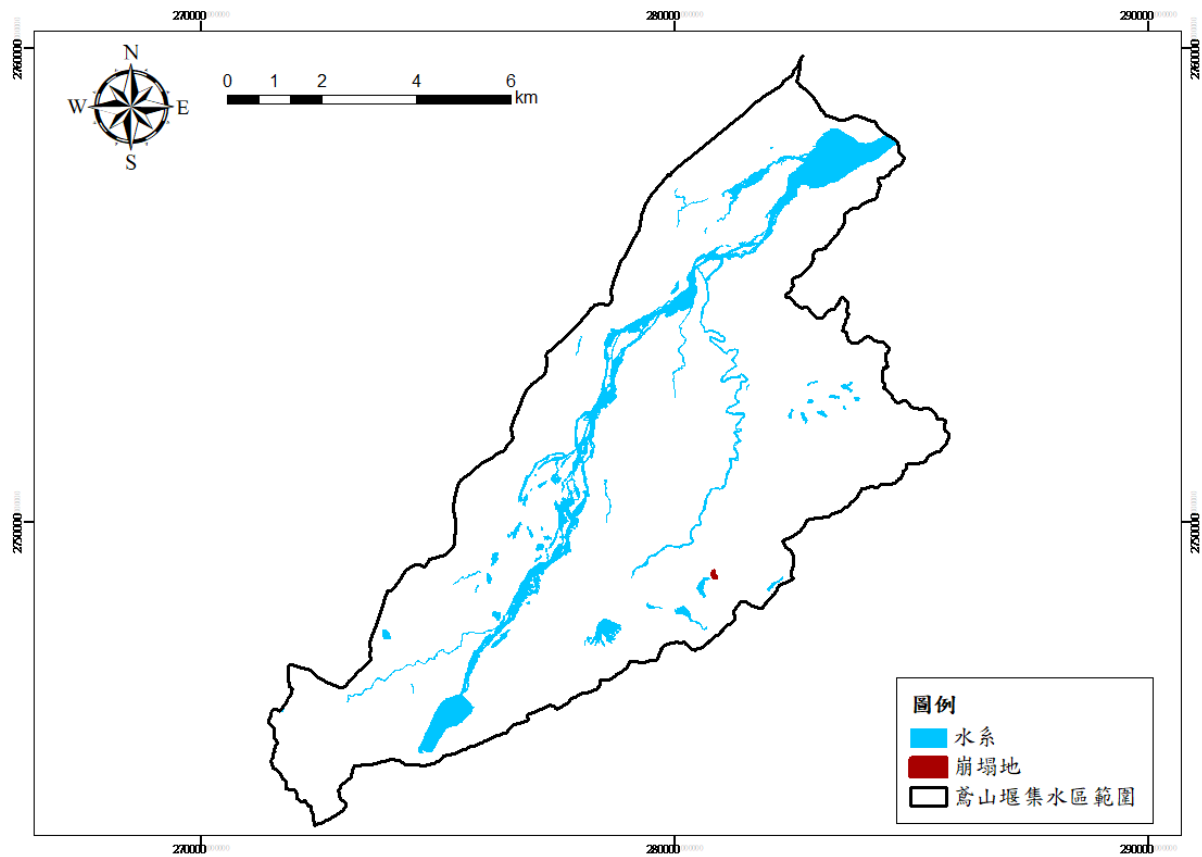
資料來源：本計畫分析繪製

圖2-15 石門水庫集水區崩塌地分布圖



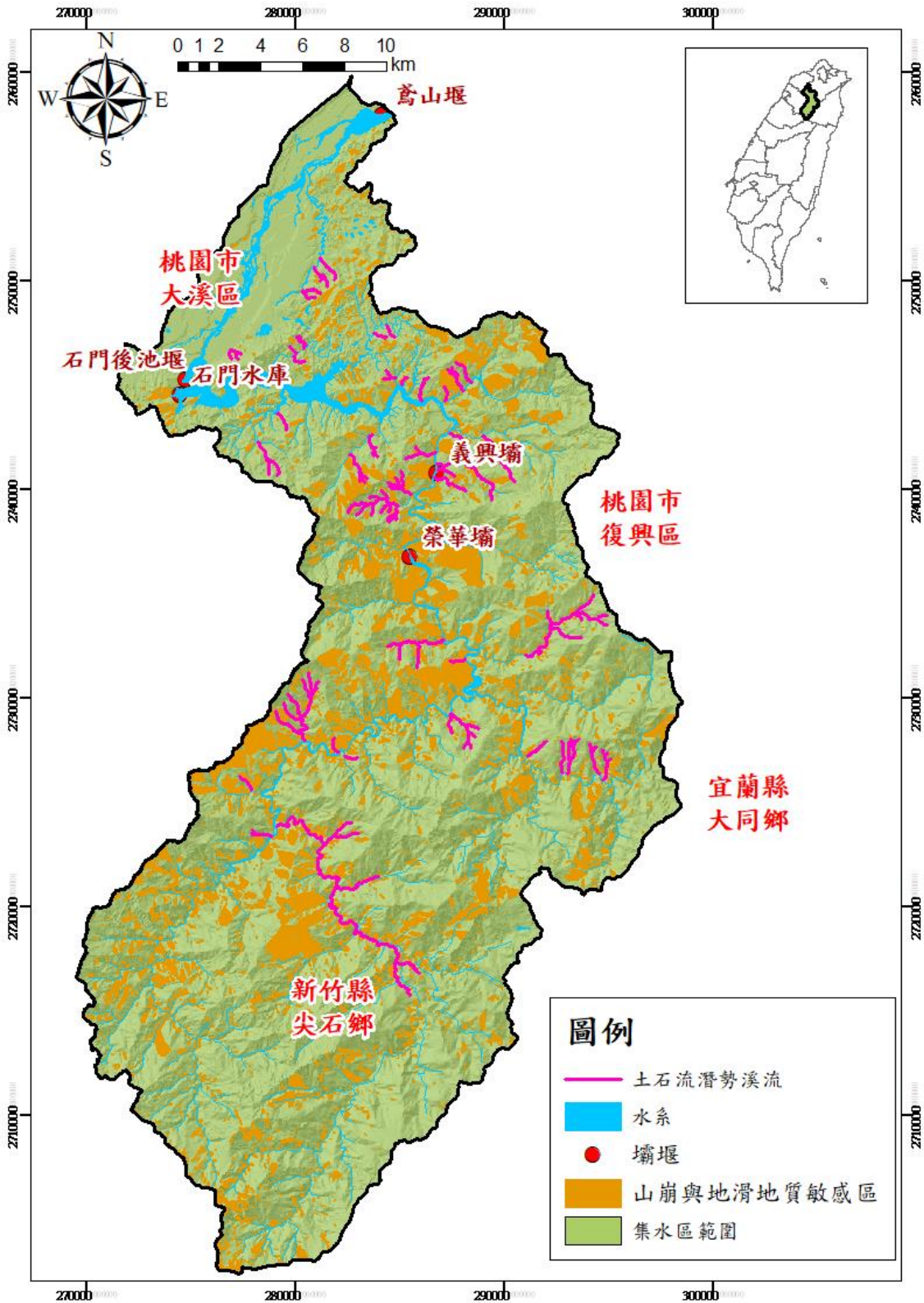
資料來源：本計畫繪製

圖2-16 石門水庫各子集水區歷年崩塌地面積統計圖



資料來源：本計畫彙整

圖2-17 鳶山堰集水區崩塌地分佈圖



資料來源：本計畫彙整

圖2-18 集水區內土石流潛勢溪及山崩與地滑地質敏感區圖

(二)水庫淤積概況

石門水庫設計總容量約 3 億 912 萬立方公尺、有效設計容量 (EL245M~EL195M)約 2 億 5,188 萬立方公尺、呆容量(EL195M 以下)約 5,724 萬立方公尺，自 52 年蓄水迄今，陸續遭遇多次嚴重颱風侵襲，尤以 52 年葛樂禮颱風、85 年賀伯颱風、93 年艾利颱風、96 柯羅莎颱風及 102 蘇力颱風等挾帶大量土砂造成水庫淤積驟增，經歷年水庫淤積測量成果統計截至 108 年 12 月水庫累積淤積量已達 1 億 618.9 萬立方公尺，約佔設計總容量 34.35%；剩餘有效庫容約為 2 億 293.1 萬立方公尺，約為設計總容量 65.65% (如表 2-14)。

表2-14 石門水庫近五年淤積量及累計年平均淤積量比較表

| 期別 | 起迄年月 | 間隔 | 呆容量 (EL195M 以下) (10 ³ M ³) | | 有效容量 (EL245M~EL195M) (10 ³ M ³) | | 合計 (10 ³ M ³) | | | 累計年平均淤積 (10 ³ M ³) (H) |
|------|---------------|------|---|-----------|--|-----------|---|-------------------|-------------|---|
| | | | 剩餘 (A) | 淤積 (B) | 剩餘 (C) | 淤積 (D) | 剩餘 (E)=(A)+(C) | 淤積 (F)=(B)+(D) | 累計淤積 (G) | |
| 1 | 103.02-104.02 | 1.0 | 5,695 | -779 | 202,563 | -285 | 208,259 | -1,064 | 100,861 | 1,940 |
| 2 | 104.02-105.03 | 1.0 | 5,585 | 111 | 199,124 | 3,439 | 204,709 | 3,549 | 104,411 | 1,970 |
| 3 | 105.03-106.11 | 1.7 | 5,469 | 116 | 196,521 | 2,603 | 201,990 | 2,719 | 107,130 | 1,960 |
| 4 | 106.11-107.06 | 0.6 | 5,714 | -246 | 196,165 | 356 | 201,880 | 110 | 107,240 | 1,941 |
| 5 | 107.06-107.10 | 0.3 | 5,748 | -33 | 197,405 | -1,239 | 203,152 | -1,273 | 105,968 | 1,907 |
| 6 | 107.10-108.12 | 1.2 | 6,029 | -281 | 196,902 | 503 | 202,931 | 222 | 106,189 | 1,870 |
| 歷年合計 | | 56.8 | | 51,211 | | 54,978 | | 106,189 | | |
| 容量損失 | | | 89.47% | | 21.83% | | 34.35% | | | |

附註:1 水庫設計總容量 309,120*103M³，有效設計容量 251,880*103M³，呆容量 57,240*103M³。

2. 累計年平均淤積量=歷年累計淤積量÷總間隔年。

3. 有效容量：指水庫總容量中，能調節提供有效使用水量之部分容量

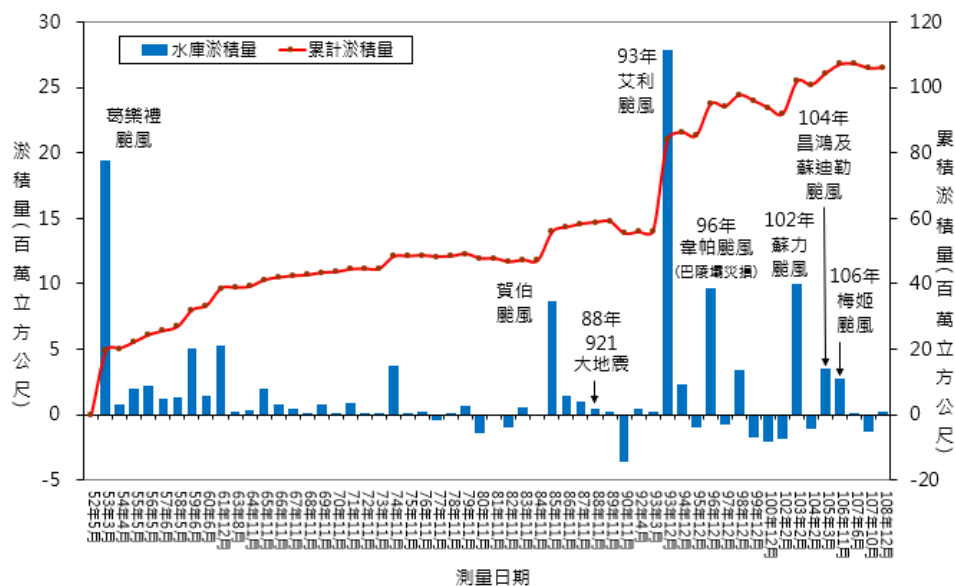


圖2-19 石門水庫庫區泥砂淤積量

鳶山堰水庫 73 年完工蓄水原設計庫容為 131 萬立方公尺，至 107 年庫容是 458.3 萬立方公尺(如表 2-15)，歷經 35 年庫容反而增加，主要係因由於河砂石挖採加諸石門水庫因砂影響，平時砂源枯竭。颱風時期石門水庫可由排砂隧道進行排砂，而中庄攔河堰完成後，鳶山堰可同時開啟排砂閘門進行同步排渾、排砂、洩洪，以清除淤積之底泥，因此未來將持續觀測以掌握鳶山堰淤積變化。

表2-15 鳶山堰水庫淤積測量資料表

| | |
|----------------|-------|
| 完工時間(年) | 73 |
| 完工時總容量(萬立方公尺) | 131 |
| 最近施測時間(年) | 107 |
| 最近施測總容量(萬立方公尺) | 458.3 |
| 淤積量(萬立方公尺) | - |
| 淤積率(%) | - |

(三)近年災害及處理情形

表 2-16 彙整近年石門水庫集水區內災害發生時間，表 2-17 彙整近年於集水區內辦理之治理工程。

表2-16 石門水庫集水區歷年災害影響列表

| 編號 | 事件名稱 (年/月) | 受災地點 | 災情概述 |
|------------------|-----------------|---------------------------------|------|
| 1 | 101年6月 泰利颱風 | 新竹縣尖石鄉玉峰村竹60-1線11k+900m處 | 土石崩塌 |
| 2 | 101年7月 蘇拉颱風 | 新竹縣尖石鄉玉峰村9鄰往抬耀道路約8k處 | 土石崩塌 |
| | | 新竹縣尖石鄉玉峰村竹61-1 8k-9k | 土石崩塌 |
| | | 桃園市復興區台七線17K | 土石崩塌 |
| | | 桃園市復興區澤仁里(水源地萊爾富台七線往羅浮方向200公尺處) | 土石崩塌 |
| | | 桃園市復興區三民里(台七乙) | 土石崩塌 |
| | | 桃園市復興區長興里(桃118線44.6K新柑坪) | 土石崩塌 |
| | | 桃園市復興區卡普4鄰(桃115縣道) | 土石崩塌 |
| | | 桃園市復興區義盛里(卡普道路) | 土石崩塌 |
| | | 桃園市復興區三光里(桃113線0K+750處) | 土石崩塌 |
| | | 桃園市復興區高義里(下蘇樂道路及蘇樂2鄰道路坍方) | 土石崩塌 |
| | | 桃園市復興區高義里(內奎輝部落) | 土石崩塌 |
| | | 桃園市復興區鄉道桃115(2k+400公尺)往小烏來方向 | 土石崩塌 |
| | | 桃園市復興區三光里鐵立庫部落 | 土石崩塌 |
| 桃園市復興區台七線19.5公里處 | 土石崩塌 | | |
| 3 | 102年8月 潭美颱風 | 桃園市復興區台七線33公里處 | 道路受損 |
| | | 桃園市復興區台7線約34公里處(榮華大壩)-道路坍方 | 道路受損 |
| | | 桃園市復興區台七線49.9k處 | 道路受損 |
| 4 | 102年10月 菲特颱風 | 新竹縣尖石鄉玉峰村石磊聯絡道路7K | 土石崩塌 |
| | | 新竹縣尖石鄉秀巒村竹60線33K | 土石崩塌 |
| 5 | 102年9月 天兔颱風 | 新竹縣尖石鄉玉峰村竹60-1線道路6k處 | 土石崩塌 |
| 6 | 104年7月 昌鴻颱風 | 竹60線30.8K | 土石流 |
| | | 竹60線29.8K | 土石流 |
| | | 桃園市復興區羅馬公路46.4K | 土石崩塌 |
| 7 | 104年8月 蘇迪勒颱風 | 桃園市復興區羅浮里1鄰13號 | 土石崩塌 |
| | | 桃園市復興區霞雲里 | 土石崩塌 |
| | | 桃園市復興區澤仁里 | 土石崩塌 |
| 8 | 104年9月 杜鵑颱風 | 桃園市復興區台七線 49K+700 處 | 土石崩塌 |
| 9 | 105年9月 梅姬颱風 | 桃園市復興區高義里(內奎輝部落) | 土石崩塌 |
| | | 桃園市復興區台七線 51K+500~520 處 | 道路受損 |
| 10 | 106年4月 豪雨 | 桃園市復興區台七線 32K+400 處 | 土石崩塌 |
| | | 桃園市復興區台七線 23K+400 及 49K+800 處 | 土石崩塌 |
| 11 | 106年7月 尼莎颱風 | 桃園市復興區台七線 49K+700~800 處 | 土石崩塌 |

資料來源：本計畫彙整

表2-17 石門水庫集水區歷年災害處理情形列表

| 項次 | 年份 | 工程名稱 | 經費(元) |
|----|-----|---------------------------|------------|
| 1 | 102 | 102 年度大漢溪復華段及爺亨段右側護岸治理工程 | 8,661,871 |
| 2 | 102 | 102 年度大漢溪巴陵壩下游河道治理工程 | 13,632,078 |
| 3 | 102 | 102 年度玉峰橋下游左側護岸緊急搶修工程 | 17,697,731 |
| 4 | 102 | 102 年度興漢橋下游邊坡緊急治理工程 | 4,258,000 |
| 5 | 103 | 103 年度大漢溪復華段河道治理工程 | 14,933,750 |
| 6 | 103 | 103 年度湳仔溝溪上游護岸修復工程 | 2,403,200 |
| 7 | 103 | 103 年度白石溪秀巒段護岸修復工程 | 12,791,853 |
| 8 | 103 | 103 年度大漢溪砂崙仔壩上游側護岸修復工程 | 6,601,587 |
| 9 | 103 | 103 年度湳仔溝溪百吉地區步道欄杆改善工程 | 2,735,018 |
| 10 | 104 | 104 年度三光溪興漢橋上游河道保育治理工程 | 8,989,299 |
| 11 | 104 | 104 年度大漢溪下蘇樂地區河道保育治理工程 | 7,276,501 |
| 12 | 104 | 104 年度大漢溪玉峰橋下游右岸保育治理工程 | 5,858,520 |
| 13 | 104 | 104 年度大漢溪巴陵橋下游河道治理工程 | 9,056,863 |
| 14 | 104 | 104 年度大漢溪砂崙仔部落下方河道治理工程 | 9,667,608 |
| 15 | 104 | 104 年度大漢溪砂崙仔壩下游保育治理工程 | 22,917,216 |
| 16 | 105 | 105 年度湳仔溝溪百吉段護岸修復工程 | 4,070,906 |
| 17 | 105 | 105 年度三光溪興漢橋下游崩塌地治理工程 | 12,908,151 |
| 18 | 106 | 106 年度大漢溪爺亨部落下方河道治理工程 | 13,375,202 |
| 19 | 106 | 106 年度大漢溪巴陵橋下游河道治理工程 | 17,219,243 |
| 20 | 107 | 107 年度大漢溪三光里周邊護岸處理工程 | 6,000,000 |
| 21 | 107 | 107 年度大漢溪玉峰橋下游右岸保育治理工程 | 5,600,000 |
| 22 | 108 | 108 年度大漢溪砂崙仔壩下游保育治理 2 期工程 | 2,663,000 |
| 23 | 108 | 108 年度湳仔溝溪保育及護岸修復工程 | 345,000 |

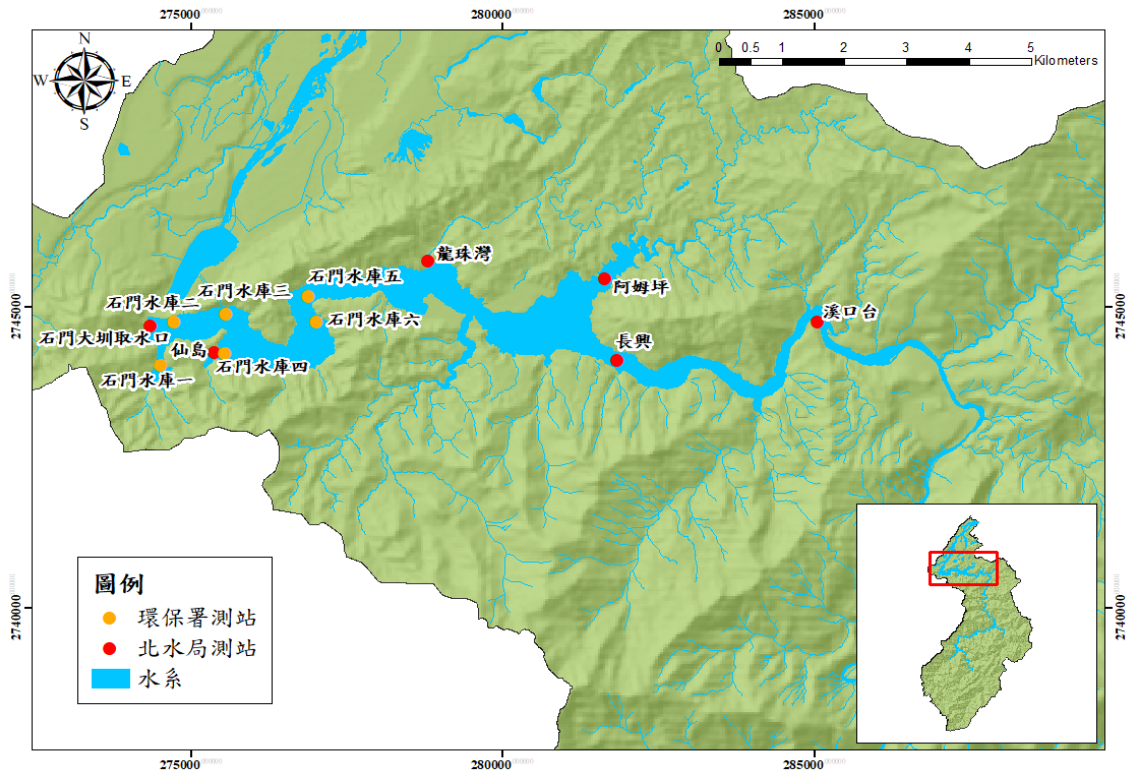
資料來源：經濟部水利署北區水資源局

九、水質歷年變化趨勢與現況

為了解石門水庫及其集水區上游水質狀況，行政院環境保護署及北水局亦針對石門水庫及上游集水區辦理水質監測，針對石門水庫及其上游集水區主流水域設置例行性的人工水質監測站，測站詳如圖 2-20。

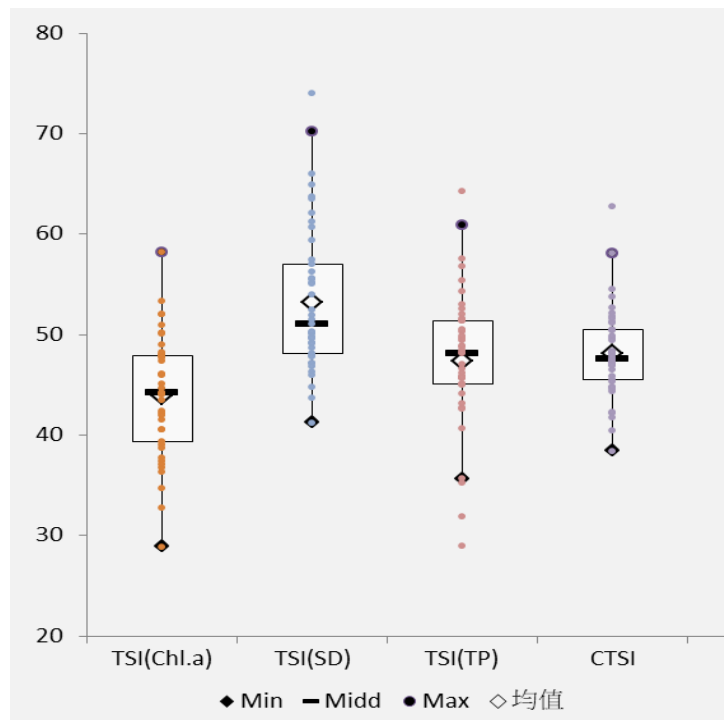
石門水庫在豐水期期間受降雨影響，集水區土壤受雨水沖刷進入水體，導致水體懸浮固體量略微上升，庫區透明度下降，另土壤顆粒表層易吸附有無機磷鹽類，隨土壤進入水體造成總磷含量升高。夏季水溫升高且日照充足，水體中藻類增長較快，水體葉綠素 a 因而增加，並造成水體透明度降低。利用水體葉綠素 a 含量、總磷濃度及透明度等三種項目計算石門水庫水體卡爾森優養化指標 (CTSI) 如圖 2-21 所示，其中卡爾森葉綠素 a 指標，指標達優養程度為 19.4%；卡爾森透明度指標達優養程度之為 61.1%；至於卡爾森總磷指標部分達優養化程度為 27.8%，顯示近年來石門水庫 CTSI 指標呈現優養化，可能因

