

目 錄

目 錄	I
圖 目 錄	V
表 目 錄	VII
表 目 錄	VII
第一章 前言	1-1
1-1 計畫緣起	1-1
1-2 計畫目標及工作範圍	1-1
1-2-1 計畫目標	1-1
1-2-2 計畫區範圍及工作項目	1-1
第二章 集水區概況調查	2-1
2-1 集水區基本資料	2-1
2-1-1 水庫基本資料	2-1
2-1-2 行政區域	2-3
2-1-3 地形及地勢	2-3
2-1-4 地質與土壤	2-5
2-1-5 交通概況	2-10
2-1-6 氣象與水文	2-11
2-1-7 人文、社會與經濟狀況	2-13
2-1-8 環境生態	2-14
2-2 土地利用類別	2-19
2-3 歷年災害治理情形及相關計畫	2-22
2-3-1 歷年災害因應治理情形	2-22
2-3-2 相關計畫	2-24
第三章 計畫區現況調查及特性分析	3-1
3-1 計畫區現況調查及特性分析	3-1
3-1-1 野溪、蝕溝、河道沖淤、河岸侵蝕情形調查	3-1
3-1-2 崩塌地及地滑地調查	3-16
3-1-3 道路水土保持情形調查及災害趨勢	3-48
3-1-4 農地及坡面沖蝕現況調查	3-54
3-1-5 土石流災害情形調查	3-56

3-1-6	潛在危險聚落調查	3-60
3-1-7	既設防砂壩淤積情形	3-61
3-1-8	治理設施現況	3-62
3-1-9	河床質粒徑調查	3-64
3-2	集水區特性分析	3-68
3-2-1	水文分析	3-68
3-2-2	集水區泥砂產量分析	3-81
3-2-3	水庫淤積量變化情形分析	3-89
3-2-4	水質分析	3-90
第四章	整體治理規劃對策	4-1
4-1	規劃理念、治理目標與對策之原則擬定	4-1
4-1-1	規劃理念	4-1
4-1-2	治理目標與對策之原則擬定	4-1
4-2	野溪、蝕溝治理	4-2
4-2-1	治理原則	4-2
4-2-2	治理對策	4-3
4-3	崩塌地及地滑地處理	4-7
4-3-1	處理原則	4-7
4-3-2	處理對策	4-7
4-4	土石流防治	4-26
4-4-1	治理原則	4-26
4-4-2	治理對策	4-28
4-5	農地水土保持	4-31
4-5-1	治理原則	4-31
4-5-2	治理對策	4-32
4-6	道路水土保持	4-34
4-6-1	治理原則	4-34
4-6-2	治理對策	4-35
4-7	坡地保育、植生綠美化及棲地改善	4-38
4-7-1	坡地保育	4-38
4-7-2	植生綠美化	4-40
4-7-3	棲地改善	4-40
4-8	危險部落保護	4-41
4-9	造林植生及水源涵養規劃	4-41
4-10	緩衝帶之規劃	4-42
4-10-1	緩衝帶劃設原則	4-42
4-10-2	緩衝帶功能及相關研究報告	4-42

4-10-3 緩衝帶範圍之擬定	4-44
4-10-4 緩衝帶範圍之土地權屬及土地利用	4-49
4-11 防砂壩清淤計畫	4-52
4-11-1 清淤機制及原則	4-52
4-11-2 計畫區防砂壩清淤規劃	4-53
4-11-3 清淤工作相關法規及配合事項	4-59
4-12 水質保育計畫	4-62
4-13 非工程類保育實施計畫	4-68
4-14 整體規劃安全、生態、景觀平衡性	4-70
4-15 治理短、中、長程策略	4-71
第五章 水庫保育治理計畫與管制事項	5-1
5-1 整體治理計畫	5-1
5-1-1 集水區整體治理計畫	5-1
5-1-2 蓄水庫周邊整體治理計畫	5-2
5-2 分年、分期實施計畫及經費需求	5-9
5-2-1 集水區整體治理計畫內容	5-9
5-2-2 分年、分期實施計畫及經費	5-10
5-3 執行分工與協調機制	5-23
5-3-1 執行分工	5-23
5-3-2 相關法規彙整	5-26
5-3-3 協調機制	5-28
5-4 管理建議事項	5-29
第六章 效益評估及整治率分析	6-1
6-1 預期效益評估	6-1
6-1-1 直接效益	6-1
6-1-2 間接效益	6-3
6-1-3 效益評估	6-4
6-2 整治率分析	6-5
6-3 評估制度及治理指標	6-8
6-3-1 評估制度	6-8
6-3-2 治理指標	6-8

參考文獻

- 附錄一 期初審查意見及辦理情形
附錄二 期中審查意見及辦理情形
附錄三 期末審查意見及辦理情形

附錄四 烏山頭水庫集水區歷年治理工程與防砂工程一覽表

附錄五 烏山頭水庫現勘表

附錄六 野溪清疏及土石處理相關法規

附錄七 工料分析表

圖目錄

圖 2-1-1	烏山頭水庫行政區域圖	2-3
圖 2-1-2	烏山頭水庫區域地質圖	2-5
圖 2-1-3	烏山頭水庫土壤圖	2-7
圖 2-2-1	烏山頭水庫土地利用圖	2-20
圖 2-2-2	烏山頭水庫土地類別圖	2-21
圖 2-3-1	烏山頭水庫集水區防砂工程位置圖	2-22
圖 3-1-1	野溪調查流程圖	3-1
圖 3-1-2	烏山頭水庫溪流現勘點位	3-3
圖 3-1-3	烏山頭水庫坑溝現勘點位	3-11
圖 3-1-4	崩塌地調查流程圖	3-16
圖 3-1-5	烏山頭水庫上游集水區崩塌地現勘點位圖	3-17
圖 3-1-6	烏山頭水庫蓄水區周邊崩塌地現勘點位圖	3-26
圖 3-1-7	道路調查流程圖	3-48
圖 3-1-8	烏山頭水庫道路現勘點位圖	3-49
圖 3-1-9	烏山頭水庫坡地現勘點位圖	3-55
圖 3-1-10	烏山頭水庫集水區土石流潛勢溪流分佈圖	3-57
圖 3-1-11	烏山頭水庫聚落分佈圖	3-60
圖 3-1-12	烏山頭水庫河床質及表面粒徑調查點位分佈圖	3-66
圖 3-2-1	烏山頭水庫集水區雨量站位置圖	3-74
圖 3-2-2	烏山頭水庫各控制點分佈區位圖	3-79
圖 3-2-3	烏山頭水庫集水區土壤沖蝕分布圖	3-83
圖 3-2-4	坡面崩塌機制示意圖	3-84
圖 3-2-5	烏山頭水庫土砂運移流程圖	3-88
圖 3-2-6	烏山頭水庫歷年淤積統計圖	3-90
圖 3-2-7	烏山頭水庫環保署水質測站位置圖	3-91
圖 3-2-8	烏山頭水庫近五年水質監測結果圖	3-92
圖 3-2-9	總磷在一完全混合水體之平衡示意圖	3-100
圖 4-2-1	野溪及蝕溝護岸治理工法圖	4-4
圖 4-2-2	野溪防砂壩及固床工整治工法圖	4-5
圖 4-2-3	野溪既有構造改善適用工法	4-5
表 4-2-1	烏山頭水庫集水區野溪及蝕溝整治工程一覽表	4-6
圖 4-3-1	崩塌地處理評估流程圖	4-8

圖 4-3-2 崩塌地治理工法選擇示意圖	4-9
圖 4-4-1 土石流潛勢溪流治理策略流程圖	4-29
圖 4-5-1 農地水土保持處理流程圖	4-32
圖 4-6-1 道路排水設施圖	4-37
圖 4-6-2 集水井、涵管及消能設施配置圖	4-37
圖 4-10-1 烏山頭水庫緩衝帶地籍分佈圖	4-50
圖 4-10-2 烏山頭水庫緩衝帶土地利用分佈圖	4-51
圖 4-11-1 烏山頭水庫防砂壩分佈及規劃清淤位置圖	4-54
圖 4-11-2 烏山頭水庫土資場清運路線規劃圖	4-57
圖 5-1-1 烏山頭水庫集水區治理區位分佈圖	5-1
圖 5-1-2 烏山頭水庫緩衝帶內莫拉克風災前崩塌裸露地分佈圖	5-5
圖 5-3-1 計畫辦理步驟	5-25
圖 5-3-2 水庫集水區管理相關之法令及其中中央主管機關架構圖	5-26

表目錄

表 2-1-1 烏山頭水庫集水區行政區域統計表	2-3
表 2-1-2 烏山頭水庫集水區坡度坡向統計表	2-4
表 2-1-3 台南站歷年各項氣象資料統計表.....	2-12
表 2-1-4 王爺宮測站歷年月雨量紀錄表	2-13
表 2-1-5 烏山頭水庫集水區內植物物種分類分析表(1/3).....	2-14
表 2-1-5 烏山頭水庫集水區內植物物種分類分析表(2/3).....	2-15
表 2-1-5 烏山頭水庫集水區內植物物種分類分析表(3/3).....	2-16
表 2-1-6 烏山頭水庫集水區內兩棲類與爬蟲類各物種種類分析詳表	2-17
表 2-1-7 烏山頭水庫集水區內蝶類物種一覽表	2-18
表 2-1-8 調查規劃集水區內溪魚棲地、習性與生態工程需求說明表	2-19
表 2-2-1 烏山頭水庫土地利用統計一覽表.....	2-20
表 2-2-2 烏山頭水庫土地類別統計一覽表.....	2-21
表 2-3-1 歷年造成烏山頭水庫庫區災損之颱風豪雨統計一覽表	2-23
表 2-3-2 烏山頭水庫集水區歷年相關計畫一覽表	2-24
表 3-1-1 烏山頭水庫集水區土石流潛勢溪流一覽表	3-56
表 3-1-2 烏山頭水庫集水區各溪段調查點曼寧 n 值推估一覽表	3-67
表 3-1-3 烏山頭表面粒徑調查成果一覽表.....	3-67
表 3-2-1 逕流係數參考值表	3-70
表 3-2-2 泥砂堆積特性一覽表.....	3-73
表 3-2-3 烏山頭水庫集水區鄰近雨量站概況表	3-74
表 3-2-4 烏山頭水庫集水區年雨量站徐昇式權重推求表	3-75
表 3-2-5 烏山頭水庫測站年降雨量觀測資料一覽表	3-76
表 3-2-6 烏山頭水庫集水區歷年最大一日、二日及三日暴雨量一覽表...3-77	
表 3-2-7 烏山頭水庫一日暴雨量重現期距資料表	3-78
表 3-2-8 烏山頭水庫控制點地文因子一覽表	3-78
表 3-2-9 計畫區無因次降雨強度分析成果一覽表.....	3-79
表 3-2-10 烏山頭水庫分佈雨型參考係數表.....	3-80
表 3-2-11 烏山頭水庫各控制點之洪峰流量及比流量一覽表	3-80
表 3-2-12 烏山頭水庫各控制點含砂水流之 50 年洪峰流量分析成果表 ..3-81	
表 3-2-13 烏山頭水庫土石流潛勢溪流流量一覽表	3-81
表 3-2-14 烏山頭水庫各集水分區土壤沖蝕量統計表	3-83
表 3-2-15 計畫區坡度與崩塌代表性深度對照表	3-84

表 3-2-16	烏山頭水庫各集水分區崩塌量推估	3-85
表 3-2-17	烏山頭水庫主流控制點輸砂能力一覽表	3-86
表 3-2-18	烏山頭水庫各支流控制點輸砂能力一覽表	3-87
表 3-2-19	烏山頭水庫各控制點土砂運移量計算表	3-88
表 3-2-20	烏山頭水庫歷年淤積統計表	3-89
表 3-2-21	各水庫生活用水及污水量推估	3-93
表 3-2-22	烏山頭水庫集水區 2005~2008 年觀光人數統計表	3-94
表 3-2-23	烏山頭水庫集水區點源污染推估結果	3-94
表 3-2-24	各種土地利用型態單位面積污染輸出係數表	3-98
表 3-2-25	烏山頭水庫非點源污染量推估表	3-98
表 3-2-26	烏山頭水庫 2004~2008 年總磷之年平均負荷量表	3-100
表 4-3-1	泥岩環境特性與植生問題一覽	4-11
表 4-3-2	泥岩邊坡植生工法評估表	4-17
表 4-3-3	泥岩崩塌地處理策略工法項目及其適用性表	4-22
表 4-3-4	一般崩塌地處理策略工法項目及其適用性表	4-22
表 4-3-5	烏山頭水庫集水區上游崩塌地處理工程一覽表	4-23
表 4-3-6	烏山頭水庫蓄水庫周邊崩塌地處理工程一覽表(1/3)	4-24
表 4-3-6	烏山頭水庫蓄水庫周邊崩塌地處理工程一覽表(2/3)	4-25
表 4-3-6	烏山頭水庫蓄水庫周邊崩塌地處理工程一覽表(3/3)	4-26
表 4-4-1	土石流潛勢溪流各區段防治對策一覽表	4-30
表 4-5-1	農地水土保持建議工法表	4-33
表 4-5-2	烏山頭水庫集水區坡地及農地水土保持工程一覽表	4-33
表 4-6-1	各種道路沖蝕現象及控制方法表	4-36
表 4-6-2	烏山頭水庫集水區道路水土保持工程一覽表	4-38
表 4-10-1	不同坡度毛細作用影響範圍表	4-46
表 4-10-2	不同坡度過濾泥砂所需長度表	4-47
表 4-10-3	不同坡度過濾農藥、肥料所需長度表	4-48
表 4-10-4	烏山頭水庫考慮各項因素所需緩衝帶寬度	4-48
表 4-10-5	烏山頭水庫緩衝帶範圍地籍統計表	4-50
表 4-10-6	烏山頭水庫緩衝帶範圍土地利用統計表	4-51
表 4-11-1	烏山頭水庫規劃清淤防砂壩資料表	4-53
表 4-11-3	99 年度防砂壩清淤各月份可工作天數	4-58
表 4-11-4	道路服務水準等級表	4-58
表 4-11-5	台灣地區清淤工作相關法規	4-60