素為透明度偏低。近年石門水庫 CTSI 等級多屬於普養至優養等級，如圖 2-22。



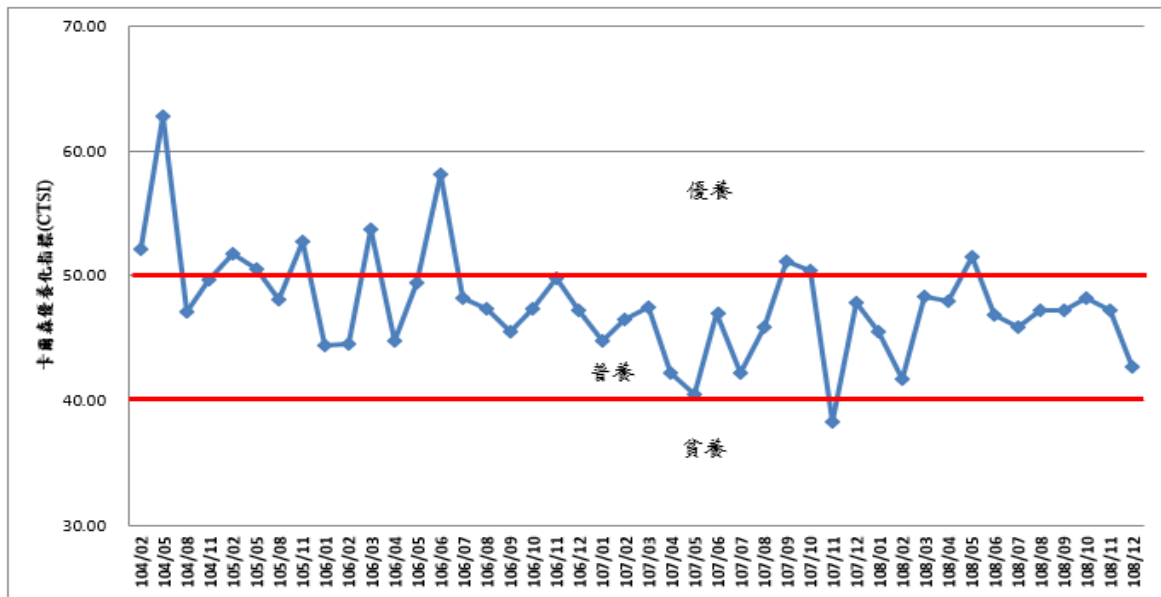
資料來源：本計畫繪製

圖2-20 石門水庫水質監測站位置圖



資料來源：行政院環保署全國水質監測資訊網，計畫彙整

圖2-21 石門水庫卡爾森指數(CTSI)分析圖



資料來源：行政院環保署全國水質監測資訊網，計畫彙整

圖2-22 石門水庫水質卡爾森指數趨勢圖

水利署設置中庄攔河堰，並利用鳶山堰上游大漢溪左岸舊河道開挖中庄調整池，引水入庫作為石門水庫排砂期間之備援水源，以解決鳶山堰受水源濁度抬升而影響供水之問題。於中庄攔河堰取水口及中庄調整池出水口各設置一處水質監測站，以監測水質濁度，位置詳如圖 2-23，中庄堰懸浮固體介於 3.3~78mg/L，中庄調整池懸浮固體介於 1.2~57.6mg/L，監測結果如圖 2-24。



資料來源：本計畫彙整

圖2-23 中庄堰及中庄調整池水質監測站位置圖

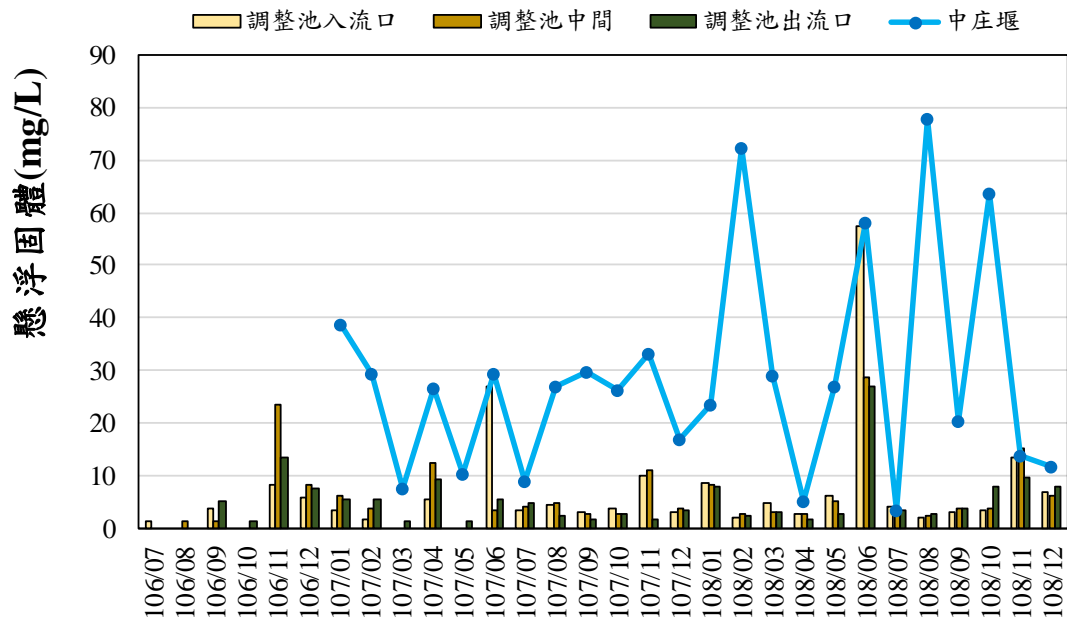
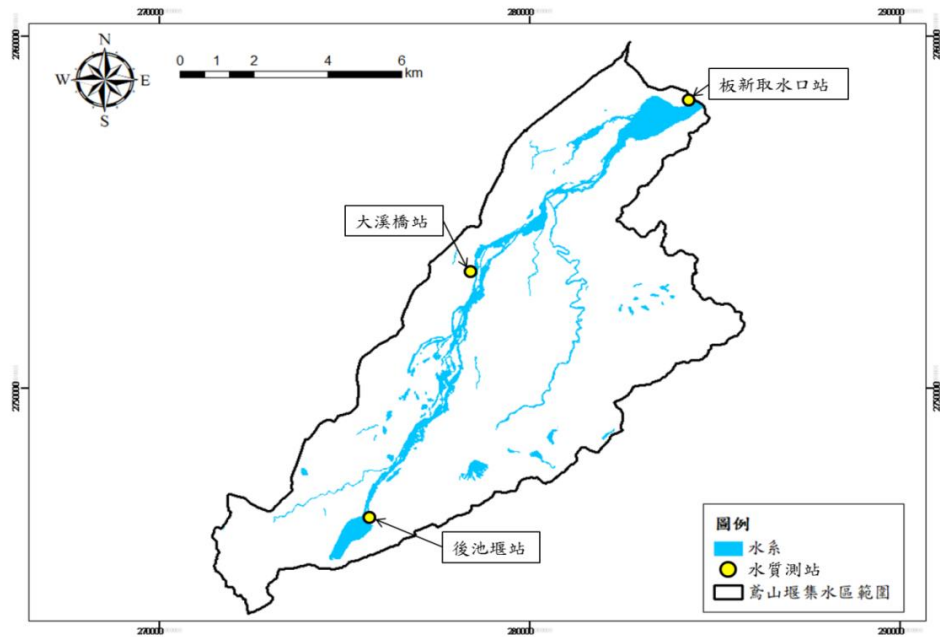


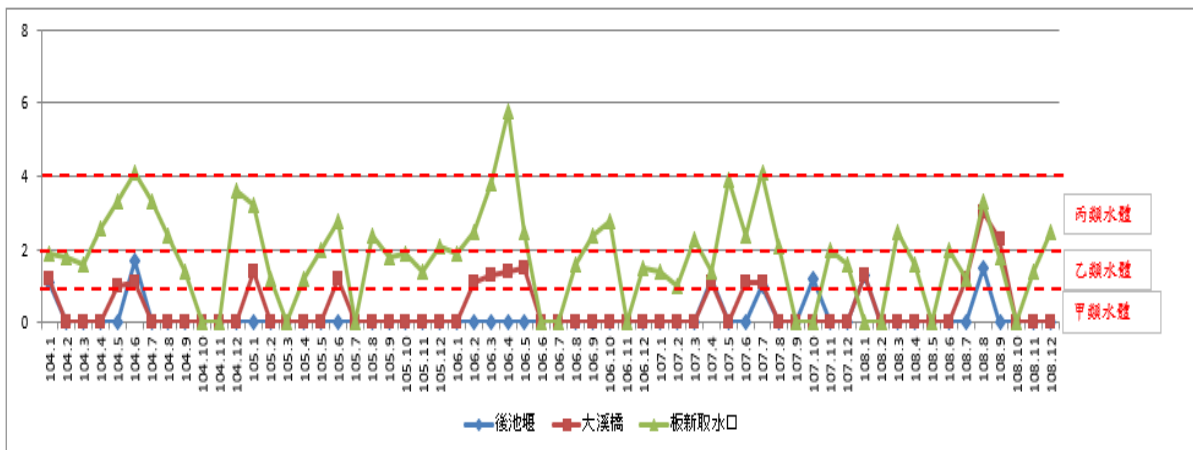
圖2-24 中庄堰及中庄調整池懸浮固體監測結果

鳶山堰水質方面，根據環保署全國環境水質監測資訊網資料庫，鳶山堰水庫庫區上游至後池堰間有 3 個地面水體水質監測站(圖 2-25)，依水污染防治法公告陸域地面水體分級標準，石門水庫後池堰至板新水給水廠取水口區域公告為乙類水體標準。分析 104 年至 108 年各測站生化需氧量、化學需氧量、懸浮固體、氨氮及總磷之歷年水質趨勢圖，詳圖 2-26 至圖 2-30，後池堰測站因受污染源較少，在生化需氧量及氨氮方面均符合乙類水體水質標準，懸浮固體及總磷也有 8 成以上符合標準。大溪橋測站部分氨氮方面均符合乙類水體水質標準，生化需氧量有少次未達標準，懸浮固體及總磷有近 6 成以上符合標準，多為雨季期間未達乙類標準，主要因土壤中含有磷酸鹽成份，大量土砂沖入河川中，磷酸鹽融入水中，使之懸浮固體偏高時，總磷亦會升高。板新取水口測站懸浮固體及氨氮有 8 成以上符合乙類水體標準，而生化需氧量及總磷不及 6 成，因沿岸部分生活及觀光污水尚未納管處理，為提高鳶山堰取水口取水安全，總磷應為主要削減污染項目。其中化學需氧量(COD)又往往作為衡量水中有機物質含量多少的指標，若化學需氧量太大，會造成水中溶解氧降低，導致水中需要氧氣較多的生物的死亡，使厭氧菌泛濫生長，活水將變為死水，其值越大，說明水體污染程度越嚴重。一般工業廢水或含生物不易分解物質之廢水，常以化學需氧量表示其污染程度。由圖 2-30 可知，鳶山堰上游之化學需氧量均符合飲用水水源水質標準 25mg/L 以下。



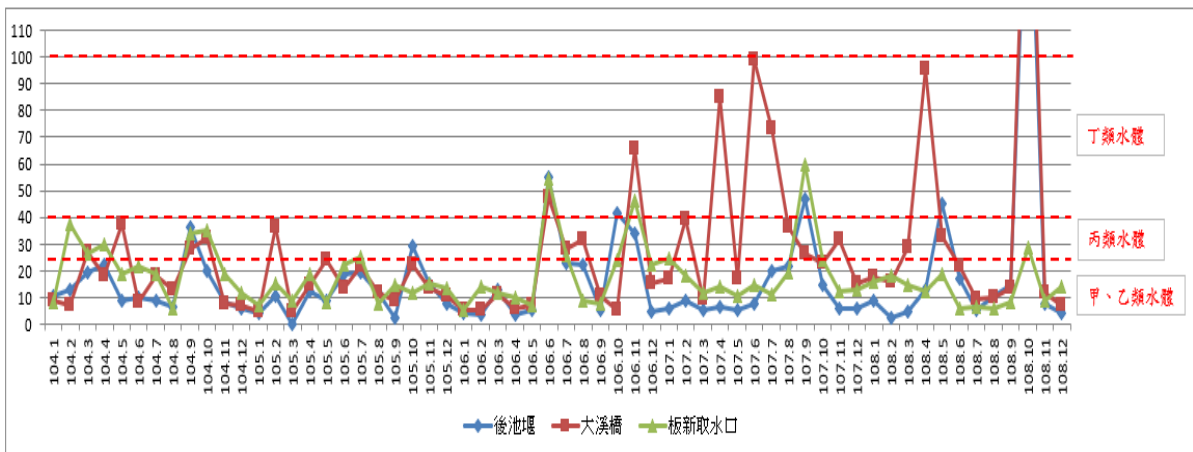
資料來源：本計畫彙整

圖2-25 鳶山堰上游環保署水質測站分佈圖



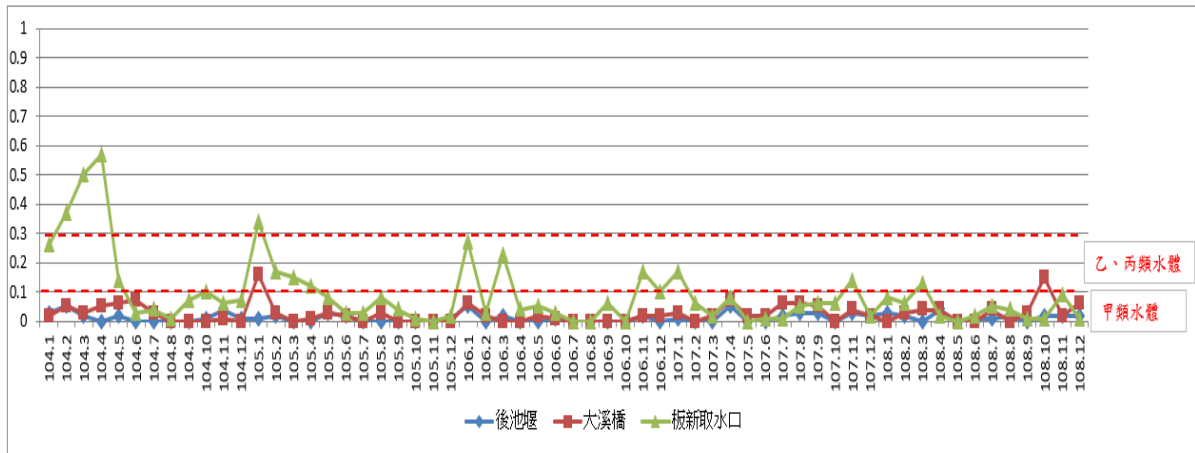
資料來源：行政院環保署全國水質監測資訊網，計畫彙整

圖2-26 鳶山堰上游環保署生化需氧量趨勢圖



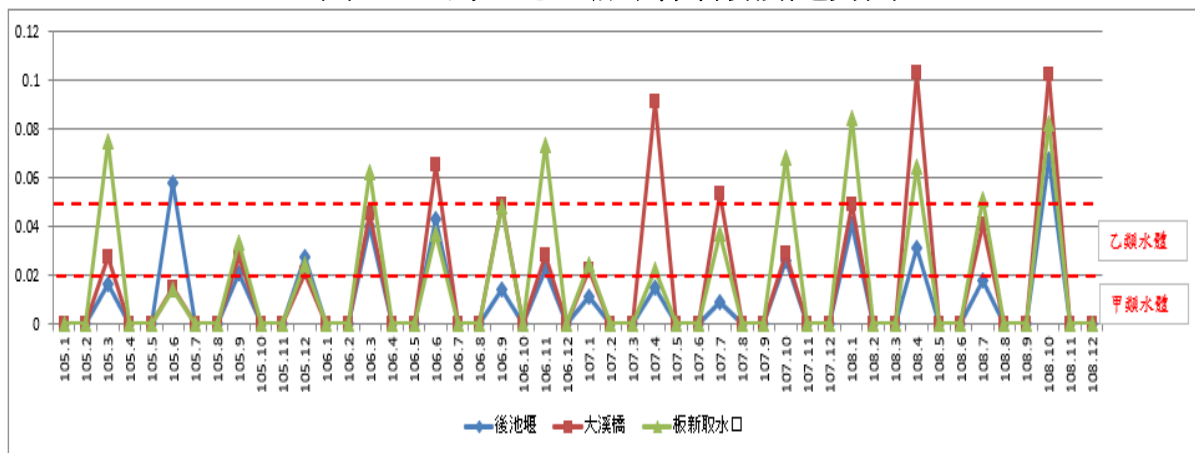
資料來源：行政院環保署全國水質監測資訊網，計畫彙整

圖2-27 鳶山堰上游環保署懸浮固體趨勢圖



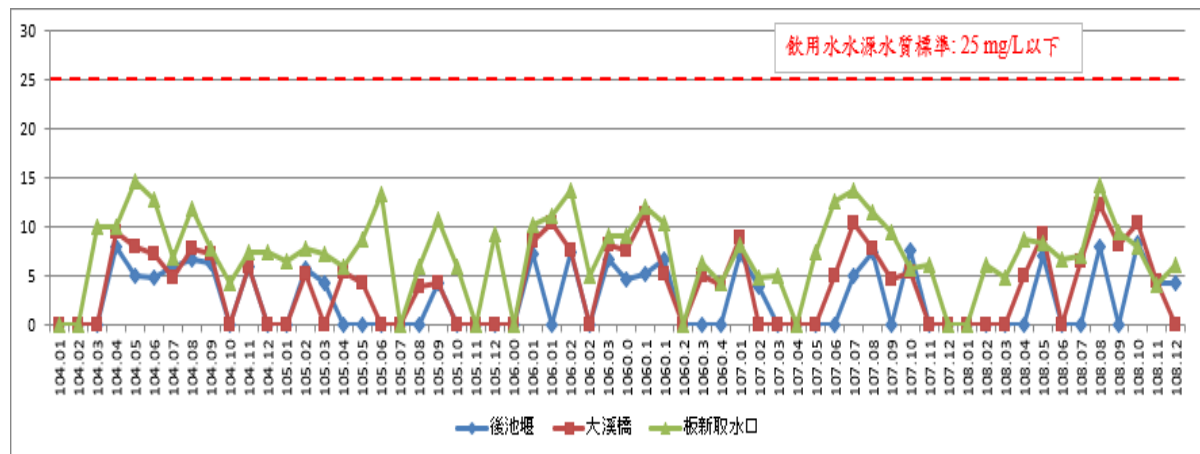
資料來源：行政院環保署全國水質監測資訊網，計畫彙整

圖2-28 鳶山堰上游環保署氨氮趨勢圖



資料來源：行政院環保署全國水質監測資訊網，計畫彙整

圖2-29 鳶山堰上游環保署總磷趨勢圖



資料來源：行政院環保署全國水質監測資訊網，計畫彙整

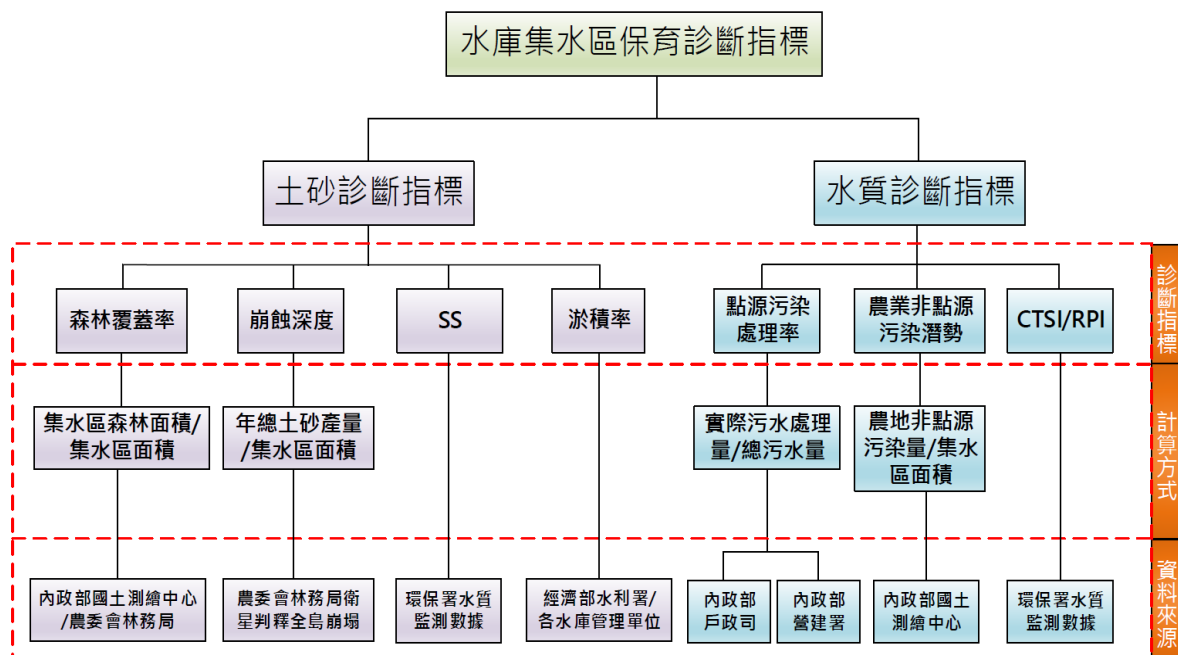
圖2-30 鳶山堰上游環保署化學需氧量趨勢圖

第三章、集水區土砂、水質環境分析

健康的水庫集水區，係指遭大型降雨事件或人類開發之影響下，仍可持續且穩定的發揮其供水、防洪、灌溉等正常功能。水庫集水區因其組成特性，無法僅依據單類指標來完整反映其狀況，而需依照其具體條件及治理目標，來選擇適當的指標已評估其健康狀況及擬定治理方案。美國環保署在 1977 年即開始建立一組集水區指標(index of watershed indicator, IWI)用以評估各集水區的健康狀況。爾後，美國環保署再納入水生態環境與水環境景觀等條件指標，提出新的健康集水區(Healthy Watershed Program)概念為整體管理目標。根據其研究成果顯示，一個健康的集水區可減少水處理廠的設置成本，也可以減少淹水或其他災害所造成的財產與公共建設損失，健康的集水區甚至還可以帶來觀光效益等價值(水利署，2017)。

陳樹群等(2011)指出由集水區健檢指標，可用於協助擬定適當治理措施，而每一目標應有其目的性，再依據其目的性衍生多樣診斷指標，各項診斷指標除了需具代表性外，也需有其相互之關聯性，若水庫集水區之治理目標為土砂保育，需要利用一組土砂保育健康診斷指標來評估集水區土砂狀況，其指標量測值可與其目標值相互比較差異，以評估集水區土砂環境是否已有效改善(何幸娟等，2015)。

依據多年經營水庫集水區管理與治理策略可得知，台灣水庫集水區因特殊的降雨條件及嚴峻的地形特徵與開發行為，因此集水區崩塌所產生的泥砂與淤積問題是國內水庫管理單位面對最為棘手之議題，而且目前水庫集水區所遭遇的問題除了泥砂之外，仍有水質劣化與藻毒問題，因此水源健康診斷指標至少包含土砂保育健康診斷及水質改善健康診斷的兩大面向(如圖 3-1)。本計畫為整體了解集水區土砂生產環境之狀況，著重於建立淤積率、崩蝕深度、森林覆蓋率及含砂濃度(或濁度)等指標，檢查石門水庫集水區環境變異。依據經濟部水利署執行的「全國水庫集水區水源保護總體檢計畫」中所採用的土砂、水質環境健檢項目如表 3-1、表 3-2 所示，說明如下：



資料來源：經濟部水利署「108-109 年度水庫集水區保育治理重大計畫成效評估」(2/2)，109

圖3-1 健檢項目指標圖

表3-1 集水區土砂健康指標之定義

| 指標 | 淤積率 | 崩蝕深度 | 森林覆蓋率 | SS |
|------|----------------------------------|---|--|---------------------------------|
| 目的 | 評估水庫淤積情況之數據 | 評估集水區年土砂流失情形 | 評估集水區森林所佔之比例 | 評估集水區表土流失情形 |
| 計算方式 | 淤積率=(設計總庫容量-最近實測庫容量)/設計總庫容量 | 崩蝕深度=崩塌面積/集水區面積 | 森林覆蓋率(%)=森林覆蓋面積/集水區面積 | 利用河川之含砂濃度來評估集水區之表土流失 |
| 資料來源 | 水庫集水區淤積數據資料 | 崩塌面積估算 | 衛星影像、土地利用圖 | 含砂濃度監測資料 |
| 可能問題 | 1.集水區土砂量增加 2.森林覆蓋減少 3.坡地開發 | 1.集水區土地退化 2.土砂災害增多 3.水庫淤積 | 1.植生減少 2.生態物種減少 3.環境退化 4.地表裸露增多 | 1.集水區表土退化 2.下游水庫泥砂淤積 |
| 可能原因 | 1.林地砍伐 2.坡地開發 3.土砂崩落多 | 1.坡地開發 2.氣候因素影響(降雨或地震) 3.道路水土保持問題 | 1.林地砍伐 2.坡地開發 3.森林大火 4.林木病蟲害 | 1.集水區細顆粒土砂崩落多 2.集水區不當之人為土地利用 |

資料來源：經濟部水利署「108-109 年度水庫集水區保育治理重大計畫成效評估」(2/2)，109

表3-2 集水區水質健康指標之定義

| 指標 | CTSI / RPI | 點源污染處理率 | 農業非點源污染潛勢 |
|------|---|---------------------------------------|------------------------------------|
| 目的 | 評估集水區水質之優劣 | 評估集水區因生活、工廠、觀光及畜牧等所產生的未處理廢水 | 評估集水區因農業行為產生污染貢獻量 |
| 計算方式 | 1.利用 CTSI 來評估水庫水體水質 2.利用 RPI 來評估河川水體水質 | 1.利用計畫區內污水接管率表示 2.分散式聚落處理設施表示 | 1.採用農業所佔面積的百分比，以及單位面積的施肥量來研判 |
| 資料來源 | 水質監測資料 | 1.污水接管率統計資料 2.污水處理設施資料 | 1.土地利用圖農業面積 2.單位面積農業生產負荷量 |
| 可能問題 | 1.水質濁度增高 2.下游水庫優養化 | 1.人類行為產生污染源影響水庫河川水質 | 1.農業行為產生污染導致水庫河川水質變異 |
| 可能原因 | 1.過量營養物質進入水體 2.大量降雨表土沖刷，致使懸浮固體提升 | 1.生活、工廠、觀光及畜牧產生廢水未經處理進入水體，導致水中重金屬含量上升 | 1.農業行為產生之污染源進入水庫河川，導致水中總磷、總氮等污染量增加 |

資料來源：經濟部水利署「108-109 年度水庫集水區保育治理重大計畫成效評估」(2/2)，109

3.1 集水區土砂健康指標

1、淤積率

(1)定義

淤積率為表示水庫淤積情況之數據，並且可由水庫淤積的速率來判斷集水區之產砂量增減、水庫使用壽命的長短，與逕流率指標有相似的作用且具有較完整與長期的監測資料庫可供進行診斷，因此以淤積率替代逕流率。由於水庫淤積率與崩蝕深度、含砂濃度及森林覆蓋率息息相關，因此可以採用歷年水庫淤積率的變化情形，來研判淤積的速率，並據此來研判上游集水區水土保持工作執行之良窳並檢討相關的執行策略是否須修正或強化，因此淤積率是水庫集水區內泥砂問題的綜合指標，若淤積率呈現逐年上升的趨勢，則應檢討集水區內之崩蝕深度、森林覆蓋率及水體泥砂濃度，以了解其真正的問題。

計算淤積率時，需先了解其設計總庫容量，並依據現有的有效庫容量調查，得知兩者之間的差異即為現有之淤積量，並計算其佔設計庫容量之百分比，即為水庫現今的淤積率，計算公式如下：

$$\text{淤積率}(\%) = \frac{(\text{設計總庫容量} - \text{最近實測庫容量})}{\text{設計總庫容量}} \times 100\% \quad (\text{式 3-1})$$

(2) 資料現況

本計畫以經濟部水利署北區水資源局所提供的最新淤積數據做計算，判斷目前集水區內的淤積程度，石門水庫設計總容量為309,120(千立方公尺)，108年12月測得水庫有效庫容為202,931(千立方公尺)，可得淤積率為34.35%。由圖3-2中數據可以得知石門水庫近年來之淤積率大約達32-34%，屬於高度危害水庫，如此說明水庫上游集水區曾發生大規模崩塌，且大量的土砂被帶往水庫，因此造成石門水庫的淤積嚴重而影響其使用年限。

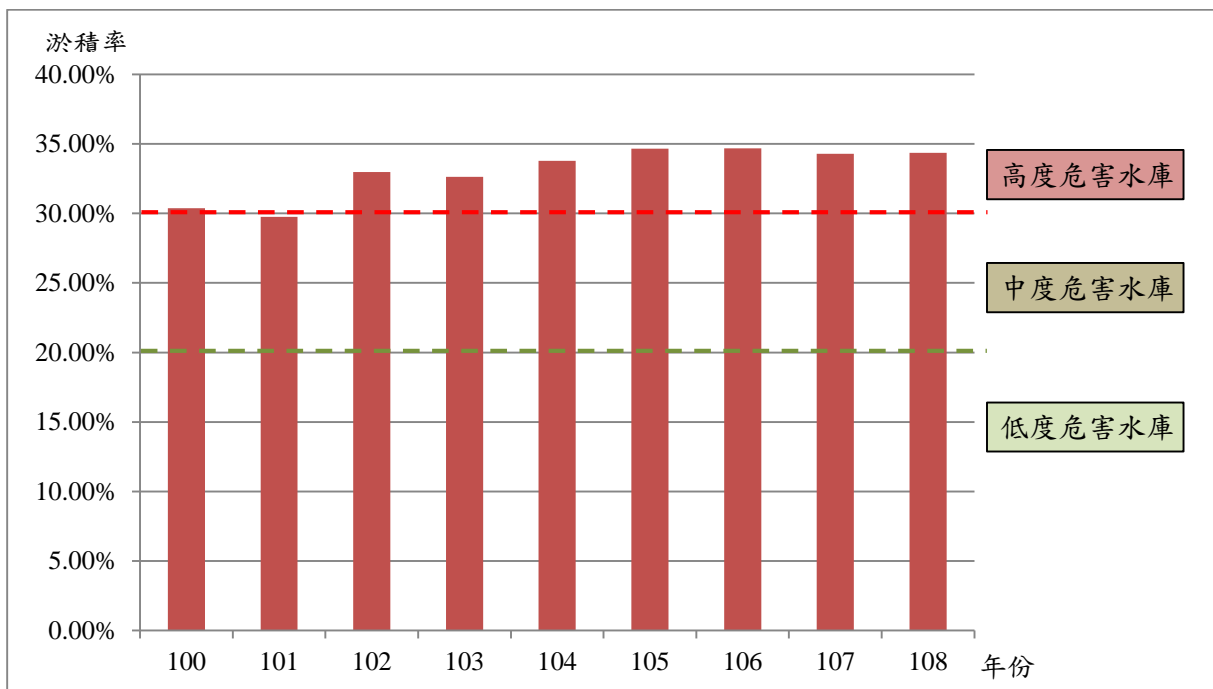


圖3-2 石門水庫淤積率變化趨勢

2、崩蝕深度

(1) 定義

崩蝕深度用以評估集水區年土砂流失之情況，主要可反應出集水區土地退化、土砂災害增多、水庫淤積等土砂問題；若崩蝕深度越高則代表集水區每年土砂生產量越多，集水區內之土砂流失問題嚴重；反之崩蝕深度越低則表示集水區內土砂產量越少，集水區較無土砂流失情況。崩塌面積所採用地文資料中各水庫集水區之崩塌地面積，係以衛星影像判釋所得，可精確瞭解集水區崩塌地變化。

崩蝕深度高的水庫集水區，則水中泥砂濃度相對而言便會較高，且水庫淤積速率亦會上升，縮短水庫使用壽命，因此利用崩蝕深度歷年的變化便可以研判水庫集水區之山坡地或河岸之水土保持是否得

宜，一旦崩蝕深度有上昇的趨勢，表示集水區內之山坡地呈現不穩定之狀態，雖然有可能尚未致災，但可以據此提供一預警的機制，提早進行治理以防範大型災害的發生，同時對於崩蝕深度上升的水庫，亦應加強土地利用的管理，避免土地的再開發而導致更大的崩蝕深度發生。

(2)資料現況

崩塌面積採用地文資料中水庫集水區崩塌地面積，以衛星影像判釋而得，可精準了解集水區崩塌地變化。以 93 年艾利颱風前後及 108 年衛星影像判釋(圖 3-3)，另蒐集台灣本島各主要水庫集水區之 106 年崩蝕深度，將石門水庫集水區之崩蝕深度與其他水庫集水區進行比較(表 3-3)，發現石門水庫集水區相較本島其他水庫，其崩蝕深度是較低的(僅有 0.26cm)，108 年石門水庫崩蝕深度經過計算為 0.113cm，近年對集水區所做的治理工程過後，有效改善崩蝕面積。

93 年艾利颱風前，集水區既有崩塌面積共計 295.8 公頃，艾利颱風後產生 600.6 公頃新生崩塌地，94 年馬莎颱風產生 114.5 公頃的崩塌地，總崩塌面積達 997.4 公頃，95 年底整治計畫開始後，當年復育面積達到 17.4 公頃，使總崩塌面積微幅下降至 980.0 公頃，復育率為 3.1%，整治計畫開始後五年，崩塌地復育率達到 80%，至 109 年底為止的持續整治與自然復育下，崩塌地復育率已達 96.3%，顯示大部分之崩塌復育情況相當良好，詳圖 3-4 與表 3-4 所示。

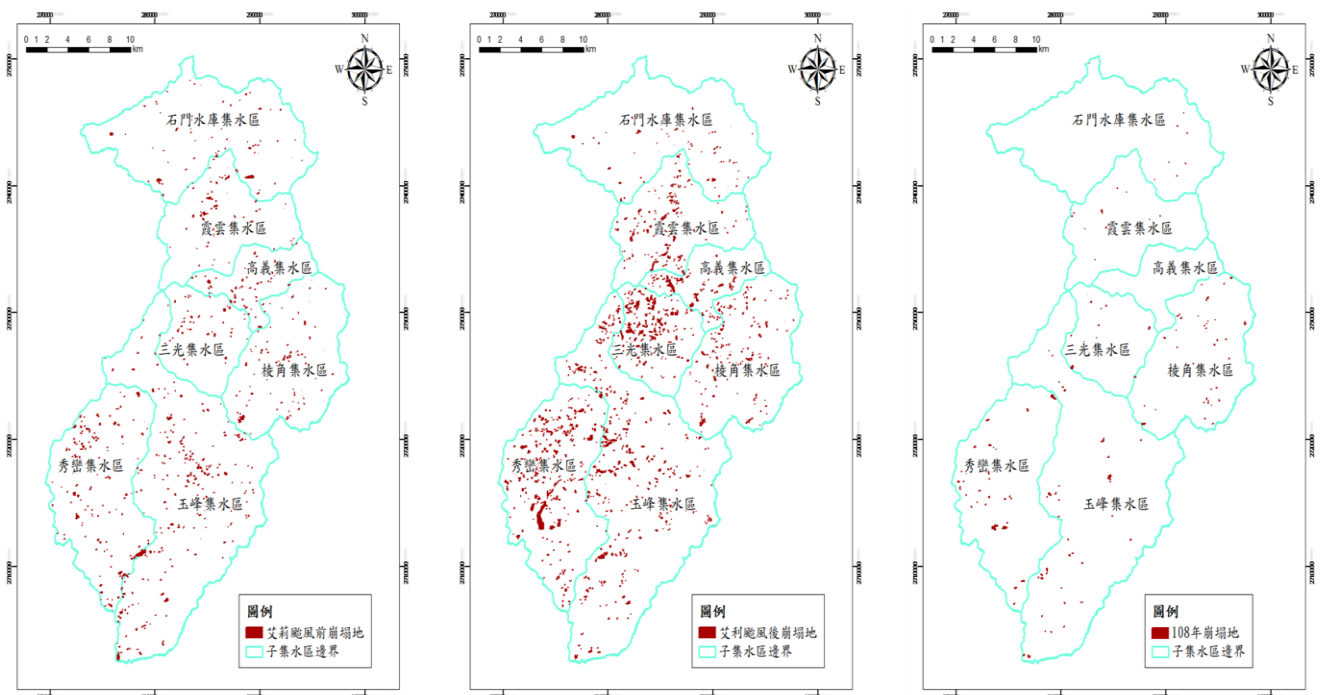


圖3-3 石門水庫集水區歷年崩塌位置

表3-3 全台水庫集水區平均崩蝕深度排列表

| 排名 | 水庫堰壩名稱 | 106 年平均崩蝕深度 (cm) | 排名 | 水庫堰壩名稱 | 106 年平均崩蝕深度 (cm) |
|----|--------|------------------|----|--------|------------------|
| 1 | 劍潭水庫 | 0.00 | 35 | 牡丹水庫 | 0.23 |
| 2 | 頭社水庫 | 0.00 | 36 | 隆恩堰 | 0.26 |
| 3 | 中正湖水庫 | 0.00 | 37 | 石門水庫 | 0.26 |
| 4 | 內埔子水庫 | 0.00 | 38 | 直潭壩 | 0.27 |
| 5 | 虎頭埤 | 0.00 | 39 | 大埔水庫 | 0.28 |
| 6 | 鹿寮溪水庫 | 0.00 | 40 | 桂山壩 | 0.40 |
| 7 | 德元埤 | 0.00 | 41 | 阿玉壩 | 0.75 |
| 8 | 龍鑿潭水庫 | 0.00 | 42 | 羅好壩 | 0.98 |
| 9 | 鹽水埤 | 0.00 | 43 | 青山壩 | 1.46 |
| 10 | 觀音湖水庫 | 0.00 | 44 | 榮華壩 | 1.51 |
| 11 | 日月潭水庫 | 0.00 | 45 | 烏山頭水庫 | 1.80 |
| 12 | 永和山水庫 | 0.00 | 46 | 白河水庫 | 1.83 |
| 13 | 明德水庫 | 0.00 | 47 | 馬鞍壩 | 1.94 |
| 14 | 西勢水庫 | 0.00 | 48 | 曾文水庫 | 2.17 |
| 15 | 青潭堰 | 0.00 | 49 | 水簾壩 | 2.56 |
| 16 | 寶山水庫 | 0.00 | 50 | 德基水庫 | 4.18 |
| 17 | 寶山第二水庫 | 0.00 | 51 | 南溪壩 | 4.37 |
| 18 | 酬勤水庫 | 0.00 | 52 | 桶頭堰 | 4.80 |
| 19 | 仁義潭水庫 | 0.00 | 53 | 阿公店水庫 | 5.02 |
| 20 | 新山水庫 | 0.00 | 54 | 士林攔河堰 | 5.42 |
| 21 | 鳳山水庫 | 0.00 | 55 | 南化水庫 | 5.82 |
| 22 | 澄清湖水庫 | 0.00 | 56 | 霧社水庫 | 5.93 |
| 23 | 鏡面水庫 | 0.00 | 57 | 龍溪壩 | 6.84 |
| 24 | 蘭潭水庫 | 0.00 | 58 | 谷關水庫 | 6.95 |
| 25 | 鯉魚潭水庫 | 0.00 | 59 | 羅東攔河堰 | 6.97 |
| 26 | 鳶山堰 | 0.02 | 60 | 集集攔河堰 | 8.41 |
| 27 | 翡翠水庫 | 0.03 | 61 | 天輪壩 | 8.82 |
| 28 | 明湖下池水庫 | 0.03 | 62 | 玉峰堰 | 9.16 |
| 29 | 明潭下池水庫 | 0.04 | 63 | 甲仙攔河堰 | 10.94 |
| 30 | 湖山水庫 | 0.06 | 64 | 木瓜壩 | 11.80 |
| 31 | 石岡壩 | 0.10 | 65 | 高屏溪攔河堰 | 12.03 |
| 32 | 尖山埤 | 0.15 | 66 | 武界壩 | 13.42 |
| 33 | 銃櫃壩 | 0.20 | 67 | 溪畔壩 | 14.68 |
| 34 | 粗坑壩 | 0.23 | | | |

資料來源：經濟部水利署「108-109 年度水庫集水區保育治理重大計畫成效評估」(2/2)，109

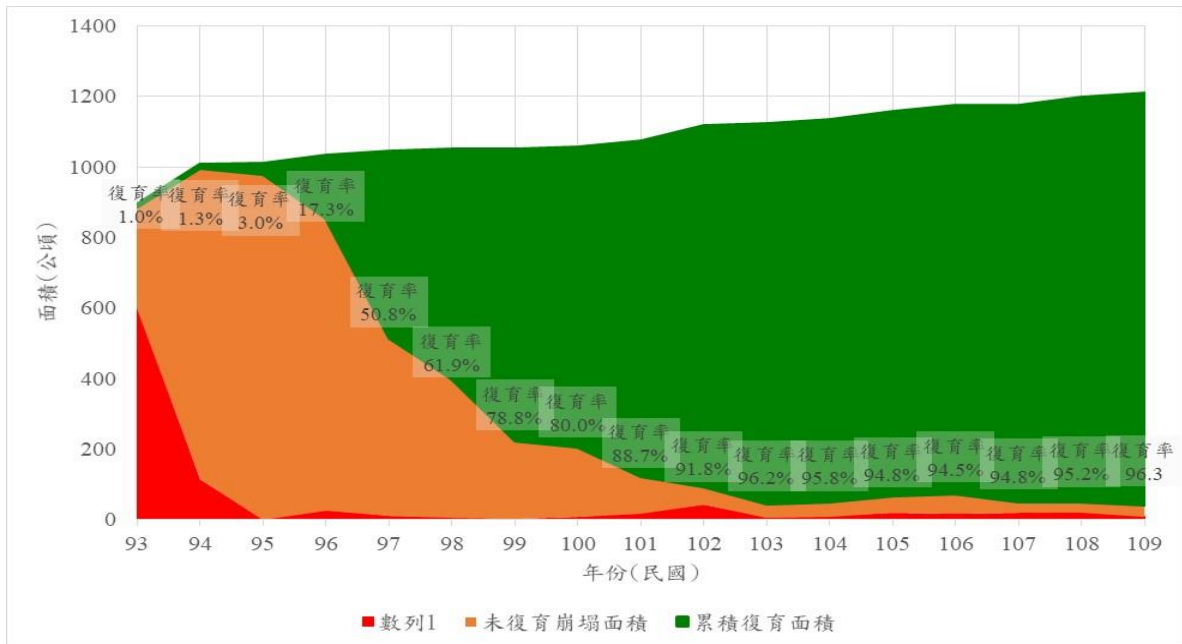


圖3-4 石門水庫集水區歷年崩塌復育率統計

表3-4 石門水庫集水區 92-109 年崩塌復育統計

| 民國年 | 新崩塌面積(公頃) ¹ | 未復育崩塌面積(公頃) ² | 年度總崩塌面積(公頃) ³ | 累積總崩塌面積(公頃) ⁴ | 崩壞比(%) ⁵ | 復育崩塌面積(公頃) ⁶ | 累積復育面積(公頃) ⁷ | 復育率(%) ⁸ |
|-----|------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------|
| 92 | - | 295 | 107 | 295 | 0.1 | - | - | - |
| 93 | 600 | 286 | 886 | 895 | 1.2 | 9 | 9 | 1.0% |
| 94 | 114 | 882 | 996 | 1009 | 1.3 | 4 | 13 | 1.3% |
| 95 | 0 | 980 | 980 | 1009 | 1.3 | 17 | 30 | 3.0% |
| 96 | 26 | 830 | 856 | 1035 | 1.1 | 149 | 179 | 17.3% |
| 97 | 10 | 504 | 514 | 1045 | 0.7 | 352 | 531 | 50.8% |
| 98 | 5 | 395 | 400 | 1050 | 0.5 | 119 | 650 | 61.9% |
| 99 | 1 | 222 | 223 | 1051 | 0.3 | 178 | 828 | 78.8% |
| 100 | 7 | 200 | 207 | 1058 | 0.3 | 22 | 850 | 80.3% |
| 101 | 17 | 105 | 122 | 1075 | 0.2 | 103 | 953 | 88.7% |
| 102 | 42 | 50 | 92 | 1117 | 0.1 | 72 | 1025 | 91.8% |
| 103 | 5 | 39 | 44 | 1122 | 0.1 | 54 | 1079 | 96.2% |
| 104 | 9 | 42 | 51 | 1131 | 0.1 | 5 | 1084 | 95.8% |
| 105 | 19 | 48 | 67 | 1150 | 0.1 | 6 | 1090 | 94.8% |
| 106 | 16 | 56 | 72 | 1166 | 0.1 | 12 | 1102 | 94.5% |
| 107 | 18 | 33 | 51 | 1184 | 0.1 | 21 | 1123 | 94.8% |
| 108 | 20 | 31 | 51 | 1204 | 0.1 | 23 | 1146 | 95.2% |
| 109 | 9 | 32 | 41 | 1213 | 0.1 | 23 | 1169 | 96.3% |

1 新增崩塌面積係利用衛星影像進行崩場地判釋，所計算出新增崩場地總和(包含舊崩場地擴大，需面積大於 0.01 公頃才會視為有效崩塌)。

2 為上一年度崩塌仍未復育之崩場地面積總和。

3 為該年度新增崩場地面積與未復育崩場地面積之總和。

4 為累加各年度總崩塌面積之總和。

5 崩壞比為年度總崩塌面積除以集水區面積之結果，可了解崩場地佔探討區域之比例及影響程度。

6 如同新增崩塌面積，係透過衛星影像進行判釋，計算出新增崩場地之總和(包含舊復育地擴大，需面積大於 0.01 公頃才會視為有效復育)。

7 為累加各年度復育地面積之總和。

8 復育率為累積復育面積除以累積總崩塌面積之結果，可了解復育程度。

3、森林覆蓋率

(1)定義

森林覆蓋率之計算不包含農地及草地，方能代表森林覆蓋面積之變化。森林覆蓋率與崩蝕深度之變化可相互分析，詳表 3-5。森林覆蓋率成效佳，可以有效抑制坡面的沖蝕，減少水中泥砂的濃度。

表3-5 森林覆蓋率與崩蝕深度之相互分析

| 相互關係分析 | 崩蝕深度減少 | 崩蝕深度無變化 | 崩蝕深度增加 |
|----------|---------|---------|--------------|
| 森林覆蓋率減少 | 應加強土地管制 | 應加強土地管制 | 應加強土地管制及水土保持 |
| 森林覆蓋率無變化 | 維持生態環境 | 應加強造林植栽 | 應加強土地管制 |
| 森林覆蓋率提高 | 維持生態環境 | 應加強水土保持 | 應加強水土保持 |

$$\text{森林覆蓋率}(\%) = \frac{\text{森林覆蓋面積}}{\text{集水區面積}} \times 100\% \quad (\text{式3-3})$$

(2)資料現況

依據北水局「石門水庫集水區地理資訊系統圖資更新及維護計畫(106)」，分析民國 95 年、97 年、99 年、100 年、102 年、104 年及 106 年之集水區土地利用情形，可以得知不同年份之森林覆蓋情形如表 3-6，由歷年森林覆蓋率變化情形可以得知，於民國 100 年以前因「石門水庫及其集水區整治計畫」正在執行，因此森林覆蓋率較低，然自 100 年整治之後，森林覆蓋率逐漸達由 90%。

表3-6 石門水庫集水區歷年之森林覆蓋情形

| 內容 | 95 年 | 97 年 | 99 年 | 100 年 | 102 年 | 104 年 | 106 年 |
|-----|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 闊葉林 | 44,964.18 | 44,507.54 | 45,958.96 | 46,625.90 | 45,776.33 | 46,445.54 | 45,326.08 |
| 針葉林 | 17,844.68 | 18,070.81 | 17,031.13 | 16,613.56 | 18,213.42 | 17,982.15 | 18,535.77 |
| 竹林 | 8,888.88 | 8,809.00 | 9,345.86 | 9,156.18 | 8,751.95 | 8,574.14 | 8,812.40 |
| 灌木林 | 1,116.92 | 1,479.03 | 1,421.50 | 1,433.32 | 908.934 | 850.976 | 892.565 |
| 合計 | 72,814.66 | 72,866.38 | 73,757.44 | 73,828.96 | 73,650.63 | 73,852.81 | 73,566.82 |
| 總面積 | 81,665.52 | 81,667.27 | 81,667.27 | 81,667.48 | 81,667.30 | 81,668.25 | 81,667.34 |
| 比例 | 89.16% | 89.22% | 90.31% | 90.40% | 90.18% | 90.43% | 90.08% |

資料來源：石門水庫集水區地理資訊系統圖資更新及維護計畫(106)

單位：公頃

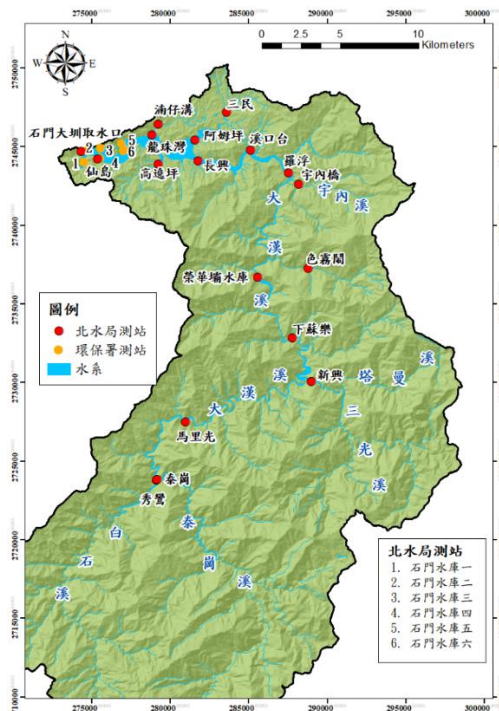
4、SS

(1)定義

水中含砂濃度反映上游集水區砂源之豐寡，即集水區之沖蝕程度，該數值的高低除了可以反映出水庫的淤積速率快慢之外，亦可能會提高水中懸浮固體（SS）濃度，並降低水中透明度，進而影響水質之CTSI或RPI；再者，一旦崩蝕深度上升，則水中含砂濃度亦可能隨之上升，如果未明顯上升，則表示崩塌之泥砂淤積於河道中或尚停留在上游集水區內，爾後可能隨著降雨而往水庫輸送，因此亦可以提供河道清淤或防範泥砂流入水庫的預警作用。

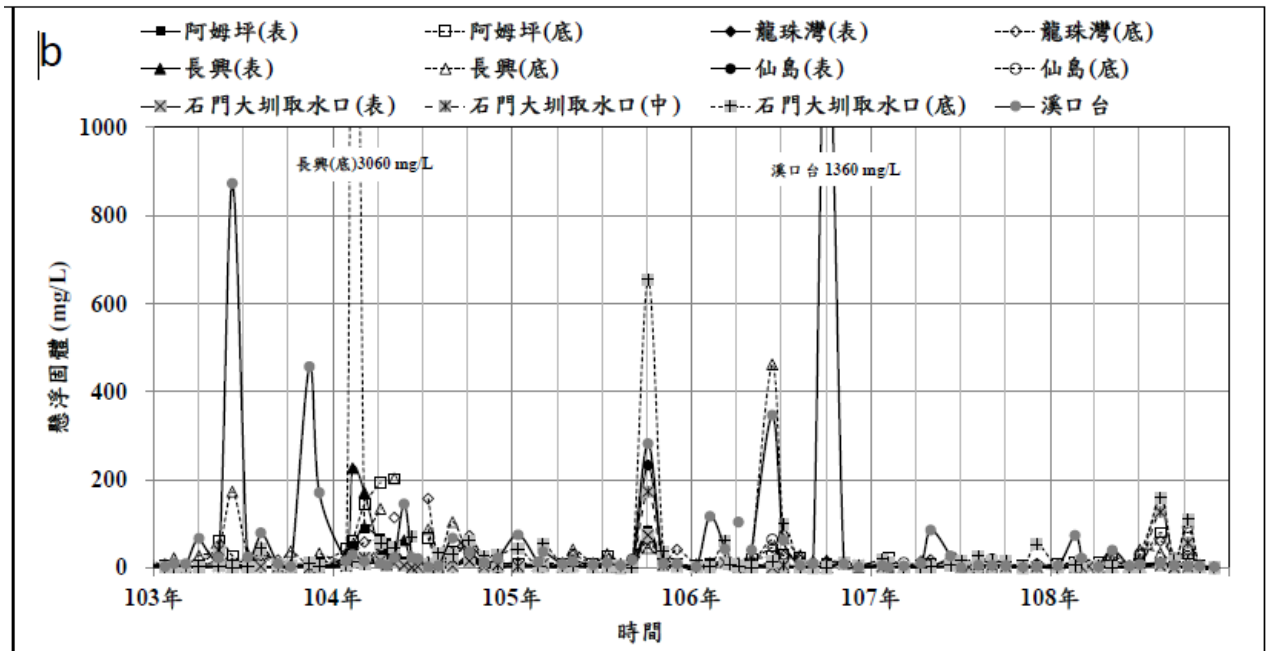
(2)資料現況

圖 3-5 為石門水庫集水區水質測站分布圖，圖 3-6 為石門水庫自民國 103-108 年間之水中懸浮固體變化趨勢，由於水庫上游集水區因強降雨及土地使用不當而產生崩塌地，於大量降雨過後裸露土砂隨著地表逕流流入庫區，造成懸浮固體量超出甲類地面水體基準值比例較高，此多為短暫且未持續之偶發事件，待氣候和緩後，隨著降雨停止、水量穩定，水體懸浮固體量即隨之下降。近年來然隨著整治工程的完成，水中含砂濃度已獲得控制，僅有在幾次強降雨時，上游發生小規模之崩塌或河道淤積的泥砂往下游輸送，而造成短暫的含砂濃度提高，但近年來均不曾再遇過石門水庫因水中濁度過高而影響供水的情事發生。