表 4-11-6	清淤工作相關法令一覽表(1/3)	4-60
表 4-11-6	清淤工作相關法令一覽表(2/3)	4-61
表 4-11-6	清淤工作相關法令一覽表(3/3)	4-62
表 4-12-1	烏山頭水庫水質改善方案之污染負荷削減量推估表	4-67
表 5-1-1	烏山頭水庫緩衝帶內莫拉克風災前崩塌裸露地資料一覽表	5-3
表 5-1-2	烏山頭水庫緩衝帶內莫拉克風災後崩塌裸露地資料一覽表	5-6
表 5-2-1	烏山頭水庫集水區整體治理計畫內容一覽表	5-10
表 5-2-2	各權責單位於民國 99 年~103 年間經費需求表	5-10
表 5-2-3	烏山頭水庫集水區各權責單位分年分期實施計畫內容表(1/8)	5-11
表 5-2-3	烏山頭水庫集水區各權責單位分年分期實施計畫內容表(2/8)	5-12
表 5-2-3	烏山頭水庫集水區各權責單位分年分期實施計畫內容表(3/8)	5-13
表 5-2-3	烏山頭水庫集水區各權責單位分年分期實施計畫內容表(4/8)	5-14
表 5-2-3	烏山頭水庫集水區各權責單位分年分期實施計畫內容表(5/8)	5-15
表 5-2-3	烏山頭水庫集水區各權責單位分年分期實施計畫內容表(6/8)	5-16
表 5-2-3	烏山頭水庫集水區各權責單位分年分期實施計畫內容表(7/8)	5-17
表 5-2-3	烏山頭水庫集水區各權責單位分年分期實施計畫內容表(8/8)	5-18
表 5-2-4	烏山頭水庫集水區嘉南農田水利會實施工程計畫表(1/2)	5-19
表 5-2-4	烏山頭水庫集水區嘉南農田水利會實施工程計畫表(2/2)	5-20
表 5-2-5	烏山頭水庫集水區水保局臺南分局實施工程計畫表(1/2)	5-20
表 5-2-5	烏山頭水庫集水區水保局臺南分局實施工程計畫表(2/2)	5-21
表 5-2-6	烏山頭水庫集水區農委會林務局實施工程計畫表	5-21
表 5-2-7	烏山頭水庫集水區台南縣政府實施工程計畫表	5-22
表 5-3-1	各機關業務執掌分工表	5-24
表 5-3-2	烏山頭水庫集水區相關法規一覽表	5-28
表 6-1-1	烏山頭水庫集水區輸砂能力	6-5

第一章 前言

1-1 計畫緣起

嘉南農田水利會依據行政院2006年3月20日院臺經字第0950010423號函核定之「水庫集水區保育綱要」，經水利署2008年8月26日函文研提水庫集水區保育實施計畫。

由於烏山頭集水區內面臨坡地農業擴張，影響水庫安全與水質；道路建設影響山坡地穩定，恐易引發崩塌，及土地過度開發增加土壤沖蝕量與泥砂淤積量等問題，為加強烏山頭水庫集水區水資源及自然生態環境之保育維護，以促進水庫之永續經營與利用，乃研提工程及非工程措施，達到維護水庫功能、延長水庫壽命及改善水質的目的。

1-2 計畫目標及工作範圍

1-2-1 計畫目標

本計畫之目的針對集水區內的溪流、崩塌地、土石流潛勢溪流、農地、道路、重要聚落及防砂壩進行調查，並蒐集相關資料，推求集水區潛在土砂生產來源與生產量，依據河道土砂運移能力及既有治理設施功能現況，評估集水區整體土砂生產在時間與空間之變化，以及中下游河道、水庫庫區於未來之沖淤趨勢，研提包括工程及管理措施之整治原則及對策(99年度~103年度)，達到兼顧整體性、安全性、生態性與人文性的保育目標。

1-2-2 計畫區範圍及工作項目

本計畫之委託服務範圍包括整個烏山頭水庫集水區約58平方公里，工作項目及內容如下：

- 一、集水區概況調查—(1)集水區基本資料；(2)土地類別；(3)歷年災害治理情形；(4)治理設施現況及(5)其它相關基本資料。
- 二、集水區現況調查及問題分析—(1)野溪、蝕溝、河道沖淤、河岸侵蝕情形調查；(2)崩塌地及地滑地調查；(3)道路水土保持情形調查及災害趨勢；(4)農地及坡面沖蝕現況調查；(5)土石流災害情形調查；(6)潛在危險聚落調查及(7)既設防砂壩淤積情形及河床粒徑調查分析。
- 三、水文分析及泥砂產量分析—(1)水文分析；(2)集水區泥砂產量分析及(3)

水庫淤積量變化情形分析。

四、整體治理規劃對策—(1)野溪、蝕溝治理；(2)地滑地及崩塌地處理；(3)土石流防治；(4)農地、道路水土保持；(5)坡地保育、植生綠美化及棲地改善；(6)危險聚落保護；(7)造林植生及水源涵養規劃；(8)緩衝帶之規劃；(9)防砂壩清淤規劃；(10)整體規劃安全、生態、景觀平衡性之評估及(11)彙總以上針對減淤、攔淤與清淤及考量成本效益研析治理短中長程策略。

五、水庫保育治理計畫與管制事項：

(一)整體治理計畫（至少列為第一年治理之工程，需有較詳細之工法示意圖及經費單價分析表）。

(二)分年、分期實施計畫及經費需求。

(三)收集調查相關資料並與集水區各相關治理權責機關協商，將依95年3月20日院臺經字第0950010423號函核定「水庫集水區保育計畫綱要」，彙整各權責機關擬訂報行政院之「白河、烏山頭水庫集水區保育綱要實施計畫」，予以進一步詳細評析與規劃，其內容概含有「水庫集水區保育計畫」、「水庫集水區土地利用管理計畫」、「水庫集水區土地利用及保育防災監測計畫」及「水庫集水區保育防災教育宣導計畫」等4部分。

(四)管理建議事項

(五)研提治理檢討評估制度。

六、預期效益評估—(1)直接效益；(2)間接效益、(3)整治率及(4)建立評估制度及治理指標。

七、成果及相關報告編印。

第二章 集水區概況調查

2-1 集水區基本資料

2-1-1 水庫基本資料

- 一、水源：曾文溪支流官田溪及曾文溪（越域引水）。
- 二、位置：台南縣六甲鄉、官田鄉、東山鄉及大內鄉。
- 三、管理機關：嘉南農田水利會(烏山頭區管理處)
- 四、興建時間：民國9年1月～19年5月及民國78年7月～86年1月（新出水工）
- 五、興建經費：5,348萬日圓；另，新出水工約15.46億元。
- 六、功能效益：(1)灌溉：面積63,708公頃；(2)給水：每日35萬立方公尺(水上、烏山頭、潭頂淨水場)及(3)觀光。
- 七、水庫：(1)集水區面積：58+481平方公里(481平方公里為越域引水)；(2)滿水位面積：9.0平方公里；(3)滿水位標高：58.18公尺；(4)總容量：1億5,416萬立方公尺(原設計)及(5)有效容量：8,085萬立方公尺(93年測)
- 八、主要構造物：
 - 1.主壩：(1)型式：半水力淤填式土壩；(2)壩頂標高：66.66公尺；(3)壩高：56.0公尺；(4)壩長：1,273公尺及(5)壩體積：540萬立方公尺。
 - 2.溢洪道：(1)型式：弧型自由溢流堰+陡槽；(2)溢流頂標高：58.18公尺；(3)溢流頂長度：124.0公尺；(4)陡槽：長度636公尺，出口寬度18公尺及(5)設計排洪量：1,500立方公尺/秒。
 - 3.舊出水工：(1)型式：直立式進水塔+隧道+送水管；(2)隧道：寬7.58公尺，長154.54公尺；(3)蝶閥：直徑9英尺（2.73公尺），2座；(4)送水管：內徑2.73公尺，2條，長168.9、162.0公尺（末端三分歧管）；(5)針閥：6組，每分歧管各1組，內徑1.52公尺；出口中心標高：32.88、29.09公尺及(6)放水量：最大144立方公尺/秒
 - 4.新出水工：(1)型式：直立式取水塔+隧道+送水管；(2)取水閘門：2門，寬4.0×高4.2；(3)最低取水標高：40公尺、(4)隧道：內徑4.1公尺，長409.5公尺；(5)送水管：內徑4.1～2.2公尺，1條，長68公尺（末端

- 三分歧管)；(6)放水閘：環閘＋空注閘，3組，內徑1.9公尺；(7)放水口中心標高：30.5公尺及(8)放水量：最大90立方公尺/秒(平時68立方公尺/秒)。
- 5.東口：(1)進口閘門：16門，寬1.2×高2.68；(2)取水量：最大56.6立方公尺/秒。
- 6.東口導水堰：(1)型式：自由溢流堰；(2)堰流頂標高：87.0公尺；(3)排砂道頂標高：83.05公尺；(4)堰高：7.4公尺；(5)堰長：210公尺(含排砂道)及(6)排砂道固定輪閘門：2門，寬10.0×高4.3。
- 7.烏山嶺隧道：內徑5.4公尺，長3,120公尺。
- 8.西口堰：(1)型式：分區滾壓土壩；(2)壩頂標高：84.78公尺；(3)滿水位標高：80.0公尺；(4)壩長：110公尺；(5)壩高：最高30.0公尺；(6)管頂標高：76.57公尺、(7)直井高度：26.60公尺；(8)喇叭口：入口直徑20公尺、(9)豎井：內徑4.70公尺；(10)隧道：高4.58公尺，長176.18公尺及(11)溢流量：56立方公尺/秒。
- 9.烏山頭水力發電廠：(1)壓力鋼管：直徑3.6公尺~3.2公尺，長52.4公尺；(2)廠房：半地下式，長25公尺，寬20公尺，高33.9公尺；(3)尾水道：箱涵，長25公尺，寬5.2公尺，高4.4公尺；(4)機電設備：設計水頭24.1公尺，設計流量41立方公尺/秒；設置容量：8,750瓩；發電機：豎軸半傘型三相交流，靜態激磁系統式；水輪機：豎軸KAPLAN式；(5)開關場：戶外型，長20公尺，寬8公尺；(6)輸電線路：地下電纜3.2公里，銜接69KV台電隆田~南化線；(7)年發電量：42,170,000度；(8)淨尖峰能力：1,850瓩。
- 10.西口發電廠：(1)壓力鋼管：內徑4.4公尺~3.7公尺，長20.5公尺；(2)廠房：半地下式，長29公尺，寬22.5公尺，高20.61公尺；(3)尾水道：雙孔箱涵，長38公尺，寬4.6公尺，高4公尺；(4)機電設備：設計水頭24.5公尺，設計流量52立方公尺/秒；設置容量：11,520瓩；發電機：豎軸半傘型三相交流，無碳刷激磁式一部；水輪機：豎軸法蘭西斯式一部；(5)開關場：將發電電壓6.6KV升壓至69KV輸出；(6)輸電線路：設有20座輸電鐵塔，線長5.5公里，接引台電曾文~南化線；(7)年發電量：42,000,000度

2-1-2 行政區域

本集水區範圍大部份橫跨台南縣六甲鄉及官田鄉兩鄉境(詳表2-1-1及圖2-1-1)，另小部份上游集水區則位處台南縣大內及東山鄉境邊緣，整個烏山頭水庫集水區面積約5,824公頃，其中蓄水面積為954公頃，主壩位於官田鄉嘉南農田水利會堰堤工作站附近。



資料來源：本計畫繪製

圖 2-1-1 烏山頭水庫行政區域圖

表 2-1-1 烏山頭水庫集水區行政區域統計表

行政區域		面積 (公頃)	百分比 (%)
台南縣官田鄉	嘉南村	80.27	1.38
	大崎村	1,068.50	18.35
	社子村	120.04	2.06
台南縣六甲鄉	王爺村	2,126.05	36.50
	大丘村	1,519.65	26.09
台南縣東山鄉	南勢村	332.47	5.71
台南縣大內鄉	環湖村	577.02	9.91
合	計	5,824.00	100.00

資料來源：本計畫整理

2-1-3 地形及地勢

一、地形

本集水區地形分別由東往西及東南往西北向傾降，高程差約240公

尺，上游河床較為陡峭，中、下游河床則較平緩，愈接近庫區緩衝帶地形起伏愈大；由於本集水區青灰泥岩地質的特性明顯，接近蓄水庫山坡坡面坡腳被侵蝕後崩落成筆直陡峭，坑谷地形發展如枝葉般茂密，宛如珊瑚狀，故本水庫亦有「珊瑚潭」之美名。

二、坡度

坡度分佈以二~四級坡為主，其中以三級坡($15% < S \leq 30%$)分布最多，面積約為2,034.60公頃，佔全區面積約34.93%；其次為四級坡($30% < S \leq 40%$)，面積約為1,098.12公頃，佔18.86%。

三、坡向

坡向分布以西向分布最多，面積約908.03公頃，佔全區之15.56%，其次為西北向，面積約861.20公頃，佔14.79%。

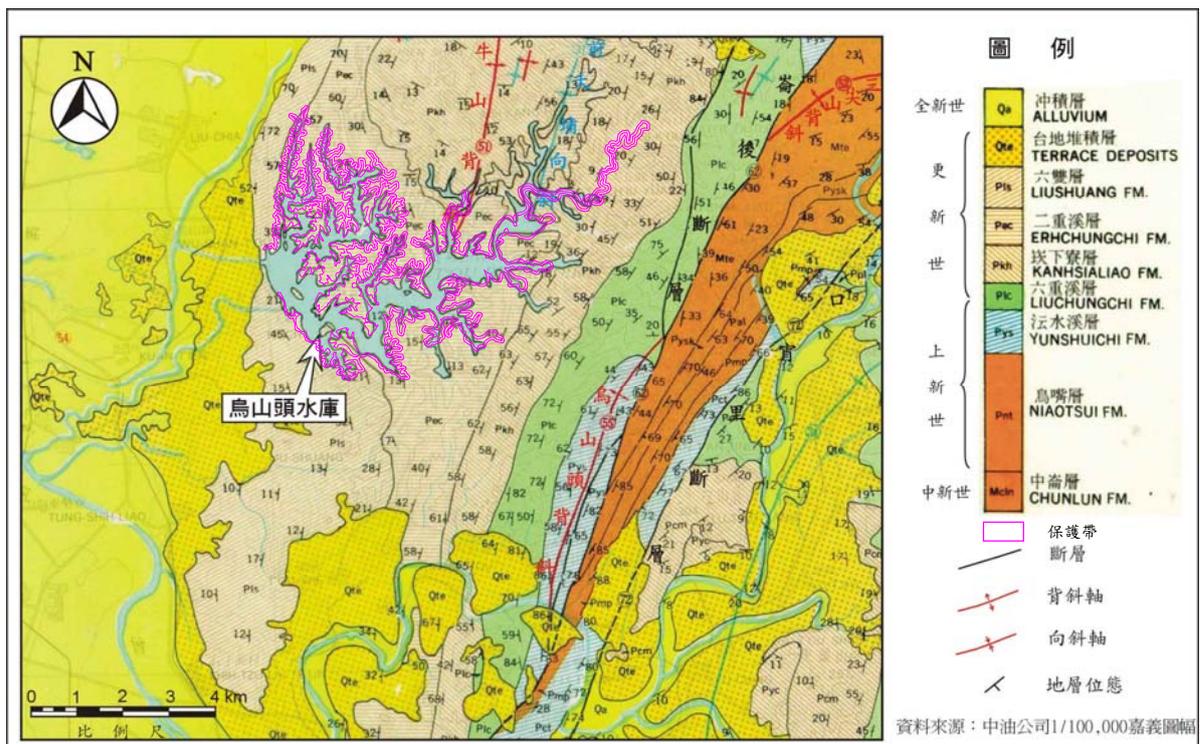
表 2-1-2 烏山頭水庫集水區坡度坡向統計表

坡度	面積	百分比	坡向	面積	百分比
一級坡	682.13	11.71	北	719.92	12.36
二級坡	1,091.24	18.74	東北	589.52	10.12
三級坡	2,034.60	34.93	東	581.36	9.98
四級坡	1,098.12	18.86	東南	635.76	10.92
五級坡	708.85	12.17	南	765.2	13.14
六級坡	207.57	3.56	西南	764.88	13.13
七級坡	1.49	0.03	西	906.16	15.56
總計	5,824.00	100.00	西北	861.20	14.79
			總計	5,824.00	100.00

2-1-4 地質與土壤

一、地質

根據中國石油公司十萬分之一嘉義圖幅(詳圖2-1-2)，地質上屬台灣西部麓山帶地質區中之外麓山帶。水庫附近出露之地層，包括上新世之六重溪層以及更新世之崁下寮層、二重溪層與六雙層等。最老之地層六重溪層出露在水庫上游端及以東之地區；崁下寮層出露在水庫靠上游段；二重溪層出露在水庫中游及下游段；六雙層則出露在壩址附近。



資料來源：中油公司十萬分之一嘉義圖幅(1989)

圖 2-1-2 烏山頭水庫區域地質圖

1.地層

(1)六雙層

本層主要由灰至青灰色泥質粉砂岩，以及淺灰色細至中粒疏鬆砂岩，夾粗砂岩及深灰色頁岩互層所組成，間含炭化漂木或炭質物。砂岩層在本層底部厚達約60 m，於本層上部者則厚10~40 m，層理不顯著。本層與下伏之二重溪層間為假整合接觸關係。

(2)二重溪層

本層以泥岩、砂岩、砂質頁岩及薄層粗砂岩為主，含炭質物，可見

大型交錯層，其基底之砂岩層中夾薄層礫岩。本層之砂質較崁下寮層為多，部份為方解石膠結，甚為堅硬，節理亦發達。

(3) 崁下寮層

本層出露岩性以泥岩與砂質頁岩為主，其底部及頂部均含砂岩，基底則為礫岩層，礫岩層以下即為六重溪層。本層中亦發現有珊瑚石灰岩。可對比於台灣中、北部頭科山層之中段。

(4) 六重溪層

本層由淺灰至灰色之泥質粉砂岩，夾深灰色頁岩或灰色砂質頁岩、泥質砂岩組成。其中泥質粉砂岩與砂質頁岩常為漸變性質，野外可見大型交錯層理及生痕化石，偶含堅硬之大型鈣質團塊或炭質頁岩或劣煤之碎片，層理常不顯著或不發達。

2. 地質構造

(1) 觸口斷層

為第一類活動斷層，自東向西逆衝之第四紀斷層（Yoshida, 1931）。斷層北由牛稠溪北側金獅寮呈南北走向，向南延伸經溪心寮、桃子斜、半天寮至觸口，由觸口往西南延伸經凍腳、中崙、凍子腳，關子嶺東方之三坵田、北寮、尖山、烏山頭至菜寮溪北岸，全長約67公里。黃鑑水等（1994）認為斷層兩側在觸口以北，層位落差均在2,000公尺以上，牛稠溪至觸口段在地形特徵上有斷層側丘及鞍部，然無明顯之斷層露頭；觸口以南至光興斷層段，斷層鞍部與側丘頗為明顯。他們（黃鑑水等，1994）根據探溝開挖與地形分析結果顯示，觸口斷層約在距今80萬年前開始活動，其後曾經歷3次明顯而大規模的上衝運動，最近一次經定年結果發生於距今約3,800多年前，由探溝紀錄中發現本斷層於近代亦有活動跡象。

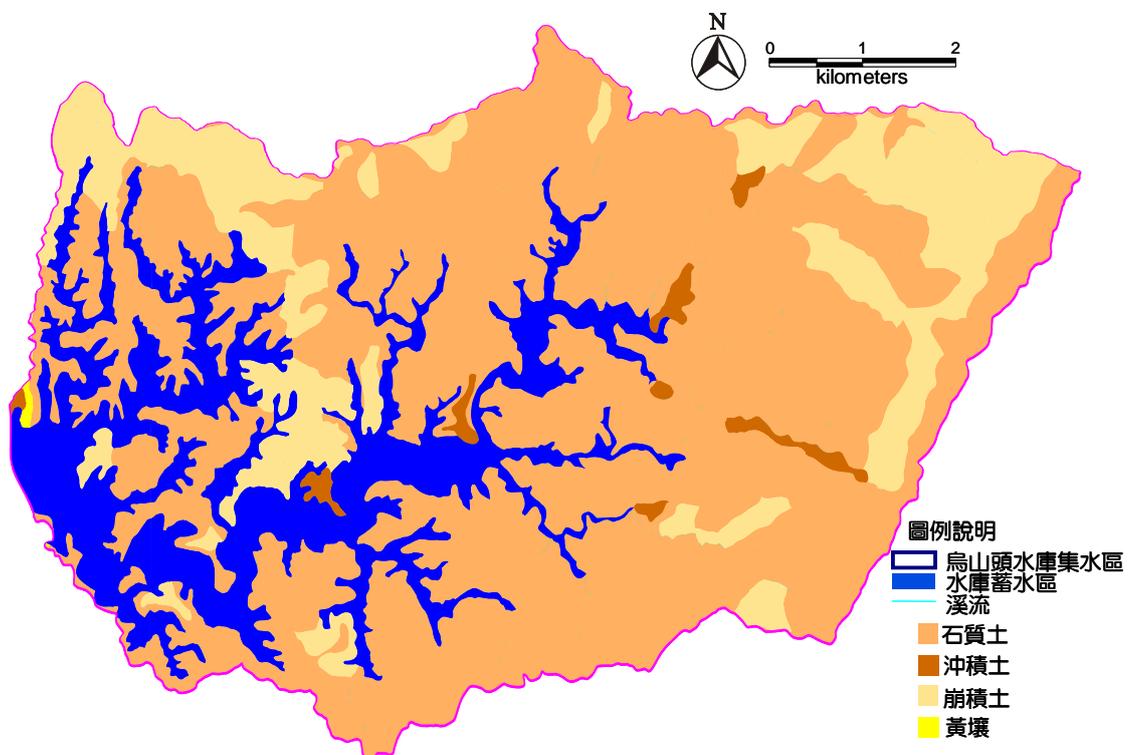
(2) 六甲斷層

為存疑性活動斷層，可能為逆移斷層，呈北北東走向。斷層位於嘉義丘陵區西緣，由台南縣東山至六甲，長約10公里（石再添等，1986b）。石再添等（1986b）在六甲東方3公里樣仔腳與果毅東方2公里的新吉庄，發現更新世六雙層向西引曳的構造，傾角約50至90度，斷層西側較低之小丘群與東側較高之丘陵，在地層分布和谷系排列都相類似，可

能屬於同一地形面，因此推定本斷層為東側上升、西側下降之逆斷層，而斷層崖高約50公尺；在龜重溪南方的旭山村階地亦有10公尺高的斷層小崖。經中央地質調查所調查結果（林啟文等,2000），顯示六甲斷層東側為地勢50公尺以上的丘陵地形，西側則相當平緩，地形上可見明顯的落差。線形東側北段嶺子腳附近為細粒砂岩為主的地層，中段新吉莊至湖仔內附近岩性以粉砂岩及細粒砂岩為主，間夾粉砂岩及泥岩，局部地區岩層接近鉛直。整體而言，六甲線形東側附近的地層為六雙層，而地層的走向呈一弧形分布，但在線形附近並未發現明顯的斷層證據。

二、土壤

參考水保局及林務局土壤資料數化，並套疊計畫區得知，集水區土壤分布有石質土、崩積土、黃壤及沖積土。土壤坡度大多大於55%、表土厚度自不足20公分到50公分，且底土為細或極細質地之砂頁岩石質土，其土壤分佈詳圖2-1-3。本集水區部份地區之土壤含泥質土壤之特性，並不利一般植物之生長，當於採用植生工法辦理整治規劃時，應適時採用適於泥岩地區生長之植物種類。



資料來源：水保局及林務局土壤數化資料

圖 2-1-3 烏山頭水庫土壤圖

1. 石質土—係由砂、頁岩之石塊、半風化碎片、以及細粒物質等經崩積而雜摻以堆積成，基本性質分述如下：
 - (1) 土壤有效深度(土鑽機能鑽探的深度)多淺；排水良好或尚良好。
 - (2) 土壤多屬灰暗色，或逕與母岩顏色相近似。
 - (3) 土壤質地之變異範圍甚大，由砂質壤土以迄坩質粘土間之各級質地都可發現，此應與母質來源中之砂岩與頁岩相對比例之消長有密切之關係；剖面中常含量50%以上之石礫。
 - (4) 土壤或無構造或只弱度發育之屑粒狀或鈍角塊狀構造；結構多鬆脆。
 - (5) 土壤多呈中至強酸性反應，pH值由4.2至6.0。
2. 崩積土—依特性可分為砂頁岩淡色崩積土及砂頁岩暗色崩積土，其特性分述如下：
 - (1) 砂頁岩淡色崩積土—由台灣本島上之各式地質岩層中所含之砂岩與頁岩等之風化物夥同石塊經崩積而堆成的，其主要之一般性質有：
 - a. 土層深淺不一，每因成土所在地之地形、地勢、位置、坡度、崩積物之風化程度、以及沖蝕情形等等因子而異；排水良好或尚良好。
 - b. 底土顏色常屬黃棕至稍暗黃棕色，或棕至暗棕色等（但在有些地方，或因母質顏色的影響，或因有機物含量較高之故，其底土顏色頗趨深暗，甚至有呈近棕黑色者，但由於整個土壤剖面已徵具發育之跡象，這些土壤仍寧可視如本淡色崩積土之變異物之一，而暫不只憑顏色逕歸於暗色崩積土）。
 - c. 底土多屬中質地，以壤土至砂質粘壤土間之質地最為常見；但如果成土母質來源中，頁岩風化物居明顯優勢比例時，則其底土質地亦會粘重而至如坩質粘土者；一般而言，土壤剖面中都含有或多或少量之石塊或半風化之母岩碎片。
 - d. 土壤多屬鈍角塊狀或屑粒狀構造；結構則有隨深度之遞增而漸趨緊密之勢。
 - e. 表土多屬極端強酸至強酸性反應，pH值常在3.8至5.0間；底土則多呈強酸性反應，pH值常屬4.0至5.5間者。
 - (2) 砂頁岩暗色崩積土—由西部麓山帶以迄中央山脈上之各式地質岩層