資料來源：本計畫繪製

圖3-5 石門水庫集水區水質測站分布圖



資料來源：108 及 109 年度石門水庫與羅東堰水質監測與水域生態環境調查研究(1/2) ，2019

圖3-6 石門水庫水中 SS 變化趨勢

3.2 集水區水質健康指標

1、CTSI

(1)定義

環保署對於水庫水質的監測指標以卡爾森指數 Carlson trophic state index (後稱 CTSI)來表示，CTSI 係由水中透明度(SD)、葉綠素 a(Chl-a) 及總磷濃度(TP)計算而得，用以判斷水庫水質優養程度，一旦水中含砂量上升，則水中透明度會下降，且附著於土壤顆粒表面之吸附磷會一併進入水體，致使總磷濃度隨之上升，造成 CTSI 上升。

CTSI 指標之計算方法及比對基準如表 3-7 所示：

$$\text{卡爾森指數(CTSI)} = \frac{\text{TSI(SD)} + \text{TSI(Chl)} + \text{TSI(TP)}}{3} \quad (\text{式3-4})$$

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

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

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

式中：

$$\text{SD} = \text{透明度(m)}$$

$$\text{Chl-a} = \text{葉綠素 a 濃度}(\mu \text{g/L})$$

$$\text{TP} = \text{總磷濃度}(\mu \text{g/L})$$

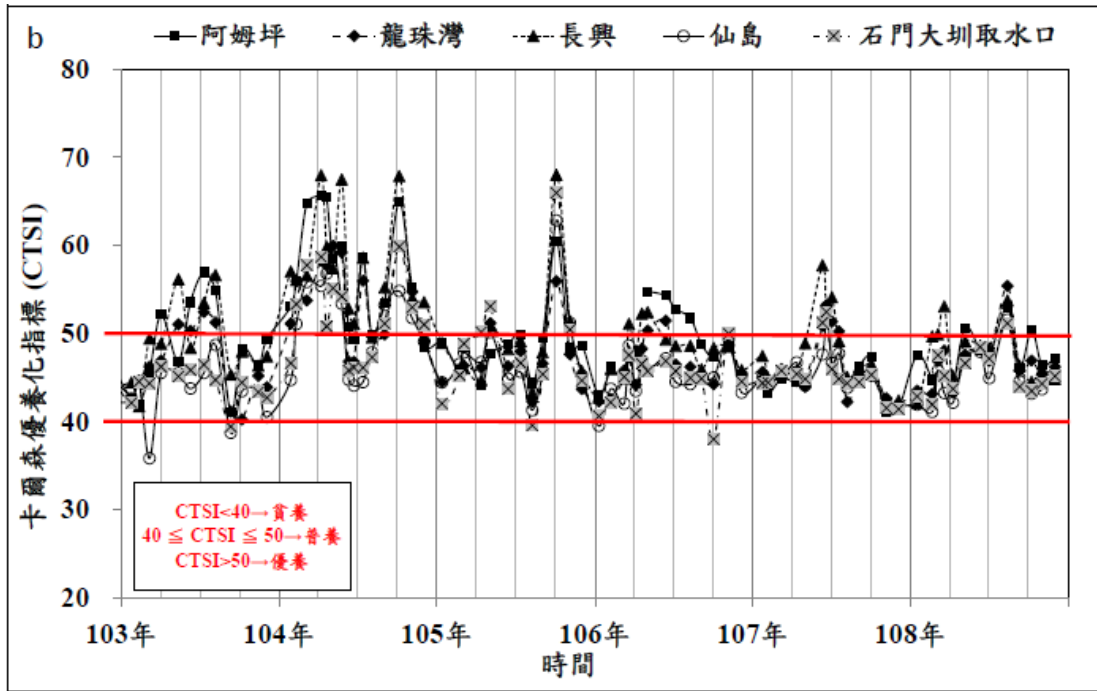
(2)資料分析

目前已蒐集石門水庫自民國 103-108 年間之庫區水質(測站點詳見圖 3-5)CTSI 資料，如圖 3-7，近年來石門水庫水質大多介於普養至優養階段且有緩慢上升的趨勢，其中優養等級比例為 27%，普養等級比例為 71%，貧養等級比例為 2%。然而石門水庫上游集水區之土砂控制，其效果已逐漸展現，而水質確有劣化的情況產生，因此後續石門水庫除了上游土砂控制持續執行外，亦應朝水質改善策略的方向進行。此外根據 108 年北水局、環保署於石門水庫 CTSI 指標(圖 3-8、圖 3-9)，北水局測站顯示 CTSI 介於 41.1~55.4，平均指標值為 46.9，其中比例分布為優養等級佔 13%，普養等級佔 87%，貧養等級佔 0%(溪口台測站受水位變化及地形影響，枯水期間水深不足，未列入計算)，而環保署測站顯示 CTSI 介於 38~53，平均指標值為 46.6，其中比例分布為優養等級佔 14%，普養等級佔 85%，貧養等級佔 1%，與北水局水質測站水質比例相似，惟測站位置及監測時間不同，使得兩個 CTSI 指標曲線有所不同。108 年 8 月份各測站均呈現優養等級，分析其原因，水體葉綠素 a 因子並未明顯增加，而總磷因子則有略微上升，透明度因子則是有大幅減低，8 月份庫區整體透明度均不足 1.0m，而比對 8 月份水體懸浮固體及濁度測值，均有明顯提高，顯示 8 月份庫區水域應受濁度影響其透明度監測，使優養化等級偏向優養分級。

表3-7 卡爾森指數(CTSI)判定標準

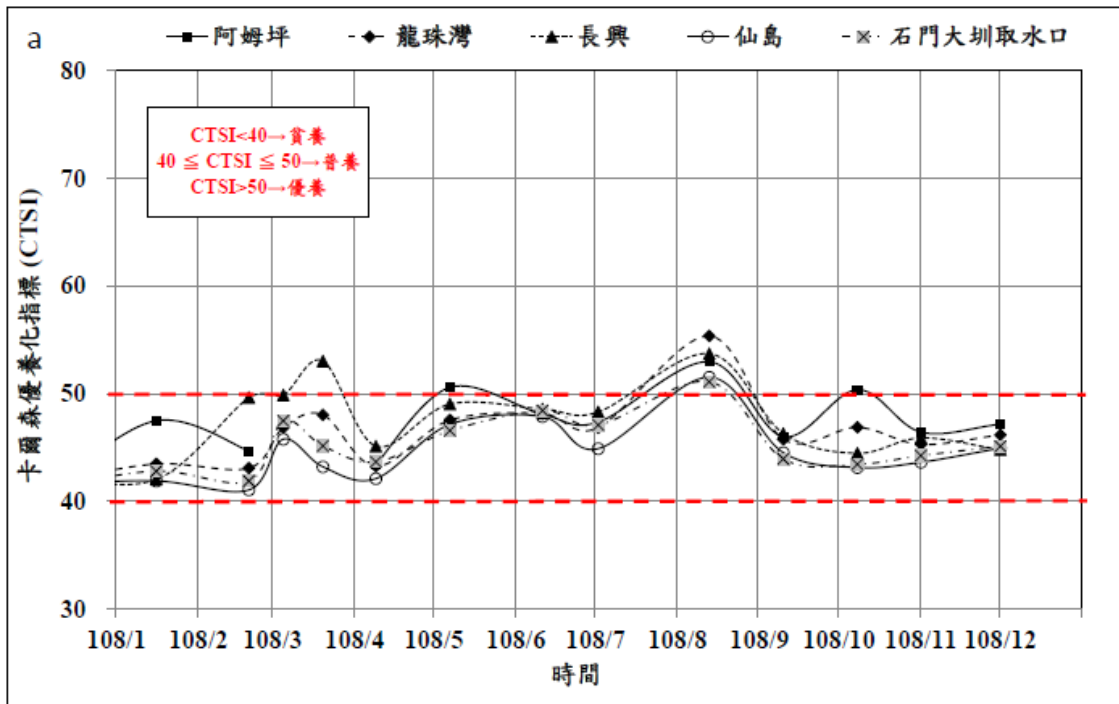
| CTSI 指標值 | 水庫優養程度 |
|-------------------------------|--------|
| CTSI<40 | 貧養狀態 |
| $40 \leq \text{CTSI} \leq 50$ | 普養狀態 |
| CTSI>50 | 優養狀態 |

資料來源：行政院環保署網站



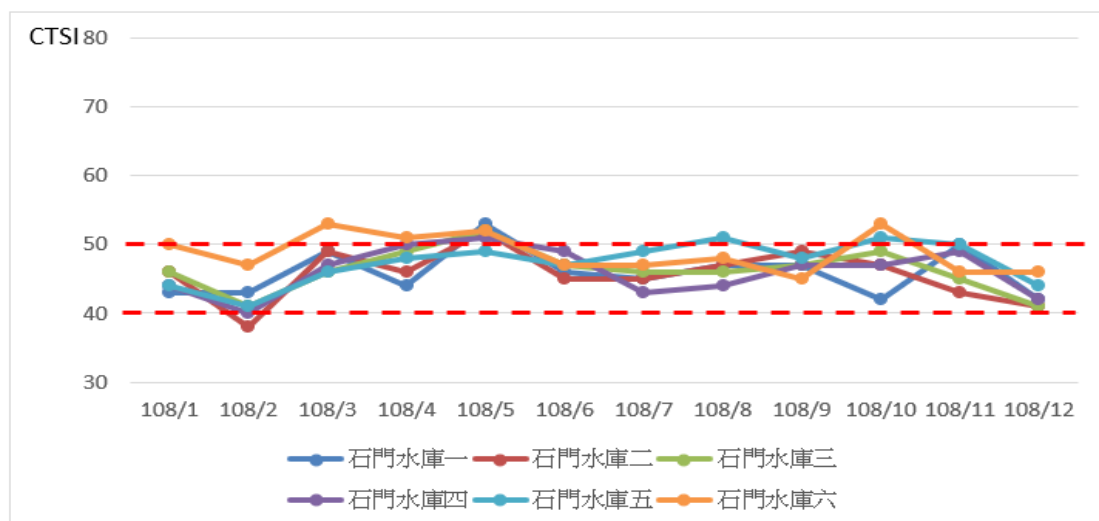
資料來源：108 及 109 年度石門水庫與羅東堰水質監測與水域生態環境調查研究(1/2)，2019

圖3-7 石門水庫庫區近年 CTSI 變化情形



資料來源：108 及 109 年度石門水庫與羅東堰水質監測與水域生態環境調查研究(1/2)，2019

圖3-8 石門水庫庫區 108 年各月份 CTSI 變化情形



資料來源：本計畫繪製

圖3-9 石門水庫庫區 108 年各月份 CTSI 變化情形(環保局測點)

2、RPI

(1)定義

河川則採用河川污染指標 River Pollution Index (後稱 RPI)來表示，RPI 指數係以水中溶氧量 (DO)、生化需氧量 (BOD5)、懸浮固體 (SS)、與氨氮(NH3-N) 等四項水質參數之濃度值，來計算所得之指數積分值，並判定河川水質污染程度。RPI 之計算及比對基準如表 3-8 所示：

$$RPI = \frac{1}{4} \sum_{i=1}^4 S_i \quad (3-5)$$

RPI 為水體水質等級積分， S_i 值為各水質參數之點數。

(2)資料分析

圖 3-10 為 103~108 年石門水庫集水區各監測站(測站點詳見圖 3-5，對應河川詳見表 3-9)，歷年 RPI 指數情形，由圖可以得知石門水庫水質大多處於未(稍)受污染等級(A 等級)約為佔 92%，其他輕度污染(B 等級)約為 3%、中度污染(C 等級)約為 5%，而嚴重污染等級(D 等級)則未有發生，當中部分水質 RPI 指數升降受到懸浮固體影響所導致。懸浮固體係指水中因攪動或流動而呈懸浮狀態之有機或無機性顆粒，這些顆粒一般包含膠懸物、分散物及膠羽。懸浮固體量升高之主要成因為受大量降雨沖刷邊坡土壤而進入河川，這些懸浮固體可能夾帶富含營養鹽或有機物量較高之物質，增加水體氮、磷、生化需氧量、化學需氧量及大腸桿菌群數等監測，另外，若懸浮固體進入庫區，將可能沉積於庫區內，除減少水庫的蓄水空間，也影響整體

水質優養化之評估。

圖 3-11 為 108 年度石門水庫集水區 RPI 指標變化趨勢，由圖可以得知石門水庫集水區 108 年水質 RPI 大多為處於未(稍)受污染等級(A 等級)約為佔 95%，其他輕度污染(B 等級)約為 3%、中度污染(C 等級)約為 2%，而嚴重污染等級(D 等級)則未有發生，整體而言，108 年度石門水庫集水區水質狀況良好，依據「108 及 109 年度石門水庫與羅東堰水質監測與水域生態環境調查研究(1/2)，2019」調查報告指出。第二季至第四季調查期間因受梅雨及颱風等降雨影響，大漢溪主流測站包括軍艦岩、馬里光、下蘇樂、榮華壩水庫、羅浮等測站水體懸浮固體有明顯增加，造成測站 RPI 指標部分等級呈現輕度污染至中度污染等級，此多為短暫且未持續之偶發事件，待天候和緩後，隨著降雨停止、水量穩定，水體懸浮固體量即隨之下降，RPI 指標等級亦可恢復至未受污染或稍受污染等級。

圖 3-12 為 103~108 年鳶山堰上游各監測站(測站點詳見圖 2-23)，歷年 RPI 指數情形，由圖可以得知鳶山堰上游水質大多處於輕度污染等級以下之情形。

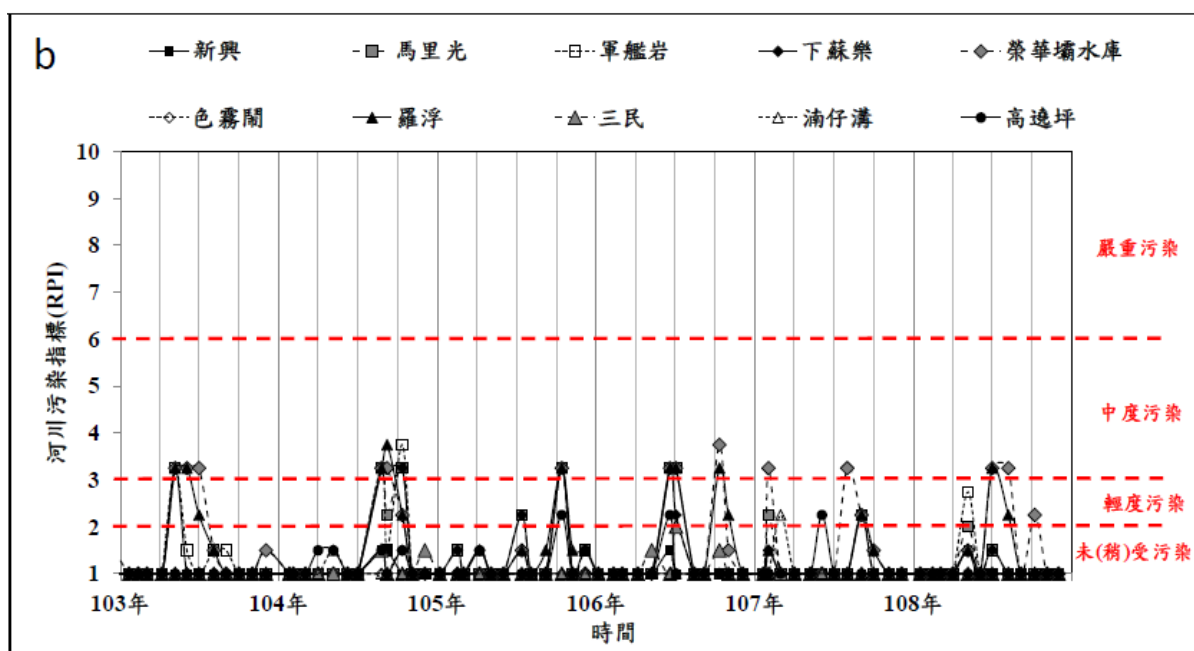
表3-8 河川污染指標 RPI 判定標準

| 水質/項目 | 未(稍)受污染 | 輕度污染 | 中度污染 | 嚴重污染 |
|----------------------------------|--------------------|---------------------------|------------------------------|-----------------|
| 溶氧量 (DO)mg/L | $DO \geq 6.5$ | $6.5 > DO \geq 4.6$ | $4.5 \geq DO \geq 2.0$ | $DO < 2.0$ |
| 生化需氧量 (BOD ₅)mg/L | $BOD_5 \leq 3.0$ | $3.0 < BOD_5 \leq 4.9$ | $5.0 \leq BOD_5 \leq 15.0$ | $BOD_5 > 15.0$ |
| 懸浮固體 (SS) mg/L | $SS \leq 20.0$ | $20.0 < SS \leq 49.9$ | $50.0 \leq SS \leq 100$ | $SS > 100$ |
| 氨氮 (NH ₃ -N)mg/L | $NH_3-N \leq 0.50$ | $0.50 < NH_3-N \leq 0.99$ | $1.00 \leq NH_3-N \leq 3.00$ | $NH_3-N > 3.00$ |
| 點數 | 1 | 3 | 6 | 10 |
| 污染指數 積分值(S) | $S \leq 2.0$ | $2.0 < S \leq 3.0$ | $3.1 \leq S \leq 6.0$ | $S > 6.0$ |

資料來源：行政院環保署網站

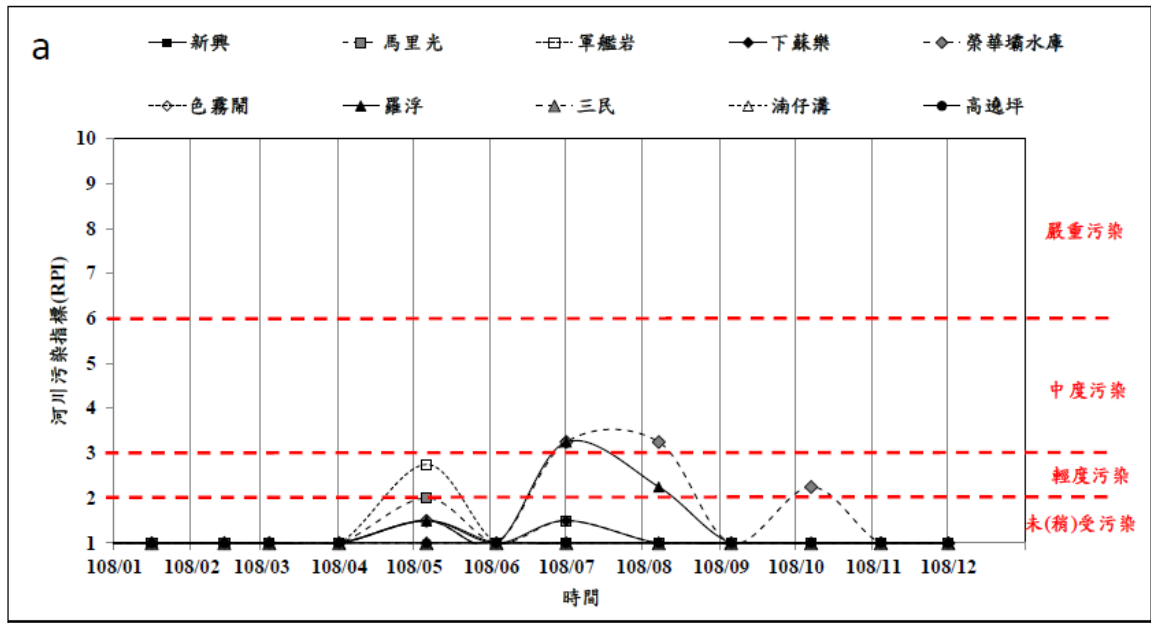
表3-9 石門水庫上游監測站對應河川一覽表

| 測站編號 | 名稱 | 測站對應河川 |
|------|-------|----------------------|
| A01 | 新興 | 大漢溪支流三光溪監測點 |
| A02 | 馬里光 | 大漢溪主流，泰崗溪及白石溪匯流處下游 |
| A03 | 下蘇樂 | 大漢溪主流，與三光溪及拉拉溪匯流處下游 |
| A04 | 榮華壩水庫 | 大漢溪主流監測點 |
| A05 | 色霧閣 | 大漢溪支流雪霧閣溪 |
| A06 | 羅浮 | 大漢溪主流，與雪霧閣溪及宇內溪匯流處下游 |
| A07 | 秀巒 | 大漢溪支流白石溪監測點 |
| A08 | 泰岡 | 大漢溪支流泰崗溪監測點 |
| A10 | 三民 | 大漢溪支流三民溪監測點 |
| A11 | 湳仔溝 | 石門水庫龍珠灣入水口上游湳仔溝溪監測點 |
| A12 | 高邊坪 | 石門水庫石秀灣支流流域 |
| A18 | 宇內橋 | 大漢溪支流宇內溪監測點 |



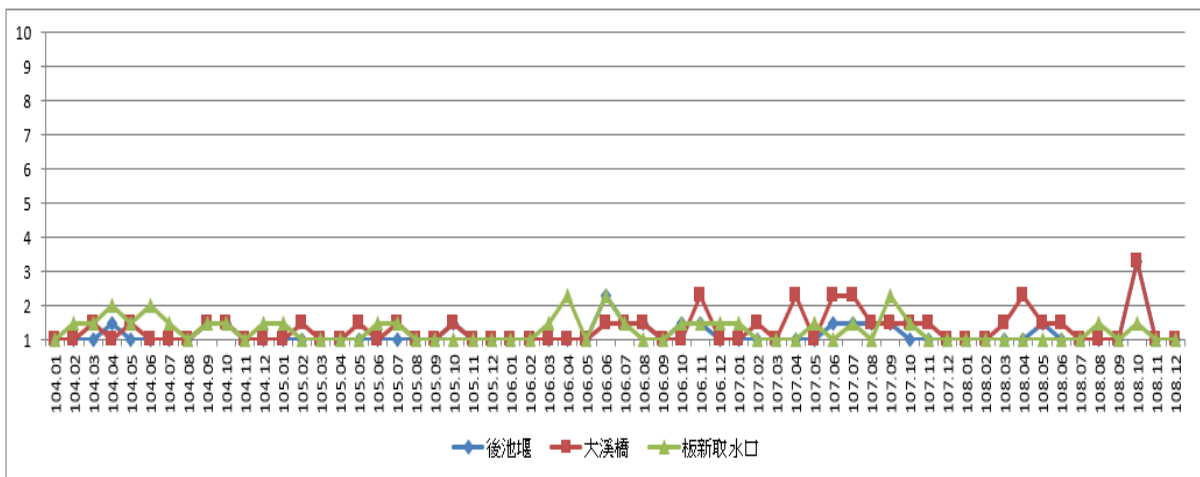
資料來源：108 及 109 年度石門水庫與羅東堰水質監測與水域生態環境調查研究(1/2)，2019

圖3-10 石門水庫上游流域近年 RPI 變化情形



資料來源：108 及 109 年度石門水庫與羅東堰水質監測與水域生態環境調查研究(1/2)，2019

圖3-11 石門水庫上游流域 108 年 RPI 變化情形



資料來源：本計畫繪製

圖3-12 鳶山堰上游流域近年 RPI 變化情形

3、點源污染處理率

(1)定義

點源污染主要指水庫集水區內因生活、工廠、觀光及畜牧等所產生的未處理廢水，台灣之水庫集水區大部分的點源污染來自於聚落生活污水，本計畫分別探討污水接管率與分散式聚落處理率，並以污水處理量除以總污水量來表示點源污染處理率。

(2)污水接管率

因此根據桃園市政府污水下水道相關計畫說明如下，區域範圍如圖 3-13，相關數據如表 3-10。

A、大溪系統

大溪污水下水道系統於 101 年完成大溪水資源回收中心建設，每日可處理污水量有 3,750 噸，本系統污水主幹管皆已建設完成，而第二期分支管線及用戶接管第二標已經在於 107 年 1 月開工，本工程範圍涵蓋田心里、一心里、一德里等地區，預計於 109 年 12 月竣工。用戶接管已完成 5,138 戶，用戶接管達成率為 78.18%。

B、石門系統

石門污水下水道系統於 105 年完成石門水資源回收中心建設，每日可處理污水量有 10,400 噸，本系統污水主幹管皆已建設完成，而污水下水道系統範圍為龍潭區佳安里、三坑里、大平里、上華里、建林里、三林里、中科院、陸總部、女子監獄、輕航隊等區域內之生活污水，用戶接管已完成 2,734 戶，用戶接管達成率為 55%。

C、復興系統

復興污水下水道系統於 98 年完成復興水資源回收中心，設計平均日處理污水量 475 噸，實際平均每日處理水量 204 噸，操作狀況正常。污水下水道系統範圍主要收集復興區澤仁里內(共計 3 個集污區)之生活污水，用戶接管已完成 441 戶，用戶接管達成率為 100%。

C、三民系統

三民污水下水道系統於 92 年完成三民水資源回收中心，設計平均日處理污水量 200 噸，實際平均每日處理水量 109 噸，操作狀況正常。污水下水道系統範圍主要收集復興區三民里與大溪區百吉里百吉社區之生活污水，用戶接管已完成 135 戶，用戶接管達成率為 100%。

D、小烏來系統

小烏來污水下水道系統於 108 年 3 月開工，預計設置羅浮水資源回收中心處理水量為 350CMD，義盛水資源回收中心，現地處理設施處理水量為 25 CMD，處理水量為 170CMD。總計處理水量為 545CMD。污水下水道系統範圍主要收集小烏來風景特定區之生活污水，預計用戶接管為 247 戶，用戶接管已完成 7 戶，用戶接管達成率為 2.83%。

E、埔頂系統

埔頂污水下水道系統於 106 年 8 月開工，全期處理量為 15,000CMD。污水下水道系統範圍主要收集埔頂都市計畫區及員樹林地區範圍之生活污水，預計用戶接管為 10,777 戶。

表3-10 污水系統一覽表

| | 預計接管戶數(戶) | 已接管戶數(戶) | 污水預計處理量(噸) | 已處理量(噸) | 用戶接管率(%) |
|-------|-----------|----------|------------|---------|----------|
| 大溪系統 | 6,572 | 5,138 | 3,750 | 3,590 | 78.18 |
| 石門系統 | 4,971 | 2,734 | 10,400 | 3,090 | 55 |
| 復興系統 | 441 | 441 | 475 | 204 | 100 |
| 三民系統 | 135 | 135 | 200 | 109 | 100 |
| 小烏來系統 | 247 | 7 | 545 | 0 | 2.83 |
| 埔頂系統 | 10,777 | 0 | 15,000 | 0 | 0 |