中所含之砂、頁岩的近世之風化物夥同其石塊經崩積而堆成的；其發育程度幾與石質土不分軒輊，土壤之基本性質或受有機物之影響，或仍深受母質之左右，變異性相當大，但其主要的一般性質仍可歸納成下列數端：

- a. 土層深淺不一，每因成土所在地之地形、地勢、位置、坡度、崩積物之風化程度以及沖蝕情形等等因子而異；排水良好或尚良好。
 - b. 底土顏色都相當暗，通常色值(value)與色度(chroma)都小於4。
 - c. 底土質地以壤土或砂質壤土者最屬常見；但如果母質來源中，頁岩之成分較多時，則底土質地會轉趨細緻粘重，即粉質粘土者亦可發現；土壤剖面中常含多量(逾50%)之石塊或半風化之母岩碎片。
 - d. 土壤或屬屑粒狀構造或為鈍角塊狀構造；有機物含量高的地方，偶亦有弱度之團粒狀構造形成；結構則都鬆脆。
 - e. 土壤多呈強至極強酸性反應，pH值多在4.2至5.5間。
3. 黃壤—該土壤具下列主要的一般性質：
- (1) 土層深淺不一，每因成土所在地之地形、位置、坡度、剖面中母岩量及其風化程度、與沖蝕情形等因子之不同而異，故深者可達120公分，而淺者則30公分不到。
 - (2) 底土顏色多屬棕至黃棕色等；但如果成土時間已夠久遠者，會因微具早期之磚紅壤化作用以致其色中之紅彩較重而呈黃紅乃至紅棕色。
 - (3) 底土質地隨母質來源中之砂岩與頁岩二者互為消長之相對成分的多寡而異；倘母質中砂岩為主成分時，底土質地能粗到砂質壤土甚至壤質砂土，反之，頁岩居絕對優勢比例時，亦可細至粉質粘土甚至粘土；但通常要數壤土或粘質壤土者較稱常見；剖面中或有少至中量之半風的母岩碎片。
 - (4) 土壤多屬屑粒狀或弱至中度發育之角塊狀構造；結構則多隨深度之遞增而有漸趨緊密之勢。
 - (5) 土壤多屬極端強酸至強酸性反應，pH值多在4.0至5.5間。
4. 沖積土—依特性可分為砂頁岩老沖積土及粘板岩非石灰性沖積土，該

土壤具下列主要的一般性質：

- (1)土層深淺不一，深者逾150公分，淺者則不足20公分；底土下一般都有礫石層。
- (2)底土顏色多呈黃棕色、淡黃棕色、或稍暗棕色；偶或帶有少至中量之中等大小的暗黃棕、灰棕色、橄欖黃色、或灰色之斑紋。
- (3)底土多趨於粗質地，其中以壤質極細砂土或砂質壤土二者較屬常見。
- (4)底土多屬單粒狀或整塊狀構造；偶或有極弱度發育之鈍角塊狀構造；結構概鬆散、易碎。
- (5)土壤多呈弱酸性至強酸性反應，pH值常在4.4至6.8之間；俱無石灰性反應。

5.紅壤

在高溫多雨且具乾、濕季節分明之氣候條件下，土壤經磚紅壤化作用而形成，構造良好，呈紅棕至黃棕紅以至紅色之土壤。經磚紅壤化作用之土壤因其化育時間長，且受強烈之淋洗作用，致鹽基性物質多已流失，矽質亦減，鐵鋁含量乃相對提高，土壤中細砂至粉粒部份所含之可繼續風化的礦物，通常都已小於10%，同時亦都形成有粘聚層。

2-1-5 交通概況

由於本集水區位於都市近郊，交通往來相當便利且道路網絡系統亦十分發達，除由國道3下「六甲交流道」接縣174可達本集水區位外，另由國道1號里程304公里之麻豆交流道處下高速公路後，經由縣171往麻豆鎮市區方向行約8.1公里，再轉省道台1線往北行約2.4公里，可接縣174進入烏山頭水庫集水區。

本集水區內部之交通聯繫網絡，主要仍以縣174為主軸(大致上沿整體集水區北界嶺線呈東西走向)，再由縣174向集水區內部發展鄉道、農路、小徑等各級道路系統，且貫聯至集水區各處。

其中，區內有4條內部主要道路，作為居民互為聯繫之用與滿足產業運輸之需求：

- 一、由縣174往王爺宮方向之道路，可經東膏納後直抵大埔仔(已鄰近水庫淹沒區)，其間多條小路岔出(多為土路)可達各淹沒坑區，如廟仔坑、鹽

井坑、竹湖坑等。

- 二、由縣174臨土地崎附近切入集水區後往九重橋方向之道路，此道路自土地崎起經水流東約2公里後分成南、北向二支，南支順沿紅泉坑過半天井、猴洞腳、猴洞頂可達九重橋(此處為整體水庫淹沒區之上游端)，北支則順沿北勢坑往東蜿蜒約3公里接到第三條主要道路。
- 三、由縣174轉入後經嶺頂、聖連宮與第二條道路北支相銜接，再行往南約1公里可達匏仔寮，而由匏仔寮橋與坑口第一號鐵線橋分別跨越烏山頭水庫主流與南勢坑溪後，沿南勢坑溪左、右兩側之現有道路，可岔回174縣道。
- 四、位處縣174楠西隧道西口，往馬斗欄方向經番仔厝、鳴頭可達終點馬斗欄；其他尚有多條較小農路分佈其間，縱橫交錯，可謂複雜。

2-1-6 氣象與水文

一、氣象

依據中央氣象局台南測站，統計期間為1971至2008年(如表2-1-3)，茲針對區內氣象資料分述如下：

1. 氣溫—本計畫區之月平均氣溫以7月份之 29.1°C 為最高，1月份之 17.5°C 為最低，年平均溫度為 24.2°C ，歷年平均最低氣溫發生於1月份之 12.9°C ，歷年平均最高氣溫發生於7月份之 30.7°C 。
2. 相對濕度—本計畫區之相對濕度最低在11月份為77.9%，相對濕度最高在8月份為83.6%，年平均相對濕度為79.8%，月平均相對濕度變化不大。
3. 平均氣壓—本計畫區之年平均氣壓約1,010 mb；一年之中以夏季之氣壓最低，以8月份之1,003 mb為最低，以12月份之1,015 mb為最高。
4. 風速、風向—本計畫區之月平均風速以1、2月最高為3.6 m/s，以5、6、8月份之2.5 m/s為最低，年平均風速為2.9 m/s；而11月份至翌年4月之風向則均以北風為主，5月至8月則以南風為主。
5. 蒸發量—本計畫區蒸發量主要受氣溫及風影響，年平均蒸發量為1,536.3毫米，月平均蒸發量為128.0毫米，夏季溫度高，西南季風強盛，以5月之蒸發量162.7毫米為最多；冬季氣溫低，以1月之蒸發量

88.7毫米最小。

表 2-1-3 台南站歷年各項氣象資料統計表

月份 項目	氣溫(°C)			相對濕度 (%)	蒸發量 (mm)	平均風速 (m/s)	風向	平均氣壓 (mb)
	平均	平均最高	平均最低					
一月	17.5	21.8	12.9	78.9	88.7	3.6	N	1,015
二月	18.3	23.7	13.1	78.7	94.6	3.6	N	1,015
三月	21.2	25.8	14.9	78.5	127.9	3.3	N	1,012
四月	24.7	28.0	18.6	78.7	144.9	2.7	N	1,010
五月	27.2	29.4	23.3	79.6	162.7	2.5	S	1,007
六月	28.5	30.5	24.8	82.7	143.4	2.5	S	1,006
七月	29.1	30.7	25.8	81.6	156.9	2.6	S	1,004
八月	28.6	30.2	25.6	83.6	143.1	2.5	S	1,003
九月	28.1	29.7	25.2	80.9	140.6	2.7	WE	1,005
十月	26.0	28.4	22.6	77.9	135.1	2.6	W	1,010
十一月	22.6	25.8	18.1	77.9	102.1	3	N	1,012
十二月	18.5	23.0	14.1	78.6	96.3	3.3	N	1,015
平均/年總計*	24.2	27.3	19.9	79.8	1536.3*	2.9		1,010

資料來源:中央氣象局台南測站，統計期間 1971 年至 2008 年。

二、水文

水文資料係採用經濟部水利署王爺宮雨量站（編號：01O750），統計1983年至2008年之降雨資料(如表2-1-4)，年平均降雨量為1,938.1毫米，其中以2005年之3,994.4毫米為最多，而以2003年之1,234.7毫米最少。降雨時間分布不均，乾濕季有明顯之差異，其中11月至1月為最少，僅佔年降雨總量3.0%，豐水期5月至9月佔總量91.0%。

表 2-1-4 王爺宮測站歷年月雨量紀錄表

年度	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年累計(mm)
1983	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10.2	10.2
1984	5.0	5.0	18.3	146.2	406.1	279.0	271.2	322.4	172.4	62.4	1.6	2.4	1,692.0
1985	17.1	153.1	15.3	47.4	188.4	358.7	197.1	593.9	203.2	20.0	6.8	46.0	1,847.0
1986	2.7	58.9	48.2	-	381.2	341.9	88.6	315.5	245.7	-	41.0	12.0	1,535.7
1987	-	4.0	123.6	41.0	85.8	199.8	400.9	276.5	124.6	69.5	11.7	13.5	1,350.9
1988	63.3	9.5	35.8	130.0	149.8	114.0	203.5	751.0	316.0	6.5	5.0	6.8	1,791.2
1989	11.1	-	32.7	123.0	143.2	164.5	202.8	324.5	705.0	-	-	21.0	1,727.8
1990	16.0	53.0	62.0	161.0	74.0	243.0	93.0	581.0	404.0	10.0	-	-	1,697.0
1991	21.0	33.0	12.0	29.0	43.0	577.9	549.0	125.0	69.0	28.0	15.0	32.0	1,533.9
1992	19.0	102.0	58.0	247.5	133.0	106.1	784.0	634.0	336.0	-	-	15.0	2,434.6
1993	6.0	1.0	54.0	71.0	281.0	465.0	313.0	424.0	60.0	1.0	30.0	6.0	1,712.0
1994	8.0	82.0	28.0	12.0	228.0	181.6	471.0	1,077.0	166.0	6.0	-	6.0	2,265.6
1995	9.0	20.0	28.0	36.0	96.0	457.1	373.0	148.0	69.0	-	-	-	1,236.1
1996	18.0	14.0	1.0	73.0	311.0	86.3	414.0	508.0	104.0	17.0	18.0	3.0	1,567.3
1997	28.0	80.0	112.0	8.0	168.0	492.5	602.0	619.0	245.0	-	-	9.0	2,363.5
1998	62.0	223.0	112.0	238.0	161.0	762.5	123.0	279.0	237.0	189.0	-	24.0	2,410.5
1999	-	-	6.0	57.0	205.0	106.5	752.0	749.0	165.0	39.0	7.0	30.0	2,116.5
2000	7.0	26.0	14.0	124.0	84.0	264.4	532.0	541.0	178.0	55.0	17.0	12.0	1,854.4
2001	34.0	-	38.0	46.0	585.0	435.2	507.0	301.0	1,030.0	-	5.0	10.0	2,991.2
2002	20.0	-	4.0	-	194.0	87.1	544.0	249.0	173.0	38.0	-	78.0	1,387.1
2003	16.0	10.0	8.0	114.0	73.0	414.7	35.0	333.0	214.0	5.0	12.0	-	1,234.7
2004	4.0	11.0	22.0	37.0	46.0	15.1	652.0	307.0	418.0	-	-	108.0	1,620.1
2005	3.0	68.0	120.0	50.0	245.0	1,578.4	905.0	474.0	365.0	121.0	6.0	9.0	3,944.4
2006	2.0	-	28.0	158.0	224.0	691.8	716.0	344.0	245.0	2.0	57.0	12.0	2,479.8
2007	61.0	12.0	15.0	66.0	265.0	468.3	202.0	995.0	214.0	312.0	26.0	-	2,636.3
2008	28.0	14.0	20.0	45.0	64.0	598.1	1,220.0	194.0	709.0	33.0	26.0	1.0	2,952.1
平均(mm)	20.1	49.0	40.6	89.6	193.4	379.6	446.0	458.6	286.7	56.4	17.8	21.2	1,938.1

資料來源：經濟部水利署王爺宮測站(1983年~2008年)

2-1-7 人文、社會與經濟狀況

烏山頭水庫集水區內之人文宗教信仰，乃以一般傳統寺廟為主，區內並無其他外來如基督或天主教堂的設施。區內寺廟相當多，如位於王爺宮庄的王爺宮廟，水流東庄的觀音廟，位於縣174旁西港湖附近的真武殿，以及嶺頂的聖連宮等，都是地方香火鼎盛、信眾甚多的廟宇。亦為各庄凝聚向心力的集會中心，對地方信眾的精神寄託均具有一定程度的影響力。

六甲鄉產業主要以零售商店的一般性都市服務為主，服務範圍不僅及於本鄉，也及於週邊鄉鎮，因此商業活動尚稱活絡。六甲鄉的特產，山區是桂竹、刺竹，平原則為稻米、洋菇和青果，近年「烏山頭水庫」內的「筍殼魚」，也成為鄉內名產，其他農產品則有稻米（越光良質米）、柳丁及龍眼。官田鄉經濟活動以農業為主，農產有稻米、甘蔗、瓜果、蔬菜，特產為菱角及芒果。特別是烏山頭水庫的設立，使農地灌溉渠道密佈，特別適合菱角栽種，其面積達300公頃，年產量達400萬公斤，位居全國之冠，有「菱角之鄉」的美名，並於每年10月舉辦「官田菱角節」

活動，其吸引之人潮，每年均為本鄉帶來豐厚之經濟收入。

2-1-8 環境生態

參考「烏山頭水庫集水區山坡地整體治理調查規劃」(2006)，茲針對集水區環境生態資源說明如下：

一、植物

本集水區在坡地聚落及農業種植之地區，其生態環境因受到人為活動之影響，在植物物種種類之型態與數量上並沒有太多的變化。而在大面積的樹林地及淹沒帶週緣地帶，則有常見的野生植物如綠竹、刺竹、血桐、野桐、白匏子、銀合歡、相思樹、咸豐草、紫花霍香薊等生長其中。另外，本集水區內果園林立，經濟作物則有柳丁、芒果、龍眼、荔枝、火龍果與木瓜等。稀有植物物種有台灣澤蘭、田代氏澤蘭、台灣秋海棠等，詳表2-1-5。

表 2-1-5 烏山頭水庫集水區內植物物種分類分析表(1/3)

科別	學名	中文名稱	型態	原生別	豐富度
鐵線蕨科	<i>Adiantum caudatum</i> L.	鞭葉鐵線蕨	草本	原生	普遍
鐵線蕨科	<i>Adiantum flabellulatum</i> L.	扇葉鐵線蕨	草本	原生	普遍
鐵線蕨科	<i>Adiantum philippense</i> L.	半月形鐵線	草本	原生	普遍
三叉蕨科	<i>Ctenitis eatoni</i> (Bak.)Ching	愛德氏肋毛蕨	草本	原生	普遍
三叉蕨科	<i>Ctenitis subglandulosa</i> Ching	肋毛蕨	草本	原生	普遍
蹄蓋蕨科	<i>Anisogonium esculentum</i> (Retz.) Presl	假蹄蓋蕨	草本	原生	普遍
烏毛蕨科	<i>Woodwardia prolifera</i>	東方狗脊蕨	草本	原生	普遍
碗蕨科	<i>Hypolepis punctata</i> (Thunb.) Merr.	姬蕨	草本	原生	普遍
碗蕨科	<i>Hypolepis tenuifolia</i> (Forst.) Bernh.	細葉姬蕨	草本	原生	普遍
碗蕨科	<i>Microlepia speluncae</i> (L.) Moore	熱帶鱗蓋蕨	草本	原生	普遍
碗蕨科	<i>Microlepia strigosa</i> (Thunb.)Presl	粗毛鱗蓋蕨	草本	原生	普遍
鱗毛蕨科	<i>Arachniodes aristata</i> (Forst.) Tindle	細葉複葉耳蕨	草本	原生	普遍
木賊科	<i>Equisetum ramosissimum</i> Desf.	木賊	草本	原生	普遍
篠蕨科	<i>Nephrolepis auriculata</i> (L.) Trimen	腎蕨	草本	原生	普遍
水龍骨科	<i>Colysis elliptica</i> (Thunb.) Ching	橢圓線蕨崖薑蕨	草本	原生	普遍
鳳尾蕨科	<i>Pteris dispar</i> Kunze	天草鳳尾蕨	草本	原生	普遍
鳳尾蕨科	<i>Peteris vittata</i> L.	鱗蓋鳳尾蕨	草本	原生	普遍
海金沙科	<i>Lygodium japonicum</i> (Thunb.) Sw	海金沙	草本	原生	普遍
卷柏科	<i>Selaginella doederleinii</i> Hieron	生根卷柏	草本	原生	普遍
卷柏科	<i>Selaginella repanda</i> (Desv.) Spring	高雄卷柏	草本	原生	普遍
金星蕨科	<i>Ampelopteris prolifera</i> (Retz.) Copel	星毛蕨	草本	原生	普遍

資料來源：烏山頭水庫集水區山坡地整體治理調查規劃(2006)

表 2-1-5 烏山頭水庫集水區內植物物種分類分析表(2/3)

科別	學名	中文名稱	型態	原生別	豐富度
金星蕨科	<i>Christella acuminata</i> (Houtt.)Lev.	小毛蕨	草本	原生	普遍
南洋杉科	<i>Araucaria excelsa</i> (Lamb.)R.Br.	小葉南洋杉	喬木	栽培	普遍
柏科	<i>Juniperus chinensis</i> L.var. <i>kaizuka</i> Hort.ex Endl.	龍柏	喬木	栽培	普遍
蘇鐵科	<i>Cycas revoluta</i> Thunb.	蘇鐵	灌木	栽培	普遍
爵床科	<i>Lepidagathis formosensis</i> Clarke ex Hayata	臺灣林球花	草本	原生	普遍
獼猴桃科	<i>Saurauja oldhamii</i> Hemsl.	水冬瓜	喬木	原生	普遍
莧科	<i>Amaranthus spinosus</i> L.	刺莧	草本	歸化	普遍
莧科	<i>Celosia argentea</i> L.	雞冠花	草本	栽培	普遍
漆樹科	<i>Mangifera indica</i> L.	芒果	喬木	栽培	普遍
繖形花科	<i>Centella asiatica</i> (L.) Urban	雷公根	草本	原生	普遍
夾竹桃科	<i>Alstonia scholaris</i> (L.)R.Br.	黑板樹	喬木	栽培	普遍
夾竹桃科	<i>Vinca rosea</i> L.	日日春(長春花)	灌木	栽培	普遍
菊科	<i>Ageratum houstonianum</i> Mill	紫花霍香薊	草本	歸化	普遍
菊科	<i>Bidens pilosa</i> L.var. <i>minor</i> (Blume) Shetff	咸豐草(小白花鬼針)	草本	歸化	普遍
菊科	<i>Coreopsis tinctoria</i> Nutt.	波斯菊	草本	栽培	中等
菊科	<i>Emilia sonchifolia</i> (L.)DC.	紫背草	草本	原生	普遍
菊科	<i>Vernonia cinerea</i> (L.) Less	一枝香	草本	原生	普遍
秋海棠科	<i>Begonia taiwaniana</i> Hayta	臺灣秋海棠	草本	特有	中等
木麻黃科	<i>Casuarina equisetifolia</i> (Gray) Hou	木麻黃	喬木	栽培	普遍
旋花科	<i>Ipomoea pes-caprae</i> (L.)Sweet subsp.	馬鞍藤	草質藤本	原生	普遍
大戟科	<i>Bischofia javanica</i> Blume	茄苳	喬木	原生	普遍
大戟科	<i>Euphorbia pulcherrima</i> Willd. ex Klotzsch	聖誕紅	灌木	栽培	普遍
大戟科	<i>Macaranga tanarius</i> (L.)Muell.- Arg.	血桐	喬木	原生	普遍
大戟科	<i>Mallotus japonicus</i> (Thunb)Muell.-Arg.	野桐	喬木	原生	普遍
豆科	<i>Acacia confuse</i> Merr.	相思樹	喬木	原生	普遍
豆科	<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit.	銀合歡	灌木	歸化	普遍
錦葵科	<i>Hibisus taiwanensis</i> Hu	山芙蓉	小喬木	特有	普遍
錦葵科	<i>Sida acuta</i> Burm.f.	細葉金午時花	小灌木	原生	普遍
龍舌蘭科	<i>Sansevieria trifasciata</i> Prain	虎尾蘭	草本	栽培	普遍
天南星科	<i>Alocasia macrorrhiza</i> (L.) Schott&Endl.	姑婆芋	草本	原生	普遍
棕櫚科	<i>Areca catechu</i> L.	檳榔	喬木	栽培	普遍
棕櫚科	<i>Cocos nucifera</i> L.	椰子	喬木	栽培	普遍
鳳梨科	<i>Ananas comosus</i> (L.)Merr.	鳳梨	草本	栽培	普遍
百合科	<i>Liriope spicata</i> Lour.	麥門冬	草本	原生	普遍
禾本科	<i>Arundo formosana</i> Hack.	臺灣蘆竹	草本	原生	普遍
禾本科	<i>Chrysopogin aciculatus</i> (Retz.) Trin	竹節草	草本	原生	普遍
禾本科	<i>Dendrocalamus latiflorus</i> Munro	麻竹	喬木	栽培	普遍

資料來源：烏山頭水庫集水區山坡地整體治理調查規劃(2006)

表 2-1-5 烏山頭水庫集水區內植物物種分類分析表(3/3)

科別	學名	中文名稱	型態	原生別	豐富度
禾本科	<i>Eleusine indica</i> (L.)Gaertn	牛筋草	草本	原生	普遍
禾本科	<i>Imperata cylindrica</i> (L.)Beauv. Var.major	白茅	草本	原生	普遍
禾本科	<i>Miscanthus floridulus</i> (Labill.) Warb. ex Schum.	五節芒	草本	原生	普遍
禾本科	<i>Paspalum conjugatum</i> Breg.	兩耳草	草本	原生	普遍
禾本科	<i>Phragmites communis</i> (L.)Trin.	蘆葦	灌木	原生	普遍
禾本科	<i>Saccharum sinensis</i> Roxb.	甘蔗	草本	栽培	普遍
薑科	<i>Alpinia intermedia</i> Gagn.	山月桃仔	草本	原生	普遍
薑科	<i>Musa sapientum</i> L.	香蕉	喬木	栽培	普遍

資料來源：烏山頭水庫集水區山坡地整體治理調查規劃(2006)

二、動物

1. 魚類調查

本集水區範圍內之魚類有數十種類以上，尤以庫區棲息地之物種較多。甚至有白鯪等外來引進物種，區內魚類生態包括鯉魚、羅漢魚、台灣馬口魚、白鯪、青魚、泥鰍、鯰魚、雜交尼羅魚、鯽魚、極樂吻鰕魮等。其中台灣馬口魚、台灣間爬岩鰍、台灣石魚屬特有種，經查本區並無保育類魚種。

2. 兩棲與爬蟲類調查

區內坡地周圍的潮濕樹林下層、積水水窪處、農耕地及溝渠，往往可發現兩棲類物種的身影。在本集水區中，除貢德氏赤蛙較罕見外，其餘均為一般普遍常見之物種。現有物種計有盤谷蟾蜍、中國樹蛙、面天樹蛙、拉都希氏赤蛙等。

爬蟲類則多棲息在樹林中下層及灌木、叢木與草地交接處。本區現有物種包括有中國石龍子、印度蜥蜴、鉛山壁虎、斯文豪氏攀蜥、盲蛇等，多為低海拔山區常見之物種，詳表2-1-6所示。

3. 鳥類調查

烏山頭集水區內鳥類種類相當豐富，多為低海拔山區常見之物種，其中屬於保育類的有鳳頭蒼鷹、灰喉山椒鳥、臺灣紫嘯鶇；其中臺灣紫嘯鶇又屬於台灣特有種；台灣特有亞種則有鳳頭蒼鷹、竹雞、斑頸鳩、五色鳥、白頭翁、繡眼畫眉、粉紅鸚嘴鶇、樹鵲等。

4. 蝶類調查

烏山頭水庫集水區內因樹林底層潮濕多水，而區內植物種類繁多，不乏開花結果之樹種或花草，因此，為適於蝶類生長的良好環境，集水區內蝶類種類繁多，有數十種，包括有長翅弄蝶、黃星弄蝶、黑星弄蝶、黃斑弄蝶、禾弄蝶、褐弄蝶、青鳳蝶、大鳳蝶、白粉蝶、異粉蝶、銀灰蝶、藍灰蝶、散紋盛蛺蝶、白帶波眼蝶、玉帶黛眼蝶等，其中白帶波眼蝶屬特有種，詳表2-1-7所示。