資料來源：桃園市政府(<https://reurl.cc/m4pEM>)，統計至 109 年 11 月底



資料來源：本計畫彙整

圖3-13 本集水區污水下水道系統配置圖

(3)分散式污水處理率

石門水庫集水區內目前規畫之分散式污水處理設施主要分布於百吉地區及巴陵地區，詳圖 3-14 及圖 3-15，該區規畫設置位置及處理污水量如表 3-11 所示，百吉地區合併式淨化槽已於 108 年 3 月開工，建置污水管線、壓力管及合併式淨化槽，已於 109 年 12 月完工，完成接管 105 戶，巴陵地區合併式淨化槽細部設計規劃於 108 年 9 月核定，因應百吉地區之建設回饋，於 109 年 7 月提送巴陵地區之細部設計規劃修正版，預計 109 年年底完成發包。

表3-11 合併式淨化槽一覽表

| 設置地區 | 設置位置 | 估算污水量(cmd) |
|------|--------------|------------|
| 百吉地區 | 南溝集污區(A 區) | 10 |
| | 曾厝集污區(B 區) | 20 |
| | 溪坪集污區(C 區) | 10 |
| | 百吉派出所(D 區) | 10 |
| | 百吉集污區(E 區) | 70 |
| | 舞鳳慈宮(F 區) | 10 |
| 巴陵地區 | 下巴陵集污區(A 區) | 35 |
| | 中巴陵集污區(B1 區) | 10 |
| | 中巴陵集污區(B2 區) | 35 |
| | 上巴陵集污區(C 區) | 50 |

資料來源：石門水庫集水區上游水質改善工程委託規劃設計及監造技術服務

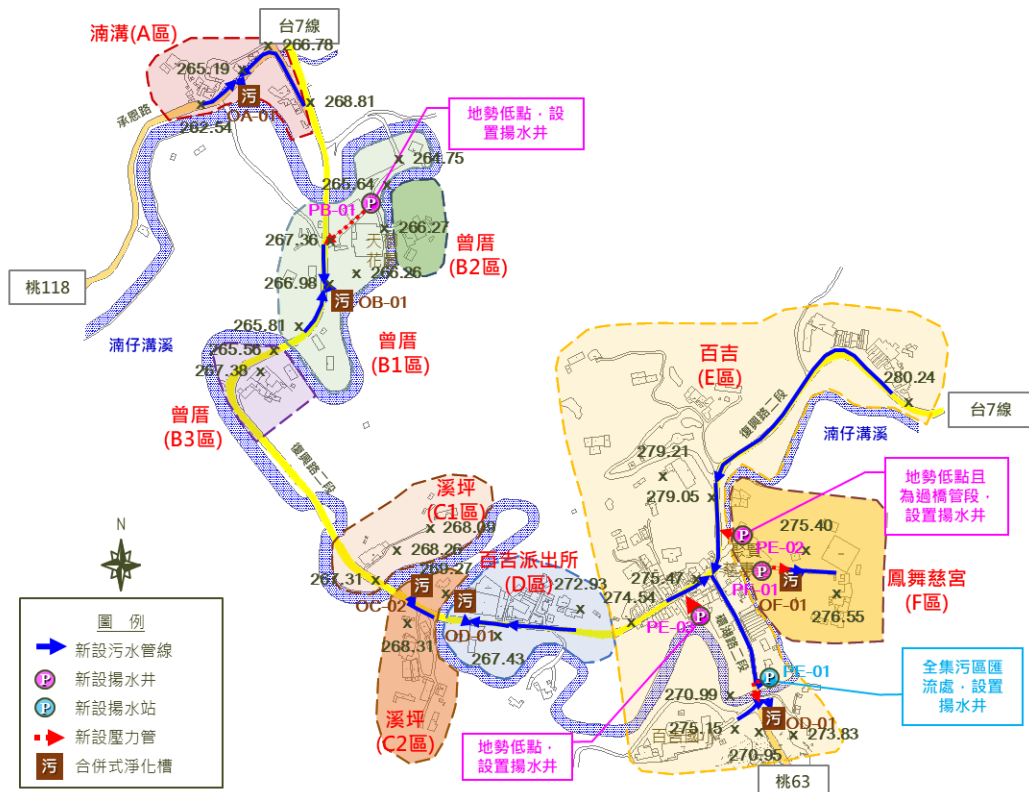


圖3-14 百吉地區合併式淨化槽位置圖

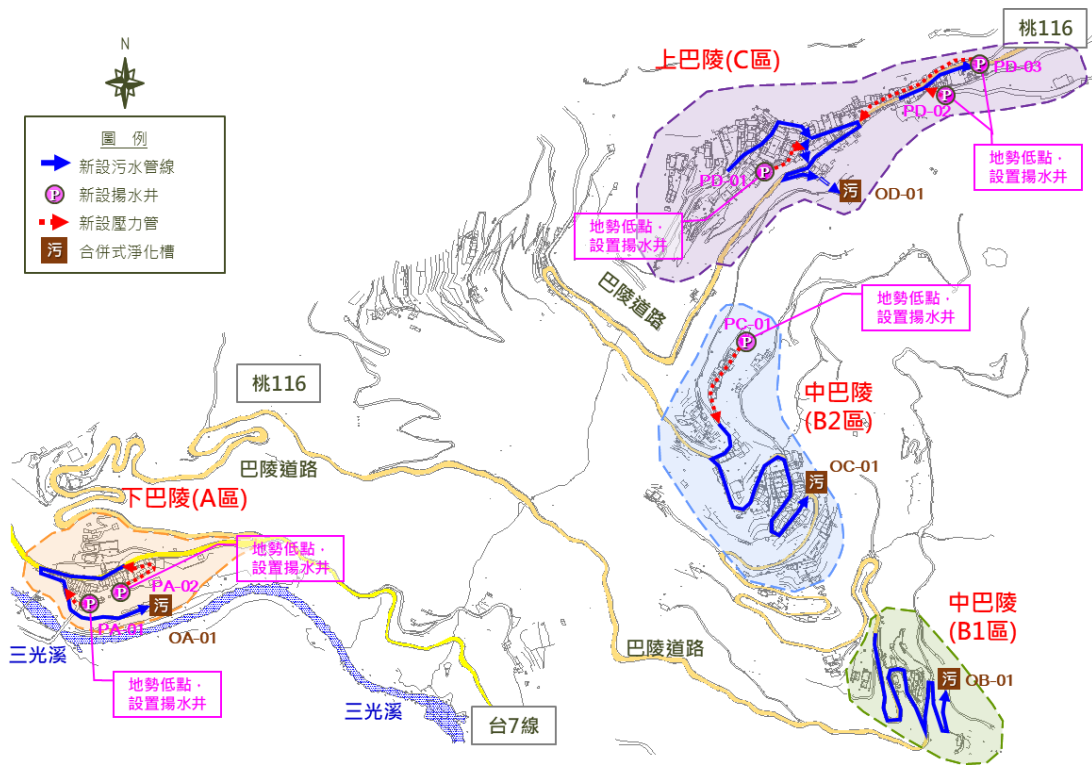


圖3-15 巴陵地區合併式淨化槽位置圖

(4)總污水量

每人用水量參考行政院環保署 108 年之平均每人每日生活用水量 266 公升進行估算，計算結果每日可產生 18,821 噸的污水量，如表 3-12 所示。

表3-12 石門水庫地區污水生產量

| 集水區 | 縣市別 | 行政區別 | 村里別 | 鄰數 | 戶數 | 總人口 | 總污水量(日)m ³ |
|----------------|-----|------|-----|-----|-------|-------|-----------------------|
| 石門水庫 (含榮華壩) | 桃園市 | 大溪區 | 復興里 | 15 | 399 | 1,009 | 268 |
| | 桃園市 | 復興區 | 三民里 | 19 | 846 | 2437 | 648 |
| | 桃園市 | 復興區 | 澤仁里 | 20 | 570 | 1706 | 454 |
| | 桃園市 | 復興區 | 義盛里 | 11 | 259 | 930 | 247 |
| | 桃園市 | 復興區 | 霞雲里 | 11 | 241 | 723 | 192 |
| | 桃園市 | 復興區 | 長興里 | 12 | 241 | 815 | 217 |
| | 桃園市 | 復興區 | 三光里 | 9 | 242 | 895 | 238 |
| | 桃園市 | 復興區 | 奎輝里 | 9 | 248 | 958 | 255 |
| | 桃園市 | 復興區 | 華陵里 | 14 | 528 | 1512 | 402 |
| | 桃園市 | 復興區 | 羅浮里 | 8 | 421 | 1259 | 335 |
| | 桃園市 | 復興區 | 高義里 | 12 | 264 | 941 | 250 |
| | 新竹縣 | 尖石鄉 | 玉峰村 | 14 | 416 | 1,818 | 484 |
| 新竹縣 | 尖石鄉 | 秀巒村 | 13 | 559 | 2,259 | 601 | |
| 鳶山堰 | 桃園市 | 大溪區 | 一心里 | 41 | 2,166 | 5,737 | 1,526 |
| | 桃園市 | 大溪區 | 一德里 | 31 | 2,371 | 6,744 | 1,794 |
| | 桃園市 | 大溪區 | 三元里 | 20 | 1268 | 3643 | 969 |
| | 桃園市 | 大溪區 | 中新里 | 22 | 605 | 1725 | 459 |
| | 桃園市 | 大溪區 | 仁文里 | 30 | 1753 | 4789 | 1,274 |

表 3-12 石門水庫地區污水生產量(續)

| 集水區 | 縣市別 | 行政區別 | 村里別 | 鄰數 | 戶數 | 總人口 | 總污水量(日)m ³ |
|-----|-----|------|-----|-----|--------|--------|-----------------------|
| 鳶山堰 | 桃園市 | 大溪區 | 月眉里 | 16 | 464 | 1458 | 388 |
| | 桃園市 | 大溪區 | 永福里 | 17 | 466 | 1094 | 291 |
| | 桃園市 | 大溪區 | 田心里 | 39 | 1778 | 5398 | 1,436 |
| | 桃園市 | 大溪區 | 光明里 | 14 | 1014 | 2814 | 749 |
| | 桃園市 | 大溪區 | 美華里 | 23 | 1268 | 3524 | 937 |
| | 桃園市 | 大溪區 | 康安里 | 21 | 535 | 1504 | 400 |
| | 桃園市 | 大溪區 | 瑞興里 | 23 | 1006 | 3239 | 862 |
| | 桃園市 | 大溪區 | 義和里 | 24 | 732 | 2049 | 545 |
| | 桃園市 | 大溪區 | 福仁里 | 25 | 384 | 1195 | 318 |
| | 桃園市 | 大溪區 | 福安里 | 30 | 961 | 2531 | 673 |
| | 桃園市 | 大溪區 | 興和里 | 37 | 659 | 1741 | 463 |
| | 桃園市 | 龍潭區 | 三坑里 | 22 | 606 | 1763 | 469 |
| | 桃園市 | 龍潭區 | 大平里 | 19 | 1205 | 2544 | 677 |
| 總計 | | | | 621 | 24,475 | 70,754 | 18,821 |

針對遊憩污水，分為一日遊無住宿的旅客，無住宿旅客之遊憩污水假設以廁所用之水為主，水質與一般生活污水相同，但沖廁用水量以一次傳統馬桶用水加洗手用水，共 13 公升計。遊客統計資料來自桃園市政府觀光旅遊局（圖 2-4 所示），108 年約 260 萬名遊客。另外利用民宿網資料推估住宿人數與住宿污水，粗略估計約有 87 家民宿，根據其房間數以及住房率假設為 7 成，推估每日住宿人數約為 1,988 人。最終計算沖廁的觀光污水 93 噸，住宿污水 529 噸。

(5)點源污染處理率計算

綜合上述資料目前石門水庫及鳶山堰集水區內每日實際處理污水量 6,993 噸，詳如表 3-13，與集水區內每日所產生總污水量 19,443 噸，該點源污染處理率為 35.97%。

表3-13 污水處理中心、分散式污水處理之處理污水量

| 處理系統 | 水資源回收中心完工日期 | 預計處理量(噸) | 實際處理量(噸) |
|-------------|----------------|-------------|----------|
| 大溪系統 | 100/9/18 | 3,750 | 3,590 |
| 石門系統 | 105/6/19 | 10,400 | 3,090 |
| 復興系統 | 98/9/15 | 475 | 204 |
| 三民系統 | 92/7/30 | 200 | 109 |
| 小烏來系統 | 預計 110/6/30 完工 | 545(建設中) | 0 |
| 埔頂系統 | 待用地取得後 2 年完工 | 15,000(建設中) | 0 |
| 百吉地區分散式污水處理 | 109/12/10 | 130 | 0 |
| 巴陵地區分散式污水處理 | 預計 112 年完工 | 130(建設中) | 0 |

4、農業非點源污染潛勢

(1)定義

水庫集水區之非點源污染源包括森林、社區、道路及農業行為等，然而因森林所產生的非點源污染屬於無法控制之背景污染源，而且據調查台灣水庫集水區之非點源以農業行為最大宗，故本計畫以農業非點源污染潛勢之變化情形來進行水質診斷。農業非點源污染的來源主要來自於施肥行為，因此其污染潛勢可以採用農業所占面積的百分比，以及單位面積的施肥量來研判。再者，農業非點源污染潛勢亦可以藉由施肥量來控制，若水庫集水區可以有效執行合理化施肥或有機施肥或進一步以自然農法的不施肥來取代施肥，則單位面積的施肥量便會隨之下降。

推估農業非點源污染量的方式主要可分為三種：

A、以單位污染負荷的方式推估污染量

B、以直接測量法的方式推估污染量

C、以理論與經驗方式建立數學模式推估污染量

單位污染負荷(unit load)或稱為排出係數(export coefficient)，為表示某一地區單位土地面積在單位時間內所產生污染量，單位為 kg/ha-yr。若已有集水區內各土地利用型態之非點源的單位污染負荷(表 3-14)及土地利用面積，則可快速推算出該集水區年平均非點源污染量。此法是為結合土地利用分類以決定整個區域排出的污染量，因為土地利用分類無法直接反應當地地質、地形；氣象及水文特性等，因此不可避免的存在的若干誤差，但評估快速為主要的優點。某種土地利用型態之負荷量，為該土地利用類型的單位負荷乘以該土地利用類型的總面積，而總污染負荷則為集水區內各種土地利用負荷量之總和，說明如下

$$L = \sum XiAi \quad (式 3-6)$$

其中 L：集水區內各種土地利用的年污染負荷量(kg/yr)

X_i ：第 i 類土地利用型態的單位負荷(kg/ha-yr)

A_i ：集水區內第 i 類土地利用總面積(ha)

在此利用土地現況調查判釋以了解石門水庫集水區土地利用型態，並依據不同土地利用型態之單位面積污染輸出非點源負荷量，以及各子集水區土地利用型態之面積，來進行集水區內非點源污染負荷量。

(2) 資料現況

根據目前已蒐集到石門水庫集水區民國 95 至 106 年土地利用圖，如表 2-4，配合式 3-6 計算各年度之污染負荷量，如表 3-15 所示。由表可知秀巒村、華陵里及高義里由於該農業面積較大，因此具備較高的污染負荷量，而玉峰村、三民里及三光里也因農業活動頻繁，因此也有較高的污染負荷量，計算結果詳表 3-15。

另經濟部水利署「108-109 年度水庫集水區保育治理重大計畫成效評估」計畫，採用單位面積污染負荷乘上農地面積再除以集水區面積如式 3-7，單位面積污染負荷以總磷(TP)為主，以 4 kg/ha-yr 做計算，石門水庫集水區總農地面積 2,059 公頃計算，得到非點源污染潛勢為 11，鳶山堰農地面積 1,675 公頃，得到非點源污染潛勢為 76。本計畫以相同方式計算村里之農業非點源污染潛勢，由表 3-15 可知秀巒村、玉峰村、華陵里、高義里及三光里雖有較高的污染負荷量，但集水面積廣，使得農業非點源污染潛勢較低，而三民里及新峰里則因集水面積較小，使得農業非點源污染潛勢較高。

$$\text{農業非點源污染潛勢} = [\sum(\text{集水區農地面積} \times \text{單位面積污染負荷}) - \text{污染處理量}] / \text{集水區面積} \quad (\text{式 3-7})$$

表3-14 各種土地利用型態單位面積污染負荷量

| 污染源 | 污染輸出負荷(kg/ha-yr) |
|---------------------------|------------------|
| | 總磷(TP) |
| 林地 | 0.36 |
| 農地 | 0.5 |
| 茶園 | 0.41 |
| 檳榔園 | 0.41 |
| 果園 | 1 |
| 稻作 | 0.4 |
| 旱作 | 0.2 |
| 建地 | 2.77 |
| 其他(一) | 0.1 |
| 其他(二) | 0.5 |
| 遊憩區 | 1 |
| 備註:其他(一)草地、河流；其他(二)崩塌地、道路 | |

資料來源：

1. 烏嘴潭人工湖集水區健檢評估及非點源污染削減處理調查規劃，2018
2. 鳶山堰水庫蓄水範圍及臨近集水區水質保護設施規劃計畫，2014
3. 「台灣非點源污染管理與控制現況」，溫清光，中美非點源污染控制管理與技術合作研討會
4. 水利處南區水資源局，「曾文水庫水質調查及改善計畫」，溫清光，郭振泰，2001。
5. 行政院環保署，「淡水河流域基隆河非點源污染分析調查與整治規劃」，勇興台，1999。
6. 「德基水庫集水區非點源污染負荷之研究」，張尊國等人，第九屆環境規劃與管理研討會論文集，1996。

表3-15 石門水庫農業非點源污染潛勢計算表

單位:kg-year

| 村里區 | 玉峰村 | 秀巒村 | 三光里 | 華陵里 | 高義里 | 義盛里 | 霞雲里 | 羅浮里 | 澤仁里 | 三民里 | 奎輝里 | 長興里 | 新峰里 | 復興里 | 英士村 | 東山里 |
|-------------------|-------|-------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|-----|------|-----|
| 旱作 | 7 | 36 | 4 | 24 | 8 | 4 | 4 | 4 | 4 | 9 | 7 | 3 | 3 | 5 | 0 | 0 |
| 果樹 | 79 | 286 | 138 | 331 | 150 | 71 | 44 | 26 | 31 | 137 | 26 | 23 | 62 | 31 | 0 | 0 |
| 廢耕地 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 農業附帶設備 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 4 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 草生地 | 10 | 19 | 1 | 2 | 4 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 2 | 0 | 2 | 2 | 1 |
| 裸露地 | 93 | 162 | 27 | 39 | 38 | 18 | 1 | 4 | 1 | 2 | 6 | 1 | 0 | 0 | 14 | 0 |
| 灌木荒地 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 農業污染 負荷量總 和 | 189 | 505 | 171 | 398 | 202 | 94 | 49 | 36 | 39 | 152 | 40 | 29 | 67 | 39 | 16 | 1 |
| 面積(平方 公里) | 145.1 | 243.3 | 27.7 | 101.7 | 68.1 | 49.5 | 23.8 | 13.5 | 11.8 | 13.9 | 18.0 | 24.9 | 6.4 | 9.7 | 17.5 | 2.4 |
| 農業非點 源污染潛 勢 | 1 | 2 | 6 | 4 | 3 | 2 | 2 | 3 | 3 | 11 | 2 | 1 | 11 | 4 | 1 | 1 |

3.3 小結

- 一、近年來石門水庫的淤積率已不再明顯上升，且上游之崩蝕深度亦已逐漸穩定，顯示先期完成之土砂抑制設施已達到控制土砂的目的，因此後續應針對既有設施進行完善的維護管理，以確保土砂保育設施能有效發揮土砂抑制的功能。
- 二、雖然淤積率已漸平衡，但石門水庫的淤積率仍處於高度危害水庫，因此應採取適當的措施來清疏水庫內的淤積物，以確保水庫之蓄水量，延長水庫使用壽命。
- 三、「石門水庫、榮華壩及鳶山堰集水區保育實施計畫(109-111年)」已將集水區土砂有效減量列入執行目標中，依目前崩塌地判釋，大漢河流域上游之玉峰與秀巒一帶有較大量之崩塌地，後續應考量道路及交通可及性，研擬該區域之治理對象。
- 四、改善水源水質亦是「石門水庫、榮華壩及鳶山堰集水區保育實施計畫(109-111年)」之執行目標，建議應從三民溪及湳仔溝河流域為先，並且優先處理點源污染，包括提高用戶接管率、興建污水處理廠及設置合併式淨化槽等方法。
- 五、非點源污染對本水庫集水區水質產生的問題日益嚴重，主要原因為農地面積的增加(巴陵、高義、三光及秀巒一帶)，為避免農業行為對於水庫水質的影響，建議短期內藉由已建檔之示範場址中，持續推動低衝擊開發設施，中期應進行污染熱區分析及觀測，找出重點區域，推行並設置合宜的結構性或非結構性設施，長期則是建議農政機關及地方政府檢討訂定水庫集水區農藥及肥料使用管理規範外，並需加強宣導肥料農藥之合理使用。

第四章、石門水庫集水區保育計畫研擬

石門水庫、榮華壩水庫及鳶山堰水庫集水區保育實施計畫(109-111年)依行政院95年核定「水庫集水區保育綱要」研提，治理期間自民國109年起至111年止，經院臺經字第1090013873號函核定辦理，執行機關包含經濟部水利署、農業委員會、交通部公路總局、財政部國產署、內政部營建署、桃園市政府、新竹縣政府、行政院環保署及台灣自來水有限股份公司等機關。本章節主要針對石門水庫、榮華壩水庫及鳶山堰水庫集水區保育實施計畫實際執行情形進行彙整，並依據彙整前述集水區背景資料，分析集水區未來環境預測及問題評析，彙整集水區各執行單位分工項目，以期完成「石門水庫、榮華壩、鳶山堰集水區保育實施計畫」及「前瞻基礎建設計畫—水環境建設計畫（水與發展）—加強水庫集水區保育治理」各年度執行計畫及實施成果報告，以有效地達到集水區整體保育的目標，已完成彙整之報告詳如附錄一到附錄七。

4.1 109年集水區保育治理計畫執行情形

一、109年執行情形

109年度石門水庫、榮華壩水庫及鳶山堰水庫集水區保育實施計畫實際執行情形彙整如表4-1，在集水區土砂減量部分，水保局辦理崩塌地及野溪整治15件工程，位置詳圖4-1，控制土砂量13萬立方公尺，林務局穩定林地邊坡1件工程，控制土砂量4.34萬立方公尺，北水局辦理河道治理3件工程，控制土砂量2.39萬立方公尺，總計完成抑制土砂量19.73萬立方公尺，另庫區清淤333.81萬立方公尺，上述成效有效維持水庫集水區保土蓄水之功能，減緩洪水及土石災害。

表4-1 109年各項工作預期指標與實際達成數量

| 目標 | 績效指標 | 109年量化目標 | | |
|-------------|--------------|------------------|------------|------------|
| | | 單位 | 原訂目標 | 實際達成數量 |
| 集水區 土砂減量 | 防止土砂下移 | 處 | 11 | 19 |
| | 抑制土砂量 | 萬 m ³ | 14.55 | 19.73 |
| | 道路路面維護面積 | m ² | 289,500 | 289,500 |
| 改善水源 水質 | 土石流警戒基準值檢討 | 區 | 39 | 39 |
| | 水土保育宣導場次 | 場/次 | 演練 2、宣導 30 | 演練 2、宣導 39 |
| | 推動集水區低衝擊開發設施 | 處 | 5 | 5 |
| 水庫延壽 | 河道、庫區清淤 | 萬 m ³ | 90 | 333.81 |
| | 防淤隧道新建 | 公尺 | 1,300 | 1,441.1 |

在水源水質改善部分，環保署、桃園市政府及北水局積極推動集水區低衝擊開發設施及建設污水處理系統，有效減量污水進入集水區，亦配合定期水質監測與抽驗，並辦理相關水資源宣導，提升在地居民對水環境之重視，以增加飲用水之安全，以圖 4-2 所示，109 年因水庫水位下降，濁度略升高，影響水體透明度監測，進而使得部分月份 CTSI 偏高。為有效削減石門水庫水體之非點源污染，提升水庫水體水質，北水局針對石門水庫集水區土地利用型態進行盤點與建檔，選擇合適之區位及工法，建置低衝擊開發設施，減低集水區土地利用行為影響水庫水質水量之風險，並降低因初期暴雨逕流產生之非點源污染。

透過評估增設非點源污染削減設施，研擬非點源改善策略，建議可於農耕地規劃草溝、植生滯留槽等降低非點源污染之低衝擊開發（Low Impact Development, LID）措施，運用農地排水路規劃，將因初期暴雨逕流匯集至合適之設施內，透過沉降、過濾及吸附等作用，減少外流至農田外溝渠逕流量及污染物濃度，彌補因土地利用而造成之非點源衝擊，達成水質改善、減少沖蝕土砂入庫、生態營造等多功能目標。

北水局於前瞻基礎建設-「水與發展」建設計畫納入推廣低衝擊開發設施計畫，從 106 至 109 年期間，已於大溪三民附近建置 2 個、雪霧鬧 8 個、巴陵 3 個及爺亨 2 個總計 15 個低衝擊開發設施，設置位置如圖 4-3。設施污染物削減率若以濃度為基準，109 年度採樣 3 處低衝擊開發設施透過水質檢測分析，其中水蜜桃園總磷削減率可達 95% 以上，竹筍園總磷削減率可達 60% 以上。