表 2-1-6 烏山頭水庫集水區內兩棲類與爬蟲類各物種種類分析詳表

科別	學名	中文名稱	保育等級	普遍度	特有類別
蟾蜍科	<i>Bufo bankorensis</i> Barbour	盤古蟾蜍	-	普遍	特有種
樹蟾科	<i>Hyla chinensis</i> Gunther	中國樹蟾	-	普遍	-
赤蛙科	<i>Rana guentheri</i> Boulenger	貢德氏赤蛙	珍貴稀有之第二級保育類	不普遍	-
赤蛙科	<i>Rana kuhlii</i> Tschudi	古氏赤蛙	-	普遍	-
赤蛙科	<i>Rana latouchii</i> Boulenger	拉都希氏赤蛙	-	普遍	-
赤蛙科	<i>Rana limnocharis</i> Boie	澤蛙	-	普遍	-
赤蛙科	<i>Rana sauteri</i> Boulenger	梭德氏赤蛙	-	普遍	-
赤蛙科	<i>Rana swinhoana</i> Boulenger	斯文豪氏赤蛙	-	普遍	-
樹蛙科	<i>Buergeria japonica</i>	日本樹蛙	-	普遍	-
樹蛙科	<i>Buergeria robusta</i>	褐樹蛙	珍貴稀有之第二級保育類	普遍	特有種
樹蛙科	<i>Chirixalus idiootocus</i>	面天樹蛙	-	普遍	特有種
樹蛙科	<i>Polypedates megacephalus</i>	白領樹蛙	-	普遍	-
樹蛙科	<i>Rhacophorus moltrechti</i>	莫氏樹蛙	珍貴稀有之第二級保育類	普遍	特有種
壁虎科	<i>Gekko hokouensis</i>	鉛山壁虎	-	普遍	-
壁虎科	<i>Hemidactylus frenatus</i>	蝎虎	-	普遍	-
舊大陸鬚蜥科	<i>Japalura swinhonis</i> Gunther	斯文豪氏攀蜥	-	普遍	特有種
正蜥科	<i>Takydromus fimosanus</i>	台灣草蜥	珍貴稀有之第二級保育類	普遍	特有種
石龍子科	<i>Eumeces chinensis formosensis</i> Van Denburgh	中國石龍子台灣亞種	-	稀有	特有亞種
石龍子科	<i>Eumeces elegans</i> Boulenger	麗紋石龍子	-	普遍	-
盲蛇科	<i>Ramphotyphlops braminus</i>	盲蛇	-	普遍	-
黃領蛇科	<i>Elaphe carinata</i>	臭青公	-	普遍	-
黃領蛇科	<i>Zaocys dhumnades</i> (Cantor)	過山刀	-	普遍	-
蝙蝠蛇科	<i>Bungarus multicinctus multicinctus</i> Blyth	雨傘節	珍貴稀有之第二級保育類	普遍	-
蝙蝠蛇科	<i>Naja atra</i> Cantor	眼鏡蛇	珍貴稀有之第二級保育類	普遍	-
蝮蛇科	<i>Trimeresurus mucrosquamatus</i>	龜殼花	珍貴稀有之第二級保育類	普遍	-
蝮蛇科	<i>Trimeresurus stejnegeri stejnegeri</i> Schmidt	赤尾青竹絲	-	普遍	-
河龜科	<i>Ocadia sinensis</i>	斑龜	-	不普遍	-

資料來源：烏山頭水庫集水區山坡地整體治理調查規劃(2006)

表 2-1-7 烏山頭水庫集水區內蝶類物種一覽表

科別	學名	中文名稱	特有類別	稀有類別
弄蝶科	<i>Badamia exclamationis</i>	長翅弄蝶	-	-
弄蝶科	<i>Ampittia virgata myakei</i>	黃星弄蝶	-	-
弄蝶科	<i>Suatus gremius</i>	黑星弄蝶	-	-
弄蝶科	<i>Potanthus Confucius angustatus (Matsumura)</i>	黃斑弄蝶	-	-
弄蝶科	<i>Borbo cinnara (Wallace)</i>	禾弄蝶	-	-
弄蝶科	<i>Pelopidas agna (Moore)</i>	褐弄蝶	-	-
弄蝶科	<i>Graphium sarpedon connectens (Fruhstorfer)</i>	青鳳蝶	-	-
弄蝶科	<i>Papilio memnon heronus</i>	大鳳蝶	-	-
粉蝶科	<i>Pieris rapae curasena Fruhstorfer</i>	白粉蝶	-	-
粉蝶科	<i>Ixias pyrene insignis Butler</i>	異粉蝶	-	-
灰蝶科	<i>Curetis acuta formosana</i>	銀灰蝶	-	-
灰蝶科	<i>Zizeeria maha okinawana (Matsumura)</i>	藍灰蝶	-	-
蛺蝶科	<i>Symbrenthia lilaea</i>	散紋盛蛺蝶	-	-
蛺蝶科	<i>Ypthima multistriata Butler</i>	白帶波眼蛺蝶	特有種	稀有
蛺蝶科	<i>Lethe verma cintamani Matsumura</i>	玉帶黛眼蝶	-	-

資料來源：烏山頭水庫集水區山坡地整體治理調查規劃(2006)

三、生態資料規劃應用

烏山頭水庫為進行溪流治理規劃工作，針對溪魚之習性與棲息環境說明如表2-1-8，列為工程規劃之生態復育機制重要參考。

表 2-1-8 調查規劃集水區內溪魚棲地、習性與生態工程需求說明表

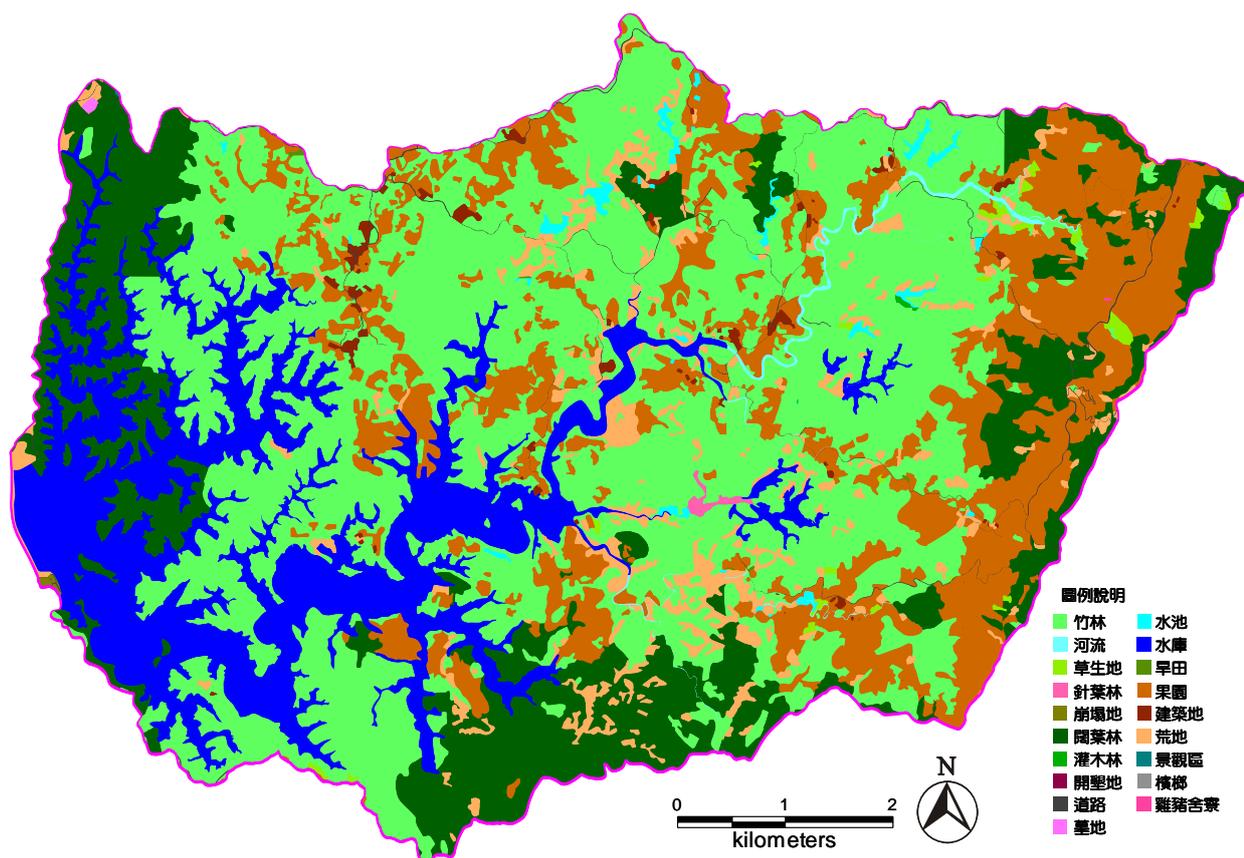
溪魚名稱	別名	外形特徵	棲地與習性	生態工程需求
台灣間爬岩鰍	石貼仔	身體扁平，尾部側扁，吻部略成圓弧狀，口開於腹面。胸鰭較寬大而略向兩側平伸，其後緣不達腹鰭；腹鰭後緣互相分離。體被細小圓鱗，頭部及各鰭附近均裸出。體色灰黑，偶鰭末端及腹面淡灰色。體側及頭部有不規則之縱走蟲蝕狀波浪條紋，偶鰭有半環狀條紋，背鰭有三條黑白相間之斜走條紋；尾鰭基部有弧狀白色橫帶，鰭條上有三條黑白點狀相間之垂直橫帶。身體外形與台灣間爬岩鰍相似，但較為修長。	棲息於湍急之山區溪流，底質為中大型圓石之河段。扁平體形及特化的胸腹鰭平貼於石頭上 可耐激流。雜食性，主要以石頭上著生的藻類、水生昆蟲、植物碎屑為食物。可長至 7~10 公分。	考量砌石、拋石工法，營造石縫與湍流生態環境
極樂吻鰍		惟東部地區之部份溪流上游尚未完全調查，因此推估其分佈之溪流不僅於此，其生態習性甚待了解	屬於陸封型或非必要降海型之魚種。目前僅發現其分佈於花東地區之花蓮溪、秀姑巒溪、馬武窟溪及卑南大溪等溪流，	考量砌石、拋石工法，營造石縫與深潭、淺灘及生態池等生態環境
台灣石鰕		初級性淡水魚。亞底棲性，主要棲息於河川中游。白天喜鑽入石縫裡，幼魚則穿棲於河岸石頭間。夜行攝食者，雜食性。雄、雌魚的吻部均有追星，雄魚個體較小。魚卵有毒，避免誤食。	喜棲息水流湍急之區域或石頭間。	考量砌石、拋石工法，營造石縫與深潭、淺灘及湍流生態環境

註：1.雖各類溪魚棲地與習性需求各自不同，為就同地區生態工程需考量各種溪魚適生條件情況下，於工程設施配置時，尤以注重生態魚道(緩坡砌石魚道，避免過度跳躍空間為前提)與孔隙性，並留設深潭及淺灘環境，納入工程配置考量。

2.資料來源：本計畫整理

2-2 土地利用類別

參考水保局(1997)土地利用圖、林務局林班地土地利用、航空正射影像、SPOT-5衛星影像(2009年8月30日)及現場調查，分析本區土地利用現況，其土地利用型態(詳圖2-2-1與及表2-2-1)多以農業為主，以種植蔬果為主體，其中，經濟果樹計有芒果、柳丁與龍眼為大宗，除果樹外，整體集水區內廣大面積的竹林提供區域內居民另一生產竹材為主的經濟體系，而竹林大多為麻竹、荊竹及長支竹，竹林與區域內尚有小面積之闊葉樹、針葉樹等林地，共佔有全集水區面積之59%，果園約佔19%，而水庫及水系約佔17%，其餘5%為荒地、建物、草生地及崩塌地等。



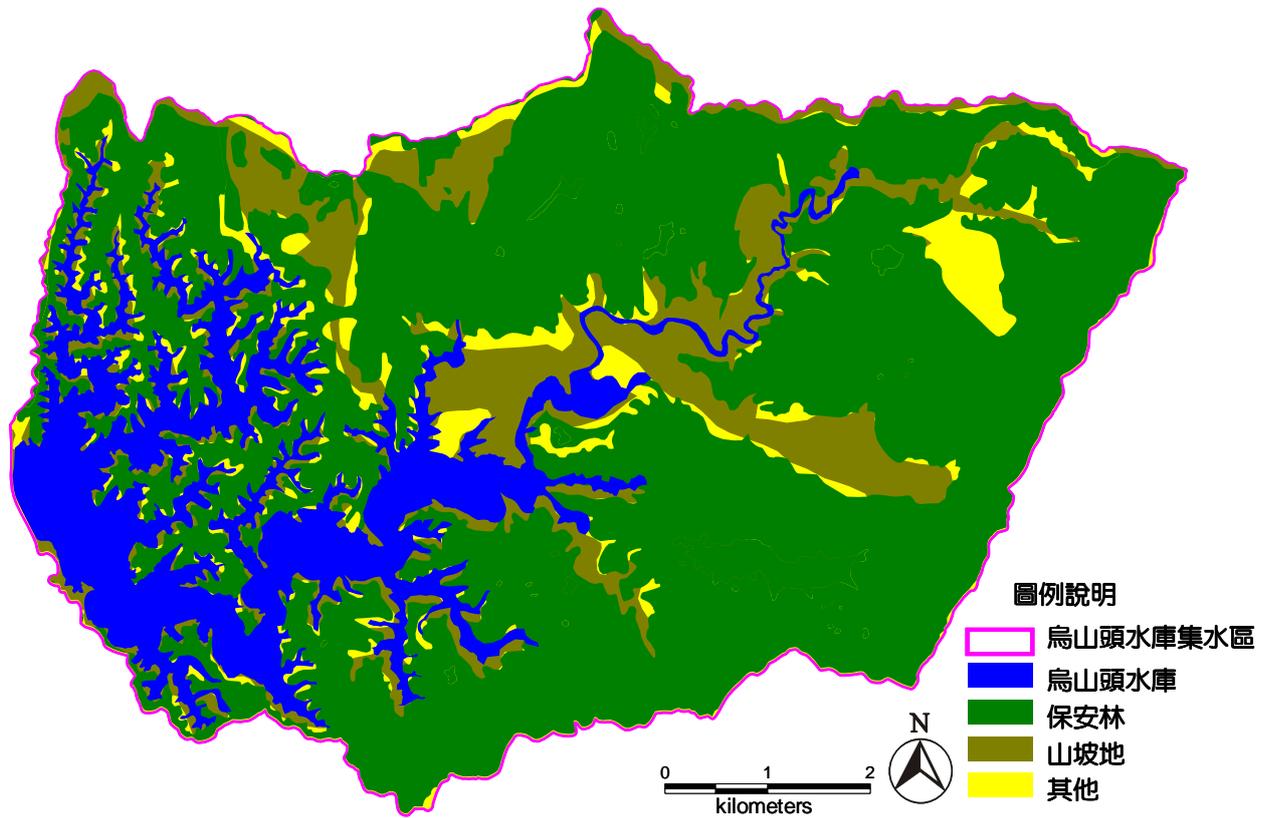
資料來源：水土保持局(1997)土地利用圖、林務局林班地土地利用、航空正射影像判釋(2004)、SPOT-5 衛星影像(2009年8月30日)及本計畫調查繪製。