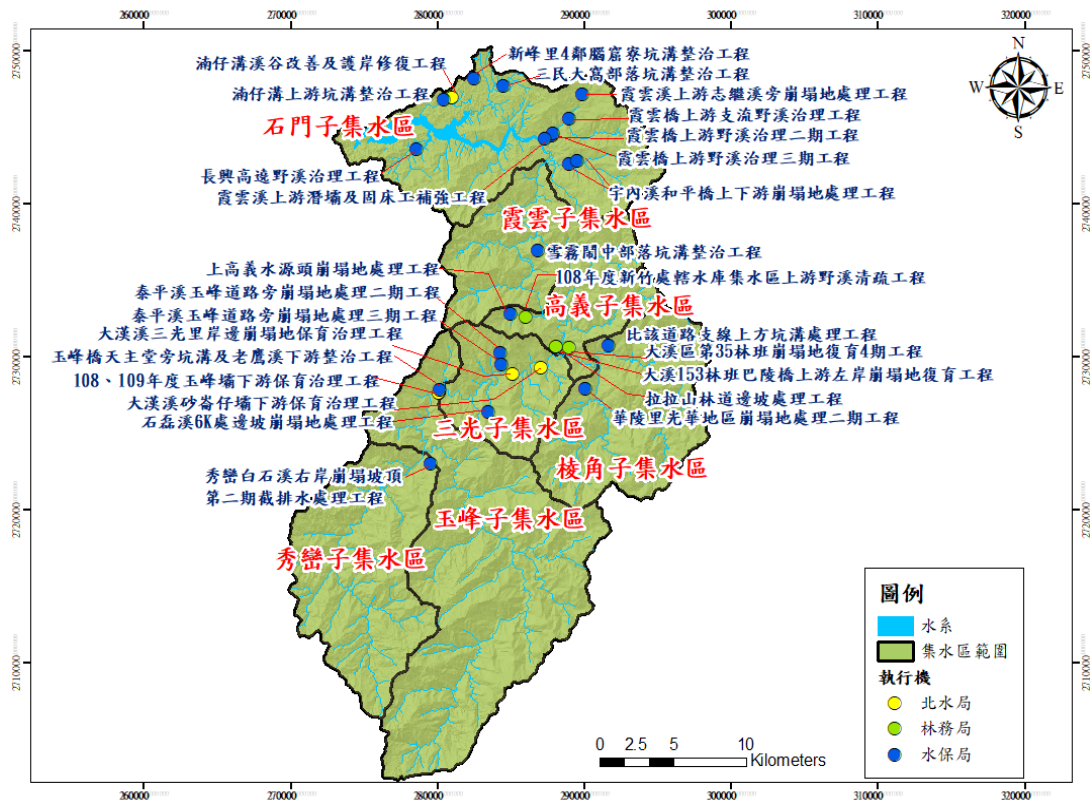


圖4-1 集水區保育治理工程位置

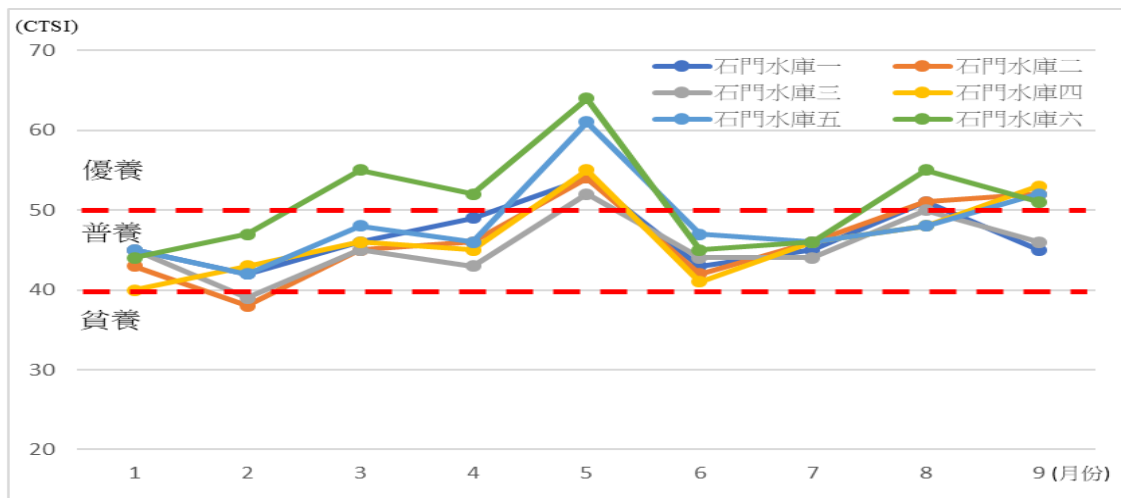


圖4-2 石門水庫庫區109年1至9月份CTSI變化情形(環保局測點)



圖4-3 15處LID示範場址分佈圖

二、生態檢核

為提昇生態保育理念並落實相關工作，建立生態檢核表機制，使整治計畫於規劃設計、施工中及使用階段均能注意並考量工程周邊環境生態，如圖 4-4，採取迴避、縮小、減輕及補償等方式，使工程對環境影響降至最小，同時達生態環境保護目標。

有關生態保育部分，水保局、林務局及北水局針對集水區保育治理工程辦理生態檢核，包括施工前、中、後之水域生態調查、河川環境因子調查與水質監測，依據調查結果配合河川環境資料，完成相關評估分析，作為後續保育治理工程規劃設計施工之參考，以期將工程對河川環境之衝擊減至最低。109 年度生態檢核作業水保局辦理 15 處，林務局辦理 1 處，北水局辦理 1 處，總計迴避 5 次、縮小 12 次、減輕 12 次及補償 2 次，相關生態補償措施如圖 4-5 所示。

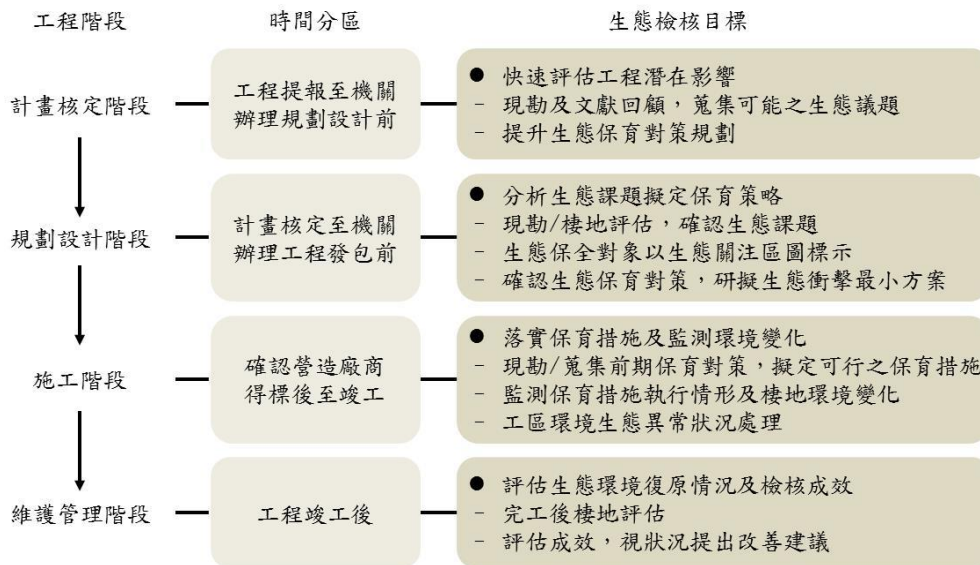


圖4-4 生態檢核於各工程階段之目標及工作

| | |
|---|--|
|  |  |
| 108、109 年度玉峰壩下游保育治理工程 [減輕]保留現地大(巨)石。 | 108、109 年度玉峰壩下游保育治理工程 [縮小]施工便道以施工機具單向通行為原則，便道寬度不宜過寬。 |
|  |  |
| 大溪 35 林班崩塌地復育 4 期工程 [迴避]治理崩塌地周邊林相良好，屬於天然林相，亦為野生動物喜棲息之環境，工程應避免影響周邊植被。 | 華陵里光華地區崩塌地處理二期工程 〔減小〕針對災害範圍進行重點式補強，減少施工範圍。 |

圖4-5 生態檢核生態友善措施範例

三、民眾參與

為讓石門水庫的治理能更趨完善，並符合石門水庫及其集水區整

治特別條例中重視環境生態的治理精神，已於 98 年 5 月 15 日發布「石門水庫及其集水區整治計畫民眾參與注意事項」，俾落實推動。為落實民眾參與機制，各執行機關舉辦工程現勘，主要內容包括第 1 階段目前執行情形說明以及第 2 階段工程規劃設計理念之溝通，以瞭解當地需求、民間團體之想法、生態有善之指導與對保育治理工程之支持並加強協商溝通，俾使後續工程推動順利。另依各項工程規劃設計時程，在定案過程中由各執行機關舉辦工程說明會，落實與在地民眾直接交換意見。109 年 5 月 20 日舉辦「108、109 年度玉峰壩下游保育治理工程」工程會勘民眾參與照片如圖 4-6 示。



圖4-6 民眾參與會勘及說明會情形

四、 資訊公開機制

為達石門水庫整治資訊公開，並以經常性取得各界對石門水庫治理之建言，各執行機關已建置相關專屬網站，除定期更新公布相關整治資訊外，並設有意見信箱及全民督工等回應表單，俾民眾透過網站提供寶貴意見，與執行單位進行意見交換，亦可於教育訓練講習、部落說明會或透過復育團團員表達意見，相關資訊公開執行成果詳經濟部水利署北區水資源局網站(<https://www.wranb.gov.tw/>)、行政院農業委員會水土保持局網站(<https://www.swcb.gov.tw/>)以及行政院農業委員會林務局網站(<https://www.forest.gov.tw/>)等網站。相關網站首頁如圖 4-7 至圖 4-9。



圖4-7 經濟部水利署北區水資源局網站



圖4-8 行政院農業委員會水土保持局網站



圖4-9 行政院農業委員會林務局網站

4.2 110 年集水區保育治理工作重點

一、 未來環境預測

依據水庫及其集水區概況分析資料，針對本計畫區域未來環境預測臚列下列 5 點(詳圖 4-10)，以作為後續問題評析及相關因應對策研擬之參採。

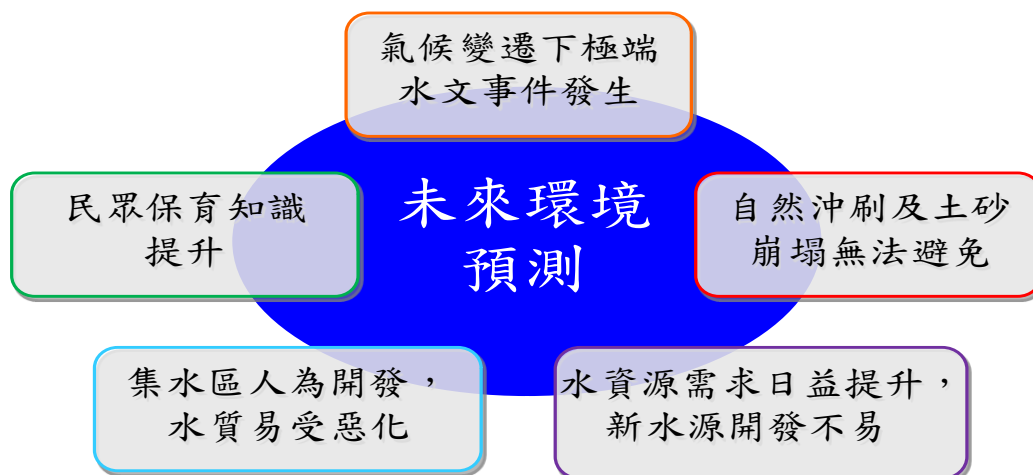


圖4-10 集水區未來環境預測議題

1. 氣候變遷下極端水文事件發生

氣候變遷下極端水文事件頻繁且明顯，降雨強度大，集水區泥砂產量增加並隨洪流進入水庫而落淤，致水庫容量減少，降低水源調蓄能力，亦可能導致水庫原水濁度超標，影響用水調度；豐枯水期降雨量比例更懸殊（圖 4-11），造成供水及水庫防洪操作風險提高。

石門水庫於 52 年經歷葛樂禮颱風，5 日內平均降雨 1,375 公釐，水庫淤積量新增 1,947 萬立方公尺；於 93 年經歷艾利颱風，4 日內平均降雨 967 公釐，淤積量新增 2,788 萬立方公尺，破歷年淤積最嚴重的記錄；於 96 年經歷韋帕、柯羅莎等颱風，淤積量新增 962 萬立方公尺。歷年颱風事件(52、55、58、60、61、65、74、85、93、94 及 96 年共 11 年)造成之淤積量占總淤積量的 83%，而葛樂禮颱風及艾利颱風即占總淤積量的 50%，極端事件是造成水庫淤積的最大誘因。

在 102 年 IPCC 第五次氣候評估報告中提出地球暖化已經是不可迴避的現況，本世紀末溫度最高可能上升 4.8 度，海平面可能上升 82cm，酷熱及豪大雨事件的發生機率可能越來越頻繁，颱風的強度會增加，依據相關研究成果，本區域年降雨量增加，降雨日數減少，顯示降雨集中，河川流量將隨之增加，水文事件發生之頻率及強度將有所改變。

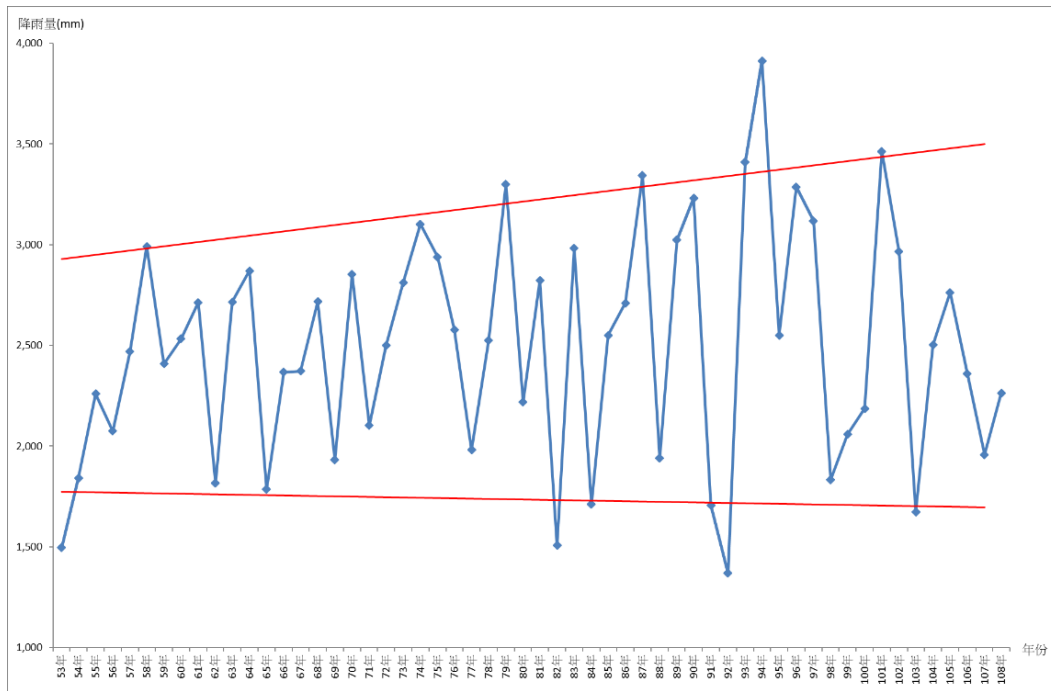


圖4-11 石門水庫降雨變化趨勢圖

2. 自然沖刷及土砂崩塌無法避免

集水區土壤無法避免自然侵蝕，因此水庫淤積無法避免的自然現象，無法 100% 以治理工程攔阻泥砂，但相關治理工程可減輕土砂災害，減少含砂的逕流，以達到水庫減淤之目的，惟仍難以避免泥砂持續沖蝕流入水庫，尤其在槽水庫更無法避免洪水挾帶泥砂流入水庫，因此水庫逐年淤積、容量逐年減少。水庫在蓄水的同時往往也把集水區的泥砂攔阻於水庫內，使得水庫下游缺乏泥砂補充，亦使河床河岸加速沖刷，並導致海岸線內移等副作用。水庫減淤操作是維持水庫容量及水資源永續發展之重要關鍵；泥砂運移屬於長時間地質循環之一節，河道變遷主要受到淡水河流域各支流與潮汐漲退之影響；水庫上游之產砂經由水庫排淤操作，將水庫淤泥以水力排砂方式排放至水庫下游河道，能夠穩定下游河床，避免下游河道沖刷加劇、橋墩外露及海岸線倒退，且能夠於颱風期間有效、快速地穩定供水，提供民眾較乾淨的水源。依據《105 年度石門水庫排洪減淤操作對下游河道生態及沖淤影響研究報告》，以 105 年度梅姬颱風為例，透過輸砂模式模擬泥砂運移之現象顯示，上游集水區產生的土壤沖蝕 仍有 80% 囚砂於水庫之中，僅有 20% 懸浮微粒或較小之泥砂顆粒，過庫順流隨著潮汐直接出海僅 20% 過庫順流之泥砂多屬於懸浮微粒或較小之泥砂顆粒，絕大多數隨著潮汐直接出海，下游河道沖淤現象並不明顯。

臺灣先天地形及地質條件不佳，加上 921 地震擾動台灣地區各水庫集水區，其地質結構更加鬆軟及脆弱，遇雨成災的情形更為頻繁。

以石門水庫集水區而言，地質屬於較易風化的頁岩層，細顆粒的泥質或粉質黏土容易懸浮，使得水庫濁度由日常的 30 至 50NTU，急遽上升到 8 萬至 12 萬 NTU。依據過去研究，由於地質因素，石門水庫集水區年平均沖蝕量約 3.8 公釐，地質因素為石門水庫快速淤積與濁度升高之原因之一。另鳶山堰水庫集水區降雨自然沖刷及土砂崩塌無法避免，如遇地震及強降雨將更加劇集水區之沖刷、崩塌，產生大量土石淤積。

3. 水資源需求日益提升，新水源開發不易

水庫蓄水量為台灣地區枯水期之主要水源，於桃園地區及新北地區石門水庫與鳶山堰更為主要供應水源，國內總人口數雖呈現負成長，但大桃園地區因產業群聚效應，推估至 120 年人口將達 218.6 萬人，無論是民生用水或產業用水均呈現明顯成長趨勢，惟集水區上游受自然沖蝕及人為開發影響，每年有相當數量泥砂及營養鹽流入水庫造成淤積及優養，直接影響用水品質及使用壽命。在水資源工程興建日漸困難之際，如何藉由水庫之維護改善加強水庫集水區保育工作，以增加現有水庫之水源利用效率並延長水庫使用壽命，減輕開發新水源之壓力，同為現階段水資源經營之主要目標。

4. 集水區人為開發，水質易受惡化

水庫污染來源包括點源污染(如家庭污水、事業廢水及遊憩污水)及非點源污染(如農地肥料的使用)。由於近年來中央及地方政府推展觀光，吸引外來人口進入集水區活動情形日漸增加，此舉雖帶來產業經濟，尚需權責機關即時有效地提供污染防治與處理措施。開發利益、環境保護與災害整治間挹注經費的衝突問題，亦需重視與考量。在復興區與尖石鄉未完成污水處理措施之前，高度開發將使水質日漸惡化，另如加計尚未具體量化的垃圾量與排放廢氣等，污染情形將更為嚴重。此外，政府對於集水區之農業生產活動雖未有鼓勵措施，亦無明確政策禁止相關活動。農民任意開發、栽培水果、蔬菜，在道路交通及觀光發展之推波助瀾下，農業生產有增無減，土地利用更趨嚴重。農民為增加單位面積之農業產出，大量使用農藥、肥料，導致集水區水質污染，對水庫水質有重大的影響，若未能加速控制污染量，水庫水質優養化情況，恐不易改善。另鳶山堰蓄水量為板新地區之主要水源，惟鳶山堰水庫集水區內有石門、頂埔及大溪都市計畫區，未來人口成長將大幅增加點源污染負荷。桃園市污水下水道系統在本集水區內規劃建置包含大溪、石門、頂埔 BOT 等三系統，預估三個都市計畫區污水下水道完工並納管後可為水庫水質改善帶來莫大效益。

5.民眾保育知識提升

經由水庫管理單位及其權責機關，持續辦理經營管理社區化、保育新生活、水土資源保育宣導等活動，讓民眾積極參與，並對於增加水源涵養、降低土壤沖蝕、加強水土保持設施保護及垃圾妥善處理之相關知識提升，進而減少因人為開發而導致之破壞，延續水庫使用年限。

二、 問題評析

本項調查旨在了解水庫集水區整體現況情形、健檢指標評析、109年保育治理相關成果及後續可能衍生之問題，依據本計畫水庫及集水區概況與未來環境預測，導出現況水庫集水區問題評析，以作為後續計畫目標、執行策略及方法之參採。

1.泥砂來源特性分析

(1)坡地超限利用及水土保持不佳

集水區上游巴陵、高義、新光及秀巒一帶，近年來廣泛種植水蜜桃、水柿等，山坡地農業開發果園及部份土地超限利用，加速土壤沖蝕現象，加上山區產業道路之開闢，近年來只要有強降雨都常有土石流或崩塌的災情出現。集水區地形陡峻、地質脆弱及土壤鬆軟，加上人為不當開發及部分土地超限利用，將更加速土壤沖蝕或崩塌現象。

利用衛星影像判釋崩塌地，並與道路位置結合分析，以考量道路及交通可行性，分析 109 年崩塌地臨路 1 公里內之崩塌地共 47 處，面積約 10.99 公頃，詳圖 4-12 及表 4-2，多集中於秀巒、三光和稜角等子集水區，另配合保護標的進行分析，面積大於 0.1 公頃的崩塌地共 14 處，詳表 4-3，進行現地勘查，現勘照片如圖 4-13 至圖 4-15，部分崩塌地位於河道旁，且無道路可達，應持續觀察，避免土石持續崩塌，惟編號 48 位處白石溪右岸，此崩塌地雖經過多次治理，仍不時有崩塌現象產生，建議納入後續保育治理工作，以期減少土石流入庫區並保護人民安全。

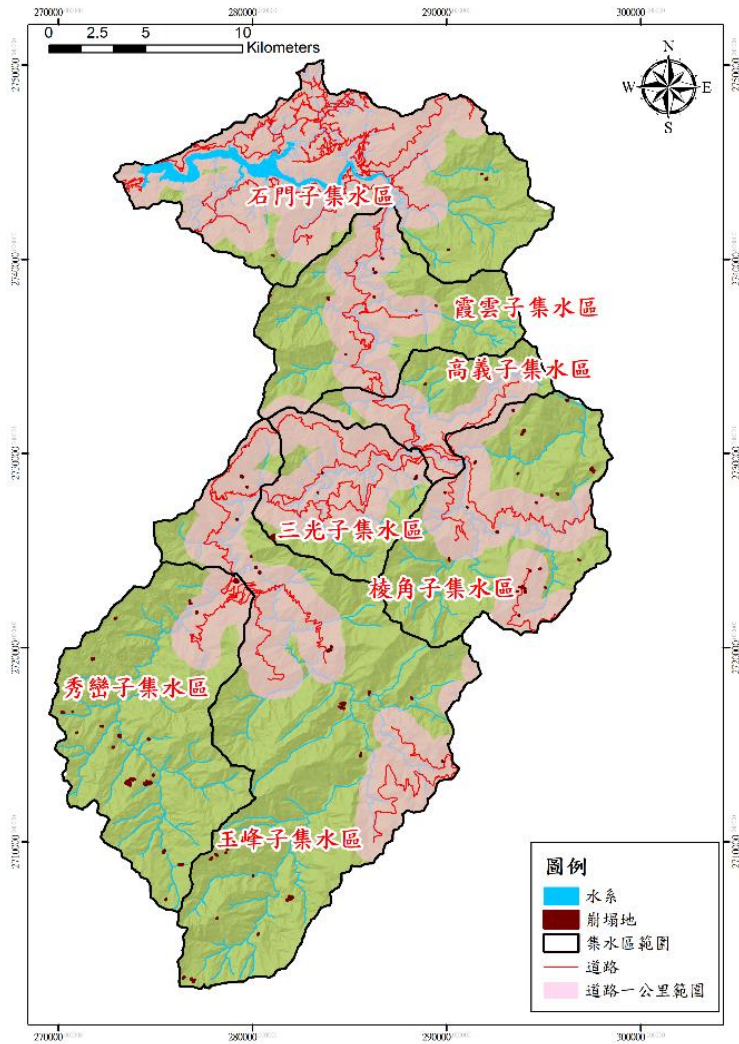


圖4-12 石門水庫集水區須關注之崩塌地位置

表4-2 子集水區須關注崩塌地統計表

| 子集水區名稱 | 崩塌地面積(公頃) |
|--------|-----------|
| 三光子集水區 | 1.23 |
| 玉峰子集水區 | 3.16 |
| 石門子集水區 | 0.06 |
| 秀巒子集水區 | 2.69 |
| 稜角子集水區 | 2.47 |
| 霞雲子集水區 | 1.37 |
| 總計 | 10.99 |

表4-3 子集水區崩塌面積大於 0.1 公頃須關注之統計表

| 編號 | 崩塌地編號 | 面積(公頃) | 子集水區 |
|----|-------|--------|--------|
| 1 | 53 | 0.1243 | 三光子集水區 |
| 2 | 58 | 0.9505 | 三光子集水區 |
| 3 | 17 | 0.2325 | 玉峰子集水區 |
| 4 | 47 | 0.2410 | 玉峰子集水區 |
| 5 | 54 | 0.2499 | 玉峰子集水區 |
| 6 | 15 | 0.5290 | 玉峰子集水區 |
| 7 | 46 | 1.0987 | 玉峰子集水區 |
| 8 | 20 | 0.2620 | 秀巒子集水區 |
| 9 | 48 | 2.0727 | 秀巒子集水區 |
| 10 | 62 | 0.2855 | 稜角子集水區 |
| 11 | 59 | 0.3905 | 稜角子集水區 |
| 12 | 88 | 0.1366 | 霞雲子集水區 |
| 13 | 86 | 0.2846 | 霞雲子集水區 |
| 14 | 10 | 0.4267 | 霞雲子集水區 |



圖4-13 石門水庫集水區須關注之崩塌地位置(編號86及88)



圖4-14 石門水庫集水區須關注之崩塌地位置(編號15、17、53及54)



圖4-15 石門水庫集水區須關注之崩塌地位置(編號48)

(2)防砂設施功能衰退及水庫淤積

石門水庫(含榮華壩)集水區具有地形陡峭、地質脆弱等特性，又經 921 地震後，表土鬆動，集水區常發生崩塌與土壤沖蝕現象，在這樣脆弱地文條件與極端水文條件下，集水區土砂下移情形只會日趨嚴重，導致水庫淤積與日俱增。

民國 96 年北水局針對集水區內 122 座防砂壩進行體檢調查，調查結果顯示 7 座(佔 5.7%)需修復以恢復其功能，71 座(佔 58.2%)列

為例行性體檢，7 座(佔 5.7%)已沖毀流失需重建，37 座(佔 30.3%)已沖毀流失不再列管。河道防砂壩之總防砂量為 3,571 萬立方公尺，扣除巴陵防砂壩(已災損)之 1,047 萬立方公尺，目前河道防砂量為 2,524 萬立方公尺，佔石門水庫設計庫容之 8.2%，惟目前均已大致淤滿，防砂功能衰退。

由圖 4-16 所示，可明顯看出單一颶風事件所造成的嚴重淤積情形，以 93 年艾利颶風為例，水庫土砂淤積量新增 2,788 萬立方公尺，造成水庫總蓄水容量減少 9%，在「石門水庫及其集水區整治計畫」執行後淤積率雖有減緩趨勢，但依前節土砂環境健檢分析，石門水庫的淤積率仍處於高度危害水庫，應持續辦理庫區清淤，並可利用河道放淤之方式，將淤泥抽至後池，並透過水庫排淤操作，將水庫淤泥以水力排砂方式排放至下游河道，確保水庫之蓄水量，延長水庫使用壽命。