圖 2-2-1 烏山頭水庫土地利用圖

表 2-2-1 烏山頭水庫土地利用統計一覽表

土地利用類型		面積(公頃)	百分比 (%)	土地利用類型		面積(公頃)	百分比 (%)
自然環境	闊葉林	893.91	15.35	人為開發	旱田	1.30	0.02
	竹林	2,528.15	43.41		建築區	32.98	0.57
	針葉林	6.01	0.10		墓地	1.39	0.02
	灌木林	0.55	0.01		檳榔	0.01	0.0002
	草地	20.43	0.35		果園	1091.37	18.74
	崩塌地	1.46	0.03		道路	24.59	0.42
	河流	21.93	0.38		水庫	908.56	15.60
	荒地	258.70	4.44		水池	32.29	0.55
				開墾地	0.07	0.001	
				景觀區	0.11	0.002	
				雞、豬舍	0.19	0.003	
小計	3,731.14	64.06	小計	2,092.86	35.94		
總計						5,824.00	100.00

資料來源：本計畫分析整理



資料來源：水土保持局(1997)及本計畫繪製。

圖 2-2-2 烏山頭水庫土地類別圖

表 2-2-2 烏山頭水庫土地類別統計一覽表

土地類別	面積(公頃)	百分比(%)
水庫	954.00	16.38
保安林	2,985.54	51.26
山坡地	1,872.63	32.16
其他	11.83	0.23
總計	5,824.00	100.00

資料來源：本計畫分析整理

2-3 歷年災害治理情形及相關計畫

2-3-1 歷年災害因應治理情形

烏山頭水庫集水區歷年所發生之災害類型，主要為溪溝護岸損壞，坡地沖蝕與崩塌，道路路基淘空崩塌、土石沖淤危及農地與保全居戶生命與財產安全…等，而其大部分致災原因，仍為歷年降雨因素及集水區內不穩定地質所造成。

區內各防砂工程位置如圖2-3-1所示。近15年間(包括颱風與暴豪雨)影響烏山頭水庫集水區坡地安全之颱風與降雨資料，如表2-3-1所示，嘉南農田水利會烏山頭區管理處亦於各次災害後進行各項復建整治工程，詳附錄四。

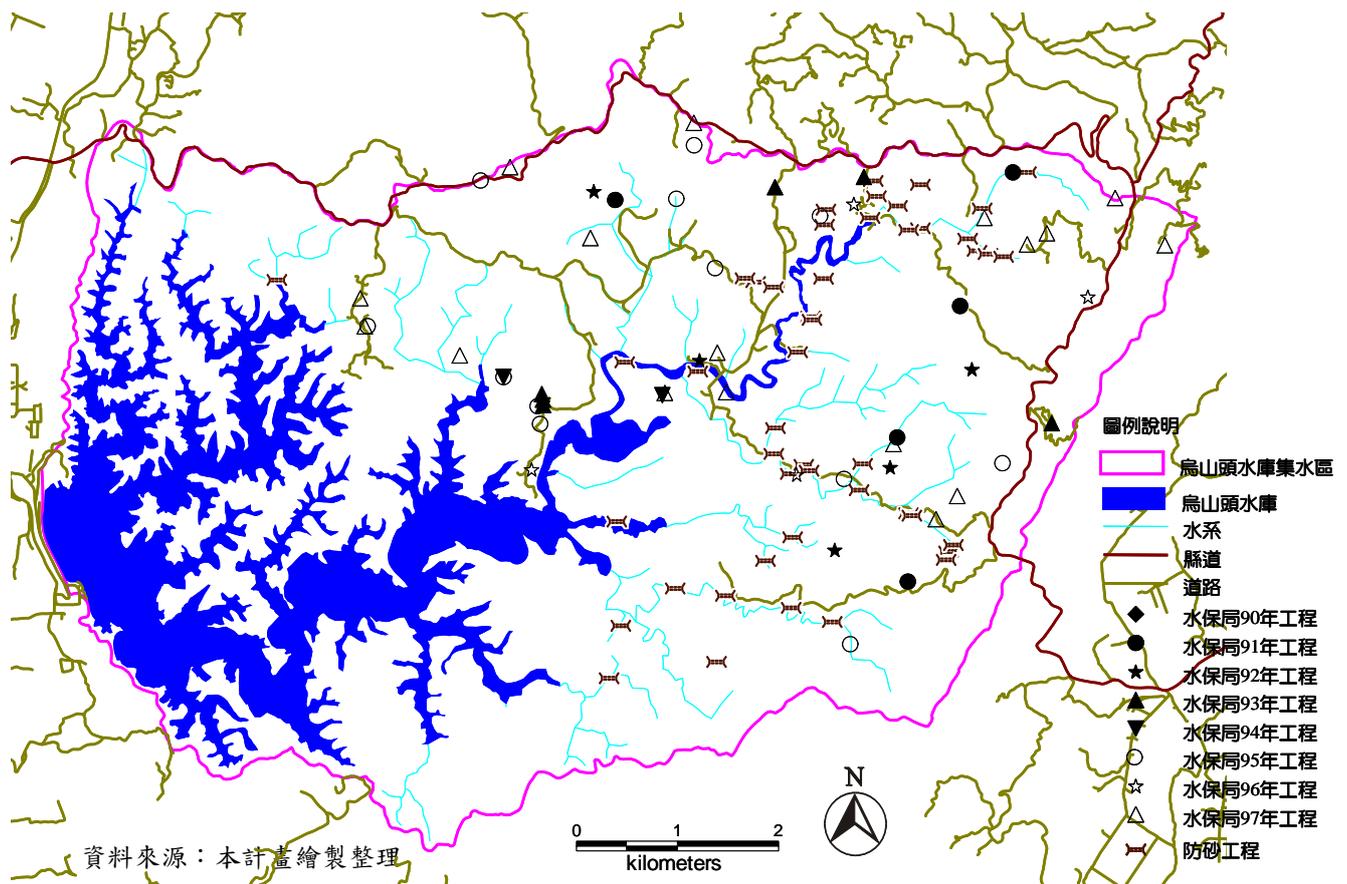


表 2-3-1 歷年造成烏山頭水庫庫區災損之颱風豪雨統計一覽表

年份	日期	最大連續一日降雨量(mm)	最大連續二日降雨量(mm)	降雨型態	登陸與離開地點	災情狀況
2009	8/7-8/9	774	1287	莫拉克颱風(中度颱風)	登陸:花蓮 離開:桃園外海	縣 174 多處崩塌及道路損壞
2001	9/17-9/18	597	690	納莉颱風(中度颱風)	登陸:三貂角至頭城一帶 離開:台南安平	部分山線、海線及花東線中斷；多處地區引發土石流災害；近 165 萬戶停電；逾 175 萬戶停水。共有 94 人死亡，10 人失蹤。工商部分損失超過 40 億元；農林漁牧損失約 42 億元。白河水庫溢洪道一處損壞、烏山頭水庫壩堰體 4 處及 1 監測系統損壞。
2000	8/23-8/24	271	309	碧利斯颱風(強烈颱風)	登陸:台東成功 離開:雲林	颱風挾帶強風豪雨，造成全省多處地區積水、溪水暴漲及山區土石流。電力系統遭重創，多處公路阻斷，鐵路、航空交通一度停擺。
1999	8/11-8/12	155	232	暴雨	略	番仔厝坑崩塌嚴重
1998	6/8-6/9	163	229	暴雨	略	草茅嶺、北勢坑及中坑崩塌嚴重
1997	7/1-7/2	285	331	暴雨	略	北勢坑，嶺頂，土埋及火燒坑崩坍嚴重
1996	7/31-8/1	229	402	賀伯颱風(強烈颱風)	登陸:基隆與蘇澳間 離開:新竹附近	賀伯颱風帶來強風豪雨，烏山頭水庫集水區內若干坡地崩塌嚴重，其中，又以草茅嶺及南勢坑崩塌地最為嚴重。果樹、竹林等經濟作物損失嚴重。
1995	6/7-6/8	174	270	荻安娜颱風(輕度)	未登陸	受颱風引進之旺盛西南氣流及滯留鋒面雙重影響，集水區內豪雨持續數日，土壩坡面土壤流失，中坑崩塌嚴重。果樹、竹林等經濟作物損失嚴重。
1994	8/3-8/4	178	299	暴雨	略	南勢坑及中坑崩塌嚴重。
1993	5/26-5/27	164	242	暴雨	略	草茅嶺及鹿陶坑崩塌嚴重。
1992	8/30-8/31	211	253	寶莉颱風(輕度颱風)	登陸:花蓮立霧溪口 離開:新竹新豐	鹿陶坑及內寮坑崩塌嚴重。
1992	7/7-7/8	262	404	暴雨	略	番仔厝坑崩塌嚴重。
1991	7/29-7/30	188	317	暴雨	略	番仔厝坑崩塌嚴重。

資料來源：本計畫整理

2-3-2 相關計畫

計畫區過去曾辦理過集水區調查、水庫更新改善及安全評估等相關計畫，歷年來相關計畫整理如表2-3-2所示。

表 2-3-2 烏山頭水庫集水區歷年相關計畫一覽表

類型	計畫名稱	時間	主辦計畫單位
集水區調查	95 年度曾文、蘭潭、仁義潭、白河、南化、烏山頭、阿公店、澄清湖、鳳山及牡丹等 10 座水庫蓄水範圍及保護帶（含主要河川）治理規劃」	2006	南水局
	烏山頭水庫集水區山坡地整體治理調查規劃	2006	水土保持局
	烏山頭、白河水庫集水區整體治理規劃	2004	經濟部水利署
安全評估	烏山頭水庫西口堰安全評估報告	1999	嘉南農田水利會
	烏山頭水庫第三次安全評估	2001	嘉南農田水利會

資料來源：本計畫整理

第三章 計畫區現況調查及特性分析

3-1 計畫區現況調查及特性分析

烏山頭水庫集水區之支流眾多，且因河床中大量塊石堆積，豪大雨期間常造成溪岸侵蝕、土石流、崩塌，甚至溢淹兩岸農田、農舍，造成災害；依據計畫區之野溪、崩塌地、道路水土保持、坡地水土保持及土石流等問題，進行計畫區現況調查及問題分析說明。