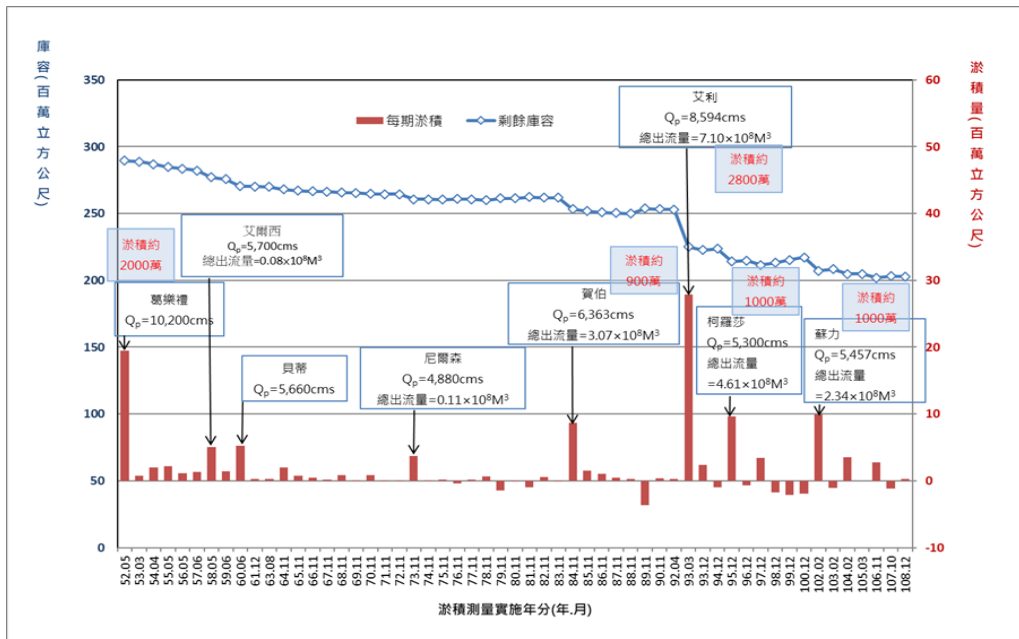


圖4-16 石門水庫歷年庫容及淤積量變化圖

另鳶山堰水庫集水區降雨自然沖刷及土砂崩塌無法避免，其水庫砂源主要來自集水區內之土壤降雨沖蝕與崩塌地自然崩塌量，如遇地震及強降雨將更加劇集水區之沖刷、崩塌，產生大量土石淤積，經推估每年由本集水區流入水庫之泥砂量為 38,750 立方公尺。惟鳶山堰水庫民國 73 年完工蓄水原設計庫容為 131 萬立方公尺，至民國 107 年庫容是 458.3 萬立方公尺，歷經 35 年庫容反而增加，主要係因由於河砂石挖採情形嚴重，加諸石門水庫因砂影響，平時砂源枯竭。颶洪時期石門水庫由排砂隧道進行排砂，下游中庄攔河堰及鳶山堰可同時開啟排砂閘門進行同步排渾、排砂、洩洪，以清除淤積之底泥，

因此水庫淤積情形並不嚴重。

(3)高濁度原水影響自來水供水穩定問題

高濁度的來源材料屬白石溪所經之石底層與巴陵層，岩性主要以暗灰色頁岩為主，其經由溪水沖刷大量風化與易消散水解之頁岩之崩塌土石，故形成下游黃灰色滾滾泥漿水流。高濁度原水主要原因係由集水區上、中、下游因素組合而成，上游由於本區地質頁岩特性、土地及道路開發整治、種植果樹經濟農作與大型崩塌於支流河道，引致大量細粒泥漿流入大漢溪主流；中游則因所有大型攔砂壩淤滿，歷次豪雨導致泥漿水無法沉澱而直接衝入下游，下游則因庫區與後池大量淤泥沉積，洩洪揚起的泥漿濁度遠超過自來水淨水場處理能力。

民國 93 年艾利颱風引發嚴重土石災害，導致石門水庫原水混濁，遠超過淨水廠處理能力，嚴重衝擊桃園地區民生用水。為確保石門水庫營運功能、保育上游集水區水域環境、穩定水庫供水能力及保障民眾用水權益等，以解決桃園地區缺水問題，95 年起實施「石門水庫及其集水區整治計畫」，其子計畫「上游集水區—集水區保育治理」於民國 100 年執行完畢，水庫淤積情況稍有減緩。惟後續仍應持續進行上游崩塌地復育工作，以因應極端氣候所導致之高強度降雨事件所導致原水高濁度情形亦為日後須持續面對的問題。

2.水質污染來源特性分析

(1)污水排放影響水質

石門水庫集水區各項活動日漸增加，此舉雖帶來產業經濟，惟尚須各權責機關即時有效地提供污染防治與處理措施。開發利益、環境保護與災害整治間挹注經費的衝突問題，亦需重視與考量。在復興區與尖石鄉未完成污水處理措施之前，高度開發將使水質日漸惡化，另如加計尚未具體量化的垃圾量與排放廢氣等，污染情形將更為嚴重。

依據環保署「105 年水庫營養鹽總量削減措施及技術規範研擬計畫」針對石門水庫遊憩地區、農林業地區及聚落地區佈設調查點位，進行污染排放量及水質調查，概述如表 4-4。依據污染熱點分析結果，污染主要集中於石門水庫庫區周圍、小烏來風景區及拉拉山風景區等三個區域。

表4-4 石門水庫集水區土地利用水質狀況

| 土地利用類別 | 調查結果概述 |
|--------|--|
| 遊憩區 | 遊憩地區小烏來之長虹橋水質，旺季水質較淡季差及假日水質較平日差，原由係因假日遊客人數增加及戲水，致使水中懸浮固體、大腸桿菌數、總磷及氨氮濃度增高。 |
| 農林區 | 農林地區採樣位置一為綠竹筍林地，二為火龍果園。火龍果園之總磷、化學需氧量及懸浮固體水質濃度高達3 mg/L、65 mg/L及133 mg/L。另外，綠竹筍林地之懸浮固體較火龍果園高，濃度達436 mg/L，主要因為綠竹筍多種植於陡坡上所造成，因此，集水區中坡度較陡之農地，其水體中挾雜懸浮固體之貢獻愈顯著。 |
| 聚落區 | 石門水庫集水區最主要的聚落集中於復興區都市計畫區及三民溪與湳仔溝流域，其污染行為主要為日常生活及商業活動，該計畫於鄰湳仔溝溪之承恩路擇一傳統住宅及一處餐廳與住宅處設置監測點，結果顯示具營業性質之餐廳住宅較傳統住宅之污染較為嚴重，且排放之污（廢）水內含菜渣及浮油，未經處理並直接排入鄰溪中，故生活污水對石門水庫水質的威脅十分嚴重，應設置合宜之污水處理系統，以期改善水體水質。 |

其中，石門水庫庫區周圍係熱點中最大者，污染來源同時包含點源及非點源等兩種，其污染貢獻占總量的 20.8%，且鄰近石門水庫蓄水範圍，污染的影響程度甚於其他熱點，且桃園市政府已規劃將此區劃定為「石門水庫總磷管制區」，為符合水利署「加強水庫集水區保育治理計畫」之執行目標原則，故應優先列為水質改善治理區域；小烏來風景區中，大多數為建築用地，遊客所產生之污染量皆沒有進行處理，建議後續應進行點源污染之接管處理；在拉拉山風景區，雖然也有部分之住宅區和餐廳，但並無石門水庫庫區周圍及小烏來風景區多，但此區域主要為巴陵拉拉山與雪霧鬧地區，以種植果樹經濟作物為主，山上多為農地，因此該區域主要削減為非點源污染為主。因此，拉拉山風景區區域的水質控制策略應著重於非點源污染的削減。

鳶山堰水質部分，庫區上游水質屬於環保署依水污染防治法公告陸域地面水體分級標準之乙類水體標準，分析 89 年至 106 年 10 月各測站溶氧、生化需氧量、懸浮固體、氨氮及總磷之歷年水質達成率，板新取水口之達成率偏低，其中總磷達成率僅約 35.9%。總磷與水庫優養化相關，恐導致鳶山堰水庫水質優養化，污染主要來源可能是農民施磷肥促進果樹開花結果及增進根系形成，與居民的排泄物和含磷的洗滌劑。主要污染來源有點源污染及非點源污染，依據 107 年 6 月 14 日核定「鳶山堰集水區保育實施計畫 107-111 年」報告推估，點源污染係採每人每日污染量與人口數相乘而得，非點源污染係採各類型土地利用面積與單位面積污染負荷值相乘而得，推估集水區點源總磷污染負荷量每年 41.47 噸，非點源總磷污染負荷量每年

9.45 噸，故集水區內水質污染主要來源為點源污染。

水庫集水區的保育除了採用工程措施來達到預期成效之外，民眾參與及環境教育等非工程措施亦應同步進行，因此可多推動水源保育社區，透過社區營造活動推廣，如保育社區推動與巡守志工參與，使居民愛護家園及民眾珍惜環境，宣導正確水源保育觀念，以提升民眾水資源保育觀念。

(2) 農肥使用觀念不佳影響水質

依據「石門水庫集水區地理資訊系統圖資更新及維護計畫(2/2)」(經濟部水利署北區水資源局，106)石門水庫集水區之土地利用自 95 年至 106 年之變化比較詳表 2-4。觀察自 95 年至 106 年的土地利用變化，石門水庫集水區之農地面積(水田、旱田、檳榔、茶園、果園)的面積約為 2,930 公頃，佔石門水庫集水區土地類別的 3.59%。然而，就其空間區位上之分布而言，多數集中在主要溪流之兩岸。因此，農耕行為可能所造成之非點源污染，仍是影響水庫水質的重要因素。另依據桃園市復興區之統計年報資料，得知近年來復興區內總農作物收穫面積約 855 公頃，種植農作物以綠竹林所佔面積最大，五年來平均面積約為 289.6 公頃，約佔全部農作物面積的 33.9%；果樹則主要為水蜜桃，五年來平均面積約為 285.0 公頃，約佔全部農作物面積的 33.3%。而依據農作物合理化施肥量，並根據農作物收穫面積，推算復興區各項農作物之合理化施肥量。得知近五年來復興區總農作物可施肥量分別為 N 314.7 公噸/年、 P_2O_5 142.2 公噸/年及 K_2O 237.1 公噸/年，其中以綠竹林及水蜜桃施肥量為最大，N、 P_2O_5 及 K_2O 含量分別約為 155.9 及 100.3 公噸/年、72.4 及 50.2 公噸/年、130.3 及 75.2 公噸/年，兩者 N、 P_2O_5 及 K_2O 含量約佔全部農作物之合理化施肥量的 81.4%、86.2% 及 86.7%。另大溪區中新里為韭菜專業區，種植面積廣達 70 公頃，韭菜一年可以採收 6~8 次，又多用基肥施肥，使得基肥用量甚大。

另依據經濟部水利署「108-109 年度水庫集水區保育治理重大計畫成效評估」計畫研究，鳶山堰非點源污染潛勢為 76，高於石門水庫集水區，應於鳶山堰集水區評估合適之低衝擊開發設施之設置地點，例如中新里韭菜專業園區，並搭配坡度範圍、排水路匯集程度、與承受水體之距離及地主意願等原則，進而建立候選場址之土地分類建檔作業，進行示範場域之篩選與評估作業，另應要長期辦理推廣活動，與民眾進行溝通，讓民眾能瞭解設施的功能與運作情形，並設置導覽解說牌及美化環境，達成景觀營造與環境教育之功能。

三、 執行步驟(方法)與分工

1. 分工

計畫係依行政院於 95 年 3 月 20 日核定「水庫集水區保育綱要」推動，各項工作之分工內容詳表 4-5。

表4-5 集水區計畫分工表

| 專責項目 | 權責機關 | 工作項目 |
|--------|-------------------------------------|---|
| 協調、分工 | 經濟部水利署 | 協調各單位分工、督導水庫管理單位配合之工作項目 |
| 水土保持 | 農委會水土保持局 | 水庫蓄水範圍以外及林班地以外之國有山坡地治理 |
| | 經濟部水利署北區水資源局 | 水庫蓄水範圍內及環湖道路之治理 |
| | 農委會林務局 | 林班地之 1.崩塌地治理、2.野溪蝕溝治理(河川界點以上)及 3.森林經營管理 |
| | 新北市政府、桃園市政府及新竹縣政府 | 道路水土保持(縣道及農路) |
| | 交通部公路總局 | 道路水土保持(省道) |
| 水質改善 | 行政院環保署、新北市政府、桃園市政府及新竹縣政府 | 水質監測 |
| | 內政部營建署、新北市政府、桃園市政府及新竹縣政府 | 都市計畫區生活污水處理規劃 |
| | 農委會農糧署、 | 合理化施肥宣導 |
| 土地利用管制 | 內政部營建署、內政部地政司、林務局、新北市政府、桃園市政府及新竹縣政府 | 1.水庫分級、土地分區管制、2.嚴格執行合法及非法之土地利用及管理(新北市政府、桃園市政府及新竹縣政府)、3.國有林地出租造林補償收回 |
| 調查、宣導 | 新北市政府、桃園市政府及新竹縣政府 | 1.事業廢水排放檢測、2.查報取締違建、危害水質之行為、3.土石流疏散避難演練與宣導 |
| | 經濟部水利署北區水資源局 | 1.集水區生態保育、2.加強巡查取締污染水庫行為、3.庫區環境維護 |
| | 農委會水土保持局 | 1.土石流防災宣導、2.水土保持宣導 |
| | 行政院農委會 | 1.棲地環境及生態調查、2.土地利用管理監測、3.推廣生態保育並培育環境解說教育義工 |
| | 台灣自來水公司第十二區管理處 | 查報取締違建、危害水質之行為 |
| 成效評估 | 行政院環保署 | 評估各項水質改善措施成效 |
| | 經濟部水利署北區水資源局 | 定期辦理水庫淤積測量，瞭解整治後土砂變化情況 |

2. 執行策略

將水庫集水區保育工作與健檢指標分類，如圖 4-17，河道治理

或邊坡保護、道路等相關設施維護、山坡地治理、林班地治理、道農路及國有非公用土地清查及管理可有效降低崩蝕深度，亦可降低淤積率及含砂濃度；林班地造林、國有非公用土地清查及管理與國有林地出租造林地補償收回可提高森林覆蓋率，進而降低崩蝕深度，集水區土砂部分應降低崩蝕深度，各權責機關於集水區之抑制土砂量為重要之目標。

土地巡查、取締、管理、水土保持宣導、都市計畫區生活污水處理規劃及推動集水區低衝擊開發設施可提高點源污染處理率，降低自來水廠處理成本；水土保持宣導、檢討訂定水庫集水區農藥及肥料使用管理規範與推動集水區低衝擊開發設施可降低農業非點源污染潛勢，降低總磷及氮排放至河川，提高點源污染處理率及降低農業非點源污染潛勢，可使 CTSI/RPI 符合水體標準。

依據彙整前述集水區背景資料，分析集水區未來環境預測及問題評析，提出集水區相關工作指標建議措施，詳表 4-6。考量道路及交通可行性，109 年臨路 1 公里內之崩塌地共 47 處，多集中於秀巒、三光和棱角等子集水區，可參考相關位置及保全標的，檢討治理先後順序，持續辦理路面維護及庫區清淤作業，以期減少土石流入庫區並保護人民安全。因鳶山堰集水區農業污染潛勢較高，建議於中新里韭菜專業園區，進行示範場域之篩選與評估作業，以期降低農業非點源污染潛勢。

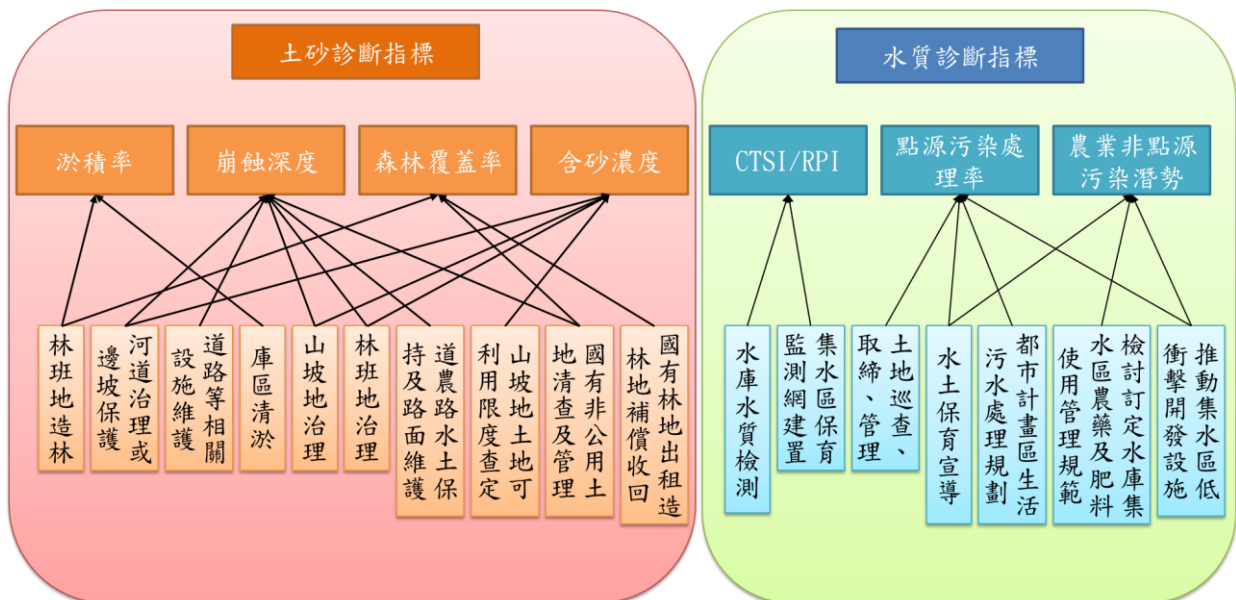


圖4-17 健檢項目指標與執行策略關聯圖

表4-6 110年各項工作指標建議措施

| 目標 | 績效指標 | 110年量化目標 | | 建議措施 |
|---------|--------------|------------------|---------------|--|
| | | 單位 | 原訂目標 | |
| 集水區土砂減量 | 防止土砂下移 | 處 | 17 | 預計透過臨路1公里內之崩塌地現地勘查，以利提供治理單位做參考依據。 維持道路路面維護。 |
| | 抑制土砂量 | m ³ | 152,000 | |
| | 道路路面維護面積 | m ² | 289,500 | |
| 改善水源水質 | 土石流警戒基準值檢討 | 區 | 39 | 持續檢討土石流警戒基準。 |
| | 水土保持宣導場次 | 場/次 | 演練 2 宣導 30 | 持續辦理宣導活動。 |
| | 推動集水區低衝擊開發設施 | 處 | 5 | 於中新里韭菜專業園區，進行示範場域之篩選與評估作業。 |
| 水庫延壽 | 河道、庫區清淤 | 萬 m ³ | 390 | 持續辦理清淤，亦可利用河道放淤方式增加清淤量。 |
| | 防淤隧道新建 | 公尺 | 400 | 建議如期完成，提高水庫庫容。 |

第五章、行政協助

5.1 參與石門水庫及其集水區相關會議

參與石門水庫及其集水區相關會議，如召開研商水庫集水區保育實施計畫提報相關事宜會議及前瞻協調計畫討論會議等，以利了解相關單位目前執行情形，參與會議詳如表 5-1。

表5-1 石門水庫及其集水區相關會議

| 日期 | 會議名稱 | 決議 |
|-----------|---|---|
| 108.01.25 | 水庫集水區保育實施計畫審查-石門、榮華壩、鳶山堰、寶山第二、寶山、隆恩堰 | <ol style="list-style-type: none"> 1.請保育組以已核定之 95 座水庫集水區保育實施計畫之內容為參考依據，並參考水源組庫容維持計畫評估(提出 13 座優先水庫)，於今年 6 月底前提出水庫集水區水源優化計畫，評估提出須強化保育之關鍵水庫集水區。 2.請保育組加速水庫集水區經濟分析之研究，提出以政府立場(非僅為水利署立場或水庫管理機關立場)之經濟評估指標。 3.石門、榮華壩、鳶山堰、寶山第二、寶山、隆恩堰集水區保育實施計畫經審查原則通過，請北區水資源局一委員及各單位意見修正補充，並請水利署總工程司督導確認修正完妥後，循程序核定。 |
| 108.03.20 | 研商石門、榮華壩、鳶山堰、寶山第二、寶山及隆恩堰水庫集水區保育實施計畫修正事宜 | 有關本次北區水資源局所提石門、榮華壩、鳶山堰集水區保育實施計畫修正版，業將現行相關重大計畫整合，並經各相關單位再次檢視已依前次審查會議意見修正完妥，請北區水資源局再依本次會議勘誤意見更正後報署，並請保育事業組循報院程序，提報經濟部水資源審議委員會審議。 |
| 108.04.25 | 石門水庫集水區北水局相關保育工作推動橫向聯繫會議 | <p>一、經本次會議研商各委辦案請依下列重點原則辦理：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.集水區保育各委辦案應妥為規劃資源分享，且資源以不重複投入並妥善分配利用為原則，掌握議題重點精準執行，以期發揮最大效益。 2.未來集水區保育工作推動應具永續性，朝輔導社區(部落)或志工等能自主自足發展，且開發具在地特色產業，儘量讓年輕人有機會返鄉工作。 3.各集水區保育議題(如土砂控制、水質改善、防減災等)應先釐清，再策訂量化執行目標及期程，以利考核達成績效。 <p>二、「專案管理」主要係指資料彙整分析提出決策建議及管控執行，未來本橫向聯繫會議請納入「108-109 年度北區水庫集水區保育治理專案管理」委託服務執行工作，原則每 2 個月召開一次會議，請執行團隊(國立台灣大學)配合辦理。</p> |

表 5-1 石門水庫及其集水區相關會議(續)

| 日期 | 會議名稱 | 決議 |
|-----------|---|---|
| 108/10/31 | 經濟部水資源審議委員會第 87 次委員會議-水庫集水區保育實施計畫(草案)審議 | <p>一、水資源是非常重要的，台灣需要水庫來提供珍貴的水資源，所以水庫集水區的保育是相對重要，本次兩案的實施計畫請依照各位委員意見做修正。</p> <p>二、過去已經建立水庫健檢的七項指標，建議未來在相關工作之管考與檢討，依照這七項指標執行成果來作呈現。</p> <p>三、水庫集水區保育有賴於各個機關的協力合作，這其中尚涉及土地利用的部分，尤其地方政府的腳色更為重要，委員會呼籲各機關應就實施計畫落實辦理各項作業。</p> <p>四、水庫庫容維持固然重要，但對於過去已淤積在水庫的淤積物，也需要加強處理，此部分經濟部水利署及相關管理機關都已落實處理之中，但水庫淤積的運移受氣候變遷影響，有著無法預測之現象，本實施計畫就原來常態標準作相當作為，在此作為下期待維持一定之水庫庫容。</p> |
| 109/09/26 | 「前瞻基礎建設—加強水庫集水區保育治理」109 年第 3 次執行工作會議(跨部會) | <p>一、討論前次會議決議事項辦理情形。</p> <p>二、報告截至 109 年 8 月底執行情形。</p> <p>三、加強水庫集水區保育治理計畫(第一次修正)已核定，請各單位依相關程序辦理後續計畫。</p> <p>四、請各執行單位加強實支比。</p> |
| 109/10/13 | 「前瞻基礎建設—加強水庫集水區保育治理 110-111 年執行計畫書(草案)」預審會議 | <p>一、本計畫已於 109 年 4 月 22 日召開會議協調並確認各單位經費分配及目標值。</p> <p>二、依上述會議提報 110-111 年執行計畫書(草案)，邀水利署內各相關單位召開預審作業，以利後續提報水與發展工作小組之進行。</p> |
| 109/11/05 | 109 年度經濟部水利署「水庫集水區保育實施計畫」教育訓練 | <p>一、講授水庫集水區土砂防治及水體水質改善相關議題。</p> <p>二、說明保育實施計畫編撰手冊之使用指南，期能精進水庫集水區保育工作之執行，進而達到水庫永續利用之目的。</p> |

5.2 相關簡報製作及協辦成果發表

將依據契約之期程，在期程內應北水局要求協助完成相關報告彙整與撰寫、印製及相關會議中之簡報製作及協辦成果發表等，務求達到北水局之要求，並希望藉由本計畫之成果達到預期之功效。

製作 108 年 1 月 25 日「水庫集水區保育實施計畫審查-石門、榮華壩、鳶山堰、寶山第二、寶山、隆恩堰」會議簡報、108 年 3 月 20 日「石

門、榮華壩、鳶山堰、寶山第二、寶山、隆恩堰水庫集水區保育實施計畫修正事宜」會議簡報及 109 年 10 月 13 日「前瞻基礎建設—加強水庫集水區保育治理 110-111 年執行計畫書(草案)」預審會議簡報。

5.3 專人派駐北水局辦理相關行政協助工作

一、 行政協助

本計畫執行單位眾多，研究及調查資料較為零散，也增加橫向連結困難性，致使難以掌握環境動態與關鍵問題。有鑑於此，計畫執行期間相關研究成果等完整資料由派駐專人協助支援辦理，取得上述計畫各執行單位分工項目執行進度、成果等資料，進行整理分析。將各執行單位交付之各項工作進度及成果資料、執行計畫資料進行整理，並依規定計畫書格式進行彙整成冊，撰寫年度執行計畫及實施成果報告。至經濟部水利署專案管考系統，協助辦理績效評核資料填寫作業，完成填報日期如表 5-2，系統首頁及填列頁面如圖 5-1 至圖 5-3。

表5-2 專案管考系統完成日期

| 完成日期 | | | |
|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 108/03/08 | 108/04/03 | 108/05/06 | 108/06/05 |
| 108/07/05 | 108/08/05 | 108/09/05 | 108/10/05 |
| 108/11/06 | 108/12/05 | 109/01/06 | 109/02/06 |
| 109/03/05 | 109/04/06 | 109/05/05 | 109/06/05 |
| 109/07/05 | 109/08/04 | 109/09/05 | 109/10/06 |



系統聯絡人： 水利署／綜合企劃組／張家榮先生 TEL：04-22501153 E-mail：a600100@ms1.wra.gov.tw

檔案下載：[水利署專案管考系統操作手冊](#)

(http://wramobile.wra.gov.tw/wcapro_2011/default.aspx)

圖5-1 經濟部水利署專案管考系統

您目前登入為使用者：北水局管理者 群組：北區水資源局 角色：所屬機關管理

列管計畫進度登錄

| | |
|--------|--|
| 列管計畫年度 | 109 ~ 109 |
| 列管級別 | 全部 |
| 計畫群組 | 全部 |
| 主辦單位 | |
| 預算型式 | 全部 |
| 所屬機關 | 北區水資源局 |
| 關鍵字 | 加強 💡可輸入列管計畫編號、列管計畫名稱之關鍵字查詢，輸入多個關鍵字請以空白隔開。 |

執行查詢

※紅色為當月未更新，綠色為當月已更新

| 筆次 | 排序ID | 列管計畫編號 | 列管計畫名稱 | 主辦單位 | 最近更新日期 |
|---|------|------------|---------------|-------|------------|
| 1 | 12 | 1090000012 | 加強水庫集水區保育治理計畫 | 保育事業組 | |
| 年度(民)：109(保育事業組) 109(北區水資源局) 109(中區水資源局) 109(南區水資源局) 109(台北水源特定區管理局) | | | | | 2020/11/06 |

圖5-2 經濟部水利署專案管考系統 11 月填報頁面

經濟部水利署109年度列管計畫截至10月底止執行情形檢討表(所屬機關部分)

主辦單位:保育事業組

執行單位:

北區水資源局

專案管理 11.1.2020

| 序號 11 | 計畫名稱 | 工作進度 | | | | 預算執行 | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------|---------------|---|------|------------------|------|----------------|--------|----------------|--------|----------------|----------|-----------|--------|------------|-------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | | 計畫總累計執行進度(%) | | 109年度10月份執行進度(%) | | 109年度可用預算數(千元) | | 截至10月累計分配數(千元) | | 截至10月累計支出數(千元) | | 應付未付數(千元) | | 節餘數(千元)(5) | | 支出比(%) | 執行率(%) | 達成率(%) | 應付未付數占累計執行數比率(%) |
| | | 實際 | 差異 | 實際 | 差異 | 109年度 | 合計(1) | 109年度 | 合計(2) | 109年度 | 合計(3) | 109年度 | (4) | 109年度 | 合計(5) | (6)=[(3)+(4)]/(2) | (7)=[(3)+(4)]/(2) | (8)=[(3)+(4)]/(1) | (9)=[(3)+(4)]/(5) |
| | | 預定 | | 預定 | | 保留款 | | 保留款 | | 保留款 | | 保留款 | | 保留款 | | 保留款 | | | |
| 10月 | 加強水庫集水區保育治理計畫 | 88.00 | | 88.00 | | 76,000 | 86,653 | 61,330 | 71,983 | 33,998 | 43,477 | 26,483 | 27,284 | 0 | 0 | 60.40 | 98.30 | 81.66 | 38.56 |
| | | 86.00 | 2.00 | 86.00 | 2.00 | 10,653 | | 10,653 | | 9,479 | | 801 | | 0 | | | | | |
| 9月 | | 84.00 | | 84.00 | | 76,000 | 86,653 | 55,830 | 66,483 | 23,083 | 31,627 | 32,120 | 33,856 | 0 | 0 | 47.57 | 98.50 | 75.57 | 51.70 |
| | | 80.00 | 4.00 | 80.00 | 4.00 | 10,653 | | 10,653 | | 8,544 | | 1,736 | | 0 | | | | | |
| 8月 | | 76.00 | | 76.00 | | 76,000 | 86,653 | 43,530 | 54,183 | 21,876 | 30,420 | 21,032 | 22,768 | 0 | 0 | 56.14 | 98.16 | 61.38 | 42.81 |
| | | 76.00 | 0.00 | 76.00 | 0.00 | 10,653 | | 10,653 | | 8,544 | | 1,736 | | 0 | | | | | |
| 執行情形 | | 1.北水局前瞻基礎設計畫-加強水庫集水區保育治理第二期109年度辦理四件委辦案及一件工程案，委辦案已於108年2月全數完成發包，並依約執行中，工程案於108年12月開工，並於109年8月25日報竣。2.108及109年度石門水庫集水區加強非點源污染削減設施推動，109年度5座低衝擊開發設施已施作完畢，餘依約執行中。3.108-109年度北區水資源局轄區重要水庫壩堰魚道環境生態調查，本案於109年8月31日提送第五次期中報告，擇期召開審查會議，餘依約執行中。4.108及109年度石門水庫集水區水源保育社區推動，本案於109年6月30日提送第四次期中報告書，7月15日召開審查會議，原則通過，餘依約執行中。5.108-109年度北區水庫集水區保育治理專案管理，本案於6月29日召開第5期報告書審查會議原則認可，餘依約執行中。6.連江縣政府前瞻基礎設計畫-加強水庫集水區保育治理第二期辦理一件委辦案及四件工程，委辦案於108年7月23日完成評選，餘依約執行中；第五標工程於108年7月16日完成決標，已於108年12月17日竣工；第六標工程已於108年12月3日完成決標，已於109年9月30日竣工，預計109年11月辦理請款作業；第七標於109年7月1日決標，並於7月13日開工；第八標於109年7月2日決標，並於7月8日開工。 | | | | | | | | | 落後原因摘要說明 | | | | | | | | |
| 應付未付數占累計執行數達50%以上說明原因 | | 本年度應付未付數26,483千元，包含本局一件工程案廠商未提估驗計價計1,975千元與連江縣政府本年度廠商未提出估驗計價計18,008千元，發包節餘款6,500千元；以前年度廠商未提領預付款801千元。 | | | | | | | | | 檢討改進措施 | | | | | | | | |
| 預定趕上進度日期 | | | | | | | | | | | 管考建議檢討結論 | | | | | | | | |

圖5-3 經濟部水利署專案管考系統 11 月填報內容

依據「水利署辦理加強水庫集水區保育治理計畫補助作業注意事項」規定，北水局補助連江縣政府辦理「前瞻基礎建設-加強水庫集水區保育治理計畫」，為管控計畫執行及經費支用情形，並實際瞭解馬祖地區水庫集水區保育治理工程之執行進度及生態檢核落實情形，應辦理訪查。於 109 年 9 月 14 日辦理馬祖地區查核，訪查重點為保育治理工程進度執行情形、請款核銷進度情形、每月補助支用情形表按時陳報情形、是否依「水庫集水區工程生態檢核執行參考手冊」規定辦理各階段生態檢核、公民參與及資訊公開辦理情形。經查核後，茲摘錄部份重要結論如下：

- 1、工程第六標為水利署 109 年在建工程提前 10% 完工控管之工程，請連江縣政府以提前 10% 完工為目標加速趕辦，另工程第 8 標目前稍有落後，請連江縣政府督促承包廠商加緊趕辦。
- 2、請連江縣政府依據「水利署辦理加強水庫集水區保育治理計畫補助作業注意事項」第七點第一項規定，儘快請領工程第八標第一期款；另依本要點第七點第三項規定，補正 109 年 7 及 8 月之補助費支用情形表，並於爾後每次月十五日前按時提送。
- 3、請連江縣政府持續辦理各階段之生態檢核措施及邀請生態學者專家辦理教育訓練，並於網站公開生態檢核及民眾參與等相關資料。



圖5-4 訪查會議討論



圖5-5 工程第五標現地訪視



圖5-6 工程第七標現地訪視

二、局內橫向聯繫

針對北水局保育課執行石門水庫相關保育工作委辦案，應妥為規劃資源分享，且資源以不重複投入並妥善分配利用為原則，掌握議題重點精準執行，以期發揮最大效益。辦理橫向聯繫會議，主要係資料彙整分析並提出決策建議及管控執行，於108年4月25日進行橫向聯繫會議。巡守協管計畫於108年11月8日辦理石門水庫巡守志工表揚大會，並邀請水源保育社區計畫及非點源污染削減設施推動計畫

分享目前推動成果。橫向聯繫會議參與案件如下：

- 108 及 109 年度石門水庫集水區水源保育社區推動
- 107 及 108 年度石門水庫自來水水質水量保護區巡守協管(2/2)
- 108 及 109 年度石門水庫集水區加強非點源污染削減設施推動
- 108 年度石門水庫及寶山第二水庫崩塌地等處理工程設計監造委託技術服務
- 108 及 109 年度北區水庫集水區保育治理專案管理

石門水庫集水區當前面臨之主要保育議題為「土砂控制」及「水質改善」，橫向聯繫未來重點工作將以這兩大議題設定，「土砂控制」部分，以集水區保育工程為主體，透過熱點分析找到優先執行點位順序，再結合地方民力及智慧，做為集水區保育工程選點之依據，如圖 5-7 所示；「水質改善」部分，可透過熱點分析做法，朝以社區(或部落)為單位結合民力進行監測規劃，具體量化造成水庫水質不佳之原因，如圖 5-8 所示，以研擬改善策略及具體措施。

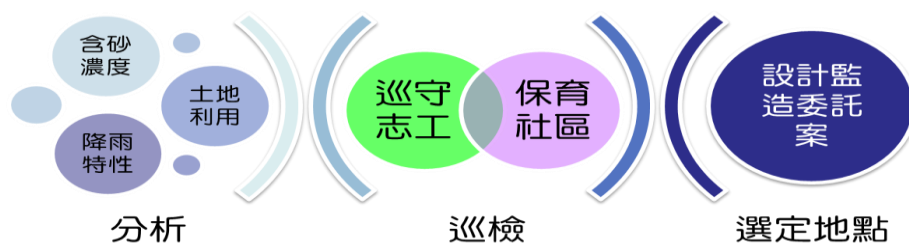


圖5-7 土砂控制規劃圖

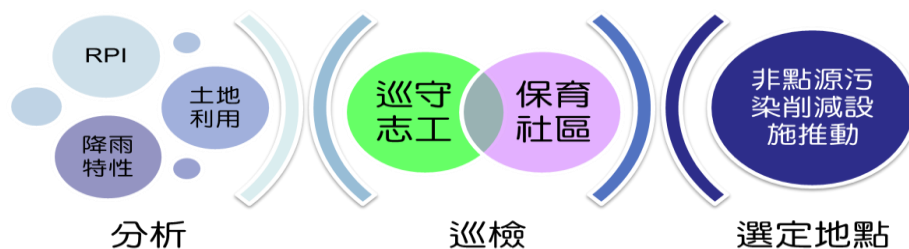


圖5-8 水質改善規劃圖

除上述兩大議題，以集水區防災、減災、社區營造、在地產業輔導等為次議題，並依各委託服務可投入資源提出未來願景，以綠色基盤為預期成果，如圖 5-9，其中包含人本交通、社區與開放空間、生態與棲地、食物能源與代謝及水文，並列出夏令營與環境教育、友善耕作、建立通訊系統、建立果樹認養機制、環保清潔劑與有機堆肥、辦理合法露營區、輔導生態結合當地居民工法及推廣為水力發電，社區發展 8 大項目，其中保育社區於 108 年舉辦 1 次夏令營，辦理 1 場

環保清潔劑培力課程，如圖 5-10，應可做為未來提高地方參與集水區保育之誘因，圖 5-11 為各計畫相互運用規劃圖。

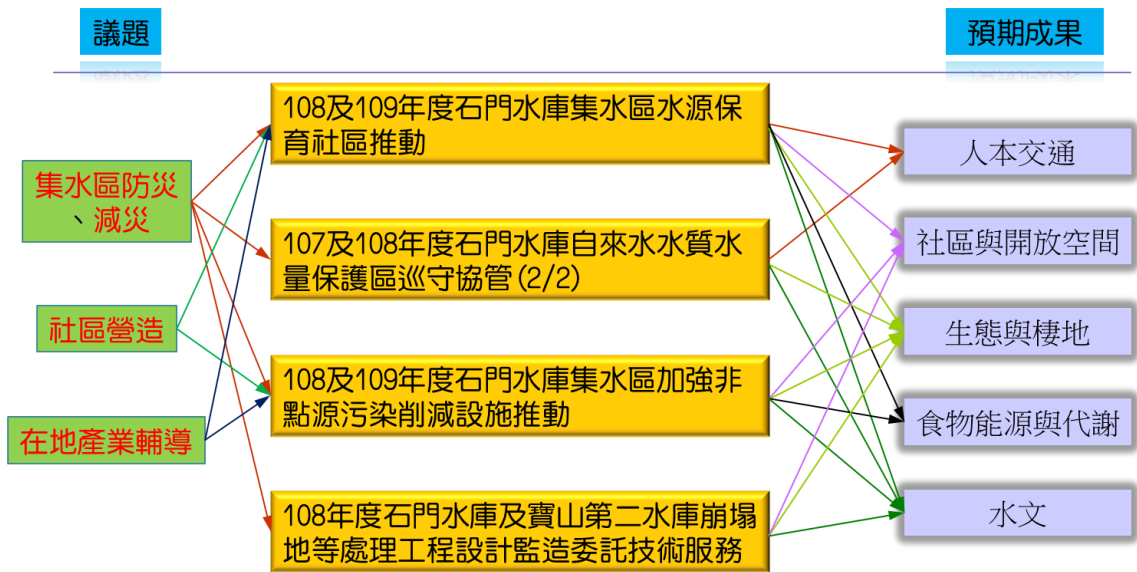


圖5-9 綠色基盤預期成果規劃圖

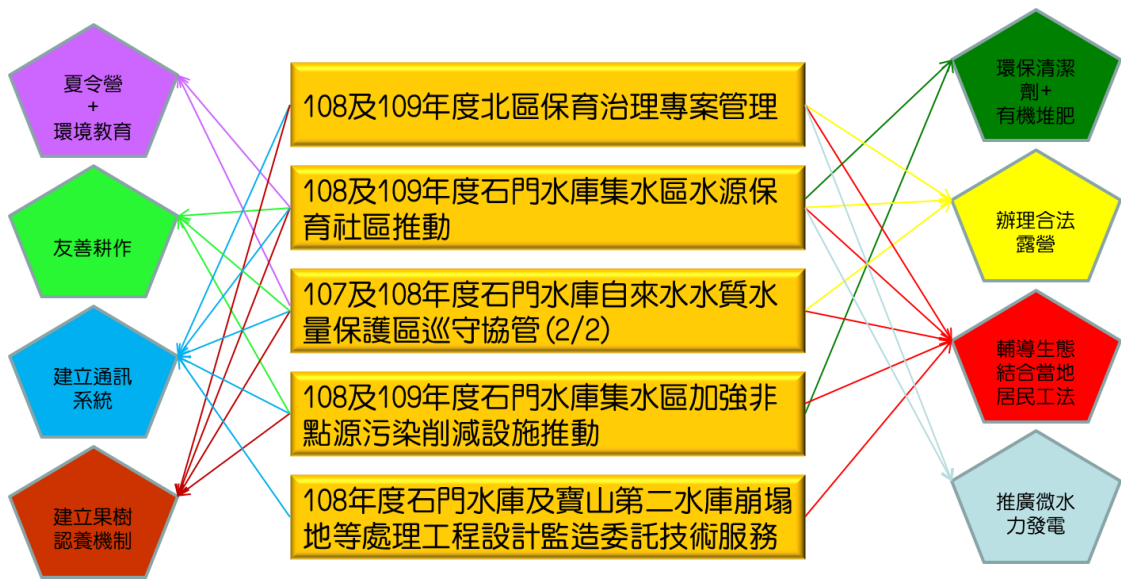


圖5-10 社區發展八大項目規劃圖

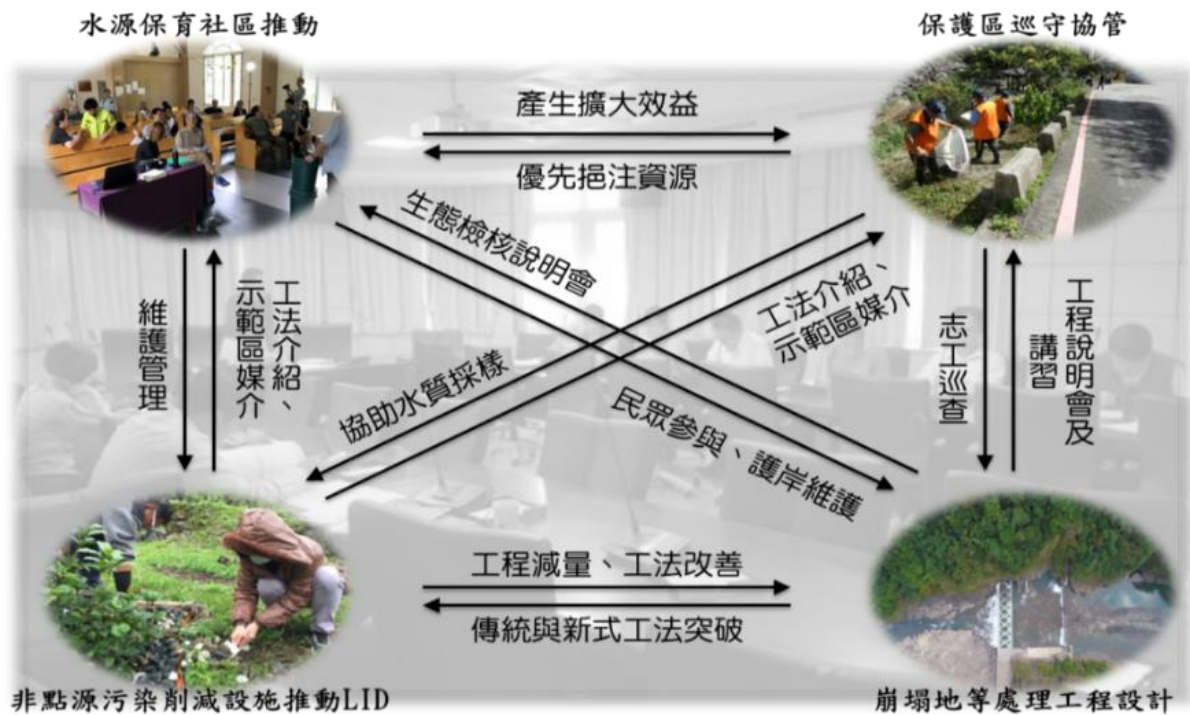


圖5-11 各計畫相互運用規劃圖

5.4 其他行政協助事項

- 一、協辦北水局北部區域重要水庫集水區年度實施成果與年度執行計畫初審作業：北部區域重要水庫包括寶山水庫、寶山第二水庫、新山及西勢水庫、永和山水庫、鳶山堰、隆恩堰、羅東堰等水庫。年度實施成果與年度執行計畫將依經濟部水利署期程提送，本執行單位協辦北水局辦理初審，並提供初審意見，例如文字誤繕、相關數據檢核及確認圖表內容。
- 二、協辦北水局北部區域重要水庫前瞻計畫年度實施成果報告及年度執行計畫初審作業：經濟部水利署為利推動「前瞻基礎建設計畫-水環境建設計畫(水與發展)-加強水庫集水區保育治理計畫」補助連江縣政府辦理相關工作，106-107 年度辦理馬祖地區水庫集水區保育治理工程(第一標)、(第二標)、(第三標)及(第四標)與馬祖地區水庫集水區保育治理專案管理計畫，業依約執行完畢，於 108 年 11 月底完成彙整連江縣政府前瞻基礎建設計畫 106-107 年度實施成果報告。

三、協辦北部區域水庫集水區保育相關業務之專業諮詢及行政協助等事項：包括書面資料彙整及預審、成果檢討報告之彙整分析與其他協助事項。彙整「石門水庫、榮華壩水庫及鳶山堰水庫集水區保育實施計畫」(109-111年)，歷程如表 5-3 所示。於 108 年 5 月 24 日「前瞻加強水庫集水區保育治理計畫」生態檢核辦理情形訪查，協助聯繫訪查單位及受查單位。彙整前瞻基礎建設計畫—水環境建設計畫（水與發展）—加強水庫集水區保育治理」110-111 年度執行計畫，歷程如表 5-4 所示。

表5-3 保育實施計畫提報歷程

| 日期 | 提報歷程 |
|-----------------|---|
| 107 年 8 月 15 日 | 開始彙整各執行單位 108-111 年目標量及經費。 |
| 107 年 10 月 29 日 | 經濟部水利署北區水資源局審查「石門水庫、榮華壩水庫及鳶山堰水庫集水區保育實施計畫」(108-111 年)初審。 |
| 108 年 1 月 25 日 | 經濟部水利署研商水庫集水區保育實施計畫-石門、榮華壩水庫、鳶山堰水庫、寶山第二、寶山、隆恩堰。 |
| 108 年 3 月 20 日 | 經濟部水利署研商石門、榮華壩水庫、鳶山堰水庫、寶山第二、寶山及隆恩堰水庫集水區保育實施計畫修正事宜。 |
| 108 年 4 月 12 日 | 依據經濟部水利署召開之會議審查意見修正完畢，送署報水資源審議會。 |
| 108 年 10 月 31 日 | 經濟部水資源審議委員會審議 |
| 109 年 2 月 5 日 | 協助修正「石門水庫、榮華壩水庫及鳶山堰水庫集水區保育實施計畫」(108-111 年)，期程改為(109-111 年)。 |
| 109 年 3 月 17 日 | 協助回應國家發展委員會等相關單位審議意見。 |

表5-4 加強水庫集水區保育治理 110-111 年度執行計畫提報歷程

| 日期 | 提報歷程 |
|-----------------|--|
| 109 年 5 月 8 日 | 以電子郵件寄送資料惠請桃園市政府、連江縣政府及北水局提供與確認 110-111 年執行計畫內容、目標量及經費。 |
| 109 年 5 月 22 日 | 收集各單位資料，彙整成 110-111 年年度執行計畫。 |
| 109 年 5 月 26 日 | 協助經濟部水利署北區水資源局彙整完成前瞻基礎建設計畫—水環境建設計畫（水與發展）—加強水庫集水區保育治理」110-111 年度執行計畫初稿。 |
| 109 年 10 月 13 日 | 「前瞻基礎建設—加強水庫集水區保育治理」110-111 年度執行計畫書(草案)預審會議 |

參考資料

1. 中興工程顧問股份有限公司、亞新工程顧問股份有限公司(2008)「易淹水地區上游集水區地質調查與資料庫建置－集水區地質調查及山崩土石流調查與發生潛勢評估計畫－大漢河流域」，中央地質調查所。
2. 內政部營建署(2005)「石門水庫集水區土地利用整體規劃報告」。
3. 水利署(2006)「石門水庫集水區保育整體方案」，經濟部水利署。
4. 朱達人(2005)「石門水庫上游集水區防砂壩現況與管理分析」，臺灣林業期刊，Vol.31，No.3，第 49-57 頁，2005。
5. 水土保持局(2006)，石門水庫集水區保育治理計畫網站，<http://smr.swcb.gov.tw/>。
6. 吳岳霖(2007)「土壤沖蝕指標模式應用於石門水庫集水區土砂流失量推估之研究」，國立中興大學水土保持學系碩士論文。
7. 吳輝龍、施純富、蔡真珍、劉昌文(2003)「集水區崩塌地治理優先順序之研究」，中華水土保持學報，第 35 期，第二卷，第 187-198 頁。
8. 財團法人工業技術研究院(2006)「石門水庫集水區航照判釋及地理資訊查詢系統建置」，經濟部水利署。
9. 財團法人臺灣水利環境科技研究發展教育基金會(2007)「96 年曾文水庫集水區產砂量估算及崩塌地變遷判釋與整治策略規劃」，經濟部水利署南區水資源局。
10. 財團法人臺灣水利環境科技研究發展教育基金會(2008)「石門水庫集水區產砂量推估與數位式集水區綜合管理研究計畫－白石溪與三光溪集水區」，經濟部水利署北區水資源局。
11. 財團法人農業工程研究中心(2009)「石門水庫上游集水區流量與含砂量量測及水文數化資料庫建立」，經濟部水利署北區水資源局。
12. 財團法人臺灣水利環境科技研究發展教育基金會(2008)「石門水庫集水區產砂量推估與數位式集水區綜合管理研究計畫」，經濟部水利署北區水資源局。
13. 國立中興大學(2006)「水庫集水區崩塌地潛勢分析及崩塌土方量估算之研究(3/3)」，經濟部水利署。
14. 國立臺灣大學(2008)「石門水庫水質監測水域生態環境及非點源污染調查研究」，經濟部水利署北區水資源局。
15. 國立臺灣大學(2009)「石門水庫集水區泥砂推估與處置綜合評析計畫」，經濟部水利署北區水資源局。
16. 國立臺灣大學(2009)「治山防洪綱要計畫研擬與規劃決策系統建置(第

二年)」，水土保持局。

17. 國立臺灣大學(2009)「石門水庫集水區泥砂推估與處置綜合評析計畫」，經濟部水利署北區水資源局。
18. 康技技術顧問股份有限公司(2009)「石門水庫上游攔砂壩清淤方式可行性規劃」，經濟部水利署北區水資源局。
19. 康恬慎(2001)「石門水庫集水區不同時期崩塌地調查成果分析」，國立臺灣大學森林研究所碩士論文。
20. 財團法人臺灣水利環境科技研究發展教育基金會(2011)「石門水庫集水區保育治理研究綜整計畫委託專業服務計畫」，經濟部水利署北區水資源局。
21. 國立交通大學(2012)「石門水庫及其集水區整治計畫執行成效及績效評核」，經濟部水利署
22. 國立臺灣大學(2011-2012)「石門水庫集水區保育治理研究綜整計畫委託專業服務(1/2-2/2)」，經濟部水利署北區水資源局。
23. 國立台北科技大學(2016)「水庫集水區保育保水策略之研究」，經濟部水利署。
24. 國立臺灣大學(2018)「北區水庫集水區保育治理專案管理計畫」，經濟部水利署北區水資源局。
25. 財團法人農業工程研究中心(2019)「108 及 109 年度石門水庫與羅東堰水質監測與水域生態環境調查研究(1/2)」，經濟部水利署北區水資源局。

經濟部水利署北區水資源局出版品版權頁資料
108~109年度北區水庫集水區保育治理專案管理計畫

出版機關： 經濟部水利署北區水資源局

地址： 桃園市龍潭區佳安里佳安路2號

電話： (03)471-2001, 0800-200233

傳真： (03)471-3343

網址： <https://www.wranb.gov.tw>

編著者： 國立臺灣大學

出版年月： 109年12月

版次： 初版

定價： 新臺幣500元

EBN： 10109E0026

著作權利管理資訊： 經濟部水利署北區水資源局保有所有權利。欲利用本書全部或部分內容者，需徵求經濟部水利署北區水資源局同意或書面授權

電子出版： 本書製有光碟片

聯絡資訊： 經濟部水利署北區水資源局

電話： (03)471-2001, 0800-200233