3-1-1 野溪、蝕溝、河道沖淤、河岸侵蝕情形調查

溪流調查之工作包括歷年災害情形、整治工程及河道淤積土砂等情形進行調查，調查流程詳圖3-1-1，調查對象為烏山頭水庫集水區內主支流、野溪及坑溝等。

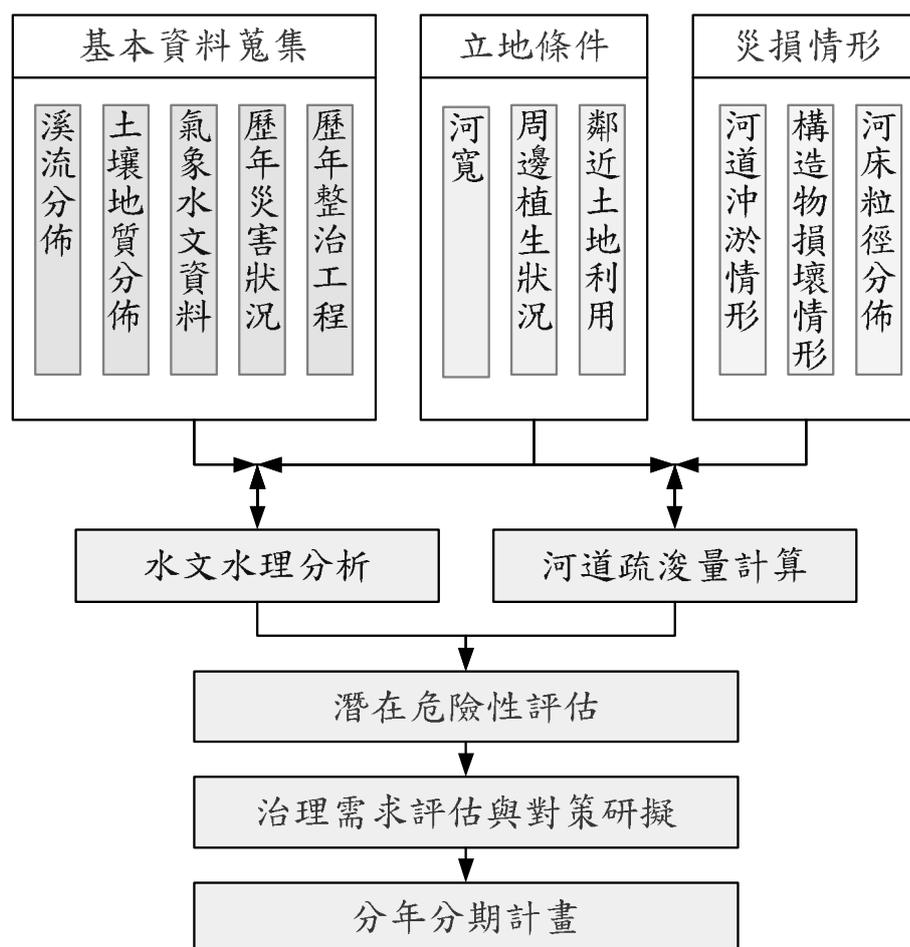


圖 3-1-1 野溪調查流程圖

烏山頭水庫集水區潭頭以上分成兩大支流，由曾文溪東口引領經過烏山嶺隧道發電尾水，流經匏仔寮有南勢坑溪匯入，再行流經半天井另有北勢坑匯入，最後於九重橋進潭頭為北支流；南支流則在九重橋處有土埋坑野溪直接匯入外，另自中崙附近則有番仔厝坑及馬斗欄坑兩條野溪支流匯流後，亦於九重橋進入潭頭而構成整體烏山頭水庫集水區水系系統。

烏山頭水庫主流至西口匏仔寮段，溪流長度約7.63公里，集水面積約1,031公頃，平均坡降約為2%及其西口匏仔寮段至九重橋段，溪流長度約4.23公里，集水面積約265公頃，平均坡降約為1%。

南勢坑溪流長度約4.61公里，集水面積約582公頃，平均坡降約為2%；北勢坑溪流長度約3.00公里，集水面積約380.76公頃，平均坡降約為1%。

土埋坑溪流長度約2.84公里，集水面積約212公頃，平均坡降為1%，馬斗欄坑溪流長度約5.77公里，集水面積約550公頃，平均坡降為2%。竹湖坑溪流長度約3.70公里，集水面積約333公頃，平均坡降為1%。

溪流與坑溝現勘點位如圖3-1-2及3-1-3，經現場調查北勢坑及南勢坑現場淤積嚴重，通洪斷面不足，以致豪大雨時常漫淹至兩旁道路及果園；九重橋附近有聚落存在，且種植大面積的果園，園內亦無排水設施，易導致土砂下移至庫區。

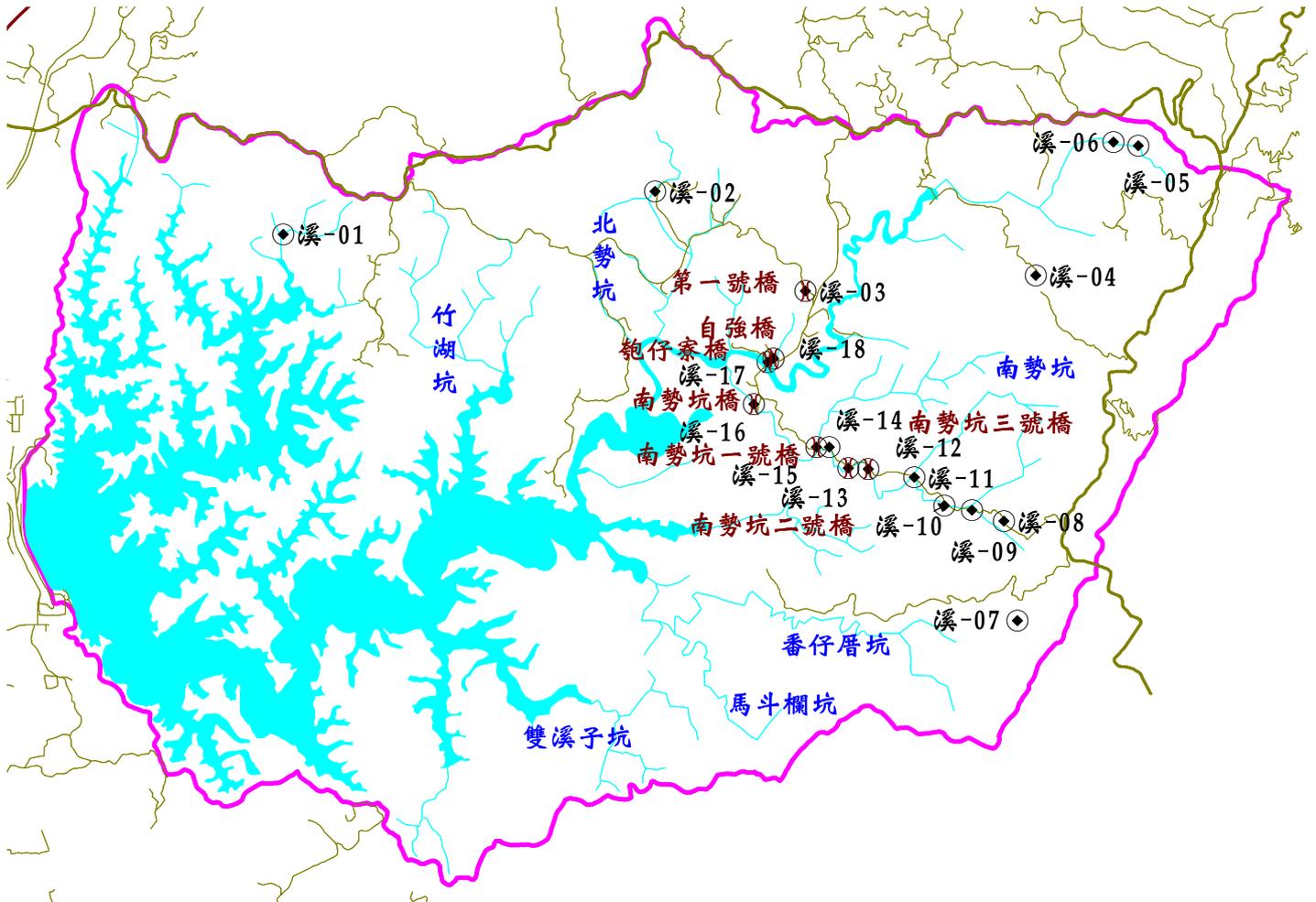


圖 3-1-2 烏山頭水庫溪流現勘點位

1. 無名橋01(187696,2569610) - 溪01

河寬約8m，上游右岸有一崩塌地，河床土砂堆積嚴重，堆積高約1m，平均粒徑約30~40cm；以箱涵(2m×3m)通過，下游右岸有一坑溝，河床堆積高約1m，平均粒徑約20~30cm，建議施設拋石丁壩2座，拋石工約50m，施設石籠護岸200m，營造生態多樣化環境。



2. 無名橋02(191059,2569991) - 溪02

河寬約10m，橋上下游淤積嚴重，淤積高約1m，橋上游右岸護岸損壞，建議河道清淤200m，寬1m，深1m，上游護岸修復長100m。



3. 第一號橋(192416,2569094) - 溪03

第一號橋上游河床輕微堆積，雜木堆積高約0.5m，建議施設石籠護岸100m，河道清淤整理100m，寬2m，深0.5m。



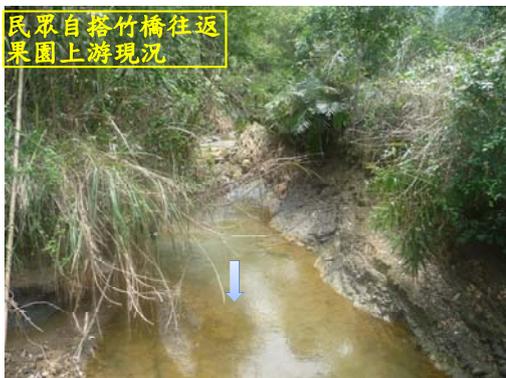
4. 無名橋03(194498,2569232) - 溪04

中坑15號之河寬約10m，左岸為石籠護岸長150m，右岸為混凝土護岸長180m，凹岸堆積高約0.5m，平均粒徑約20~30cm，建議河道清淤整理長300m，寬5m，深0.5m、護岸100m及道路修復。



5. 竹子便橋(195429,2570413) - 溪05

河寬約10m，兩岸多處崩塌，土砂堆積於河床，淤積高度約1.0m，平均粒徑約70~80cm，竹子便橋下游兩岸果園遭沖刷流失，建議施設混凝土防砂壩乙座、混凝土造型模板護岸250m×2、河道整理300m。



6. 無名橋04(195203,2570443) - 溪06

河寬約10m，以版橋通過農路，嘉南農田水利會2005年於左岸施設石籠護岸300m，右岸施設重力式護岸300m，現況未施設保護工程兩岸遭沖刷裸露嚴重，土砂下移堆積高約0.5m，平均粒徑約60~70cm，既設石籠損壞，建議河道清淤長300m，既設石籠護岸修復30m。



7. 坑溝01(194336,2566087) - 溪07

河寬10m，既設防砂壩位凹岸沖刷，護岸基礎保護深度不足造成毀

壞，河床堆積嚴重約1.5m，平均粒徑約50~60cm，農路毀損，建議河道清淤長150m，寬5m，深1m，混凝土造型模板護岸150m×2，混凝土防砂壩乙座，階段式固床工10座，路基修補乙式，路面PC修復300m²，掛網植生300m²。



8. 無名橋05(194215,2566992) - 溪08

本溪流河寬約10m，無名橋上游既設護岸長約100m，高約2m，已淤積高1m，橋下游未施作任何工程，岸高不足，且河道淤積嚴重，建議河道清淤長150m，寬5m，深0.5m，石籠護岸150m×2。



9. 無名橋06(193927,2567093) - 溪09

本溪流河寬約10m，無名橋06上游凸岸淤積2m，通水斷面剩餘5m，上游左岸既設護岸長100m，高約2m，橋下游未施作任何工程，道路路基背填土淘空，道路損壞長10m，建議河道清淤長200m，寬10m，深1m，石籠護岸150m×2岸，路基修補乙式，路面AC修復50m²。



10. 無名橋07(193675,2567138) -溪10

本溪流河寬約10m，無名橋07上游右岸護岸基礎淘空，凸岸淤積高約1m，橋下游未施作任何工程，通水斷面淤積寬8m，通水斷面剩2m，建議河道清淤長300m，寬5m，深1m，石籠護岸200m×2岸。



11. 無名橋08(193400,2567386) -溪11

本溪流河寬約10m，橋上游青灰泥岩裸露，左岸無護岸，無名橋下游有一深潭，護岸損壞倒塌於河道中，河道淤積高1m，右側有一坑溝，橋旁有崩塌地2處，建議河道清淤長100m，寬5m，深0.5m，石籠護岸100m×2岸，掛網植生200m²，縱向排水溝長4m、橫向排水溝長50m。



12. 南勢坑三號橋(192989,2567468) -溪12

南勢坑三號橋河寬約15m，河道淤積高約0.5m，橋上游左岸重力式護岸長50m，右岸為雙排石籠護岸，橋下游兩岸為嘉南農田水利會所施設之雙排石籠護岸，長250m，為維持河道通水斷面，建議河道清淤長250m，寬4m，深1m。



13.南勢坑二號橋(192805,2567471) -溪13

南勢坑二號橋河寬約15m，河道淤積寬5m，高約1m，橋上游為3排石籠護岸，護岸旁為果園，橋下游無施作任何工程，建議河道清淤長200m，寬5m，深1m，以維持通洪斷面。



14.防砂壩01(192634,2567664) -溪14

本溪流河寬約20m，既設防砂壩乙座，固床工3支，右岸既設乾砌石護岸長約150m，高約3m，河道淤積嚴重約1.5m，建議河道清淤長100m，寬10m，深1.5m。



15.南勢坑一號橋(192521,2567664) -溪15

河寬約15m，河道淤積高約1m，橋上下游均無施作工程，建議橋上游兩岸各施作石籠護岸150m，河道清淤長250m，寬5m，深1m。



16.南勢坑橋(191956,2568056) -溪16

南勢坑橋河寬約40m，河道淤積寬20m，高約2m，橋上下游均無施作護岸，橋上游150m處右岸既設3排石籠護岸50m，重力式護岸100m，建議河道清淤長350m，寬10m，深2m。



17. 匏仔寮橋(192075,2568435) - 溪17

匏仔寮橋河寬約35m，河道淤積寬20m，高約1m，橋上下游均無施作護岸，溪水含泥量高，溪水混濁，建議河道清淤長300m，寬2m，深1m，並於兩岸各施設石籠護岸長250m。



18. 自強橋(192128,2568472) - 溪18

自強橋附近河寬約20m，河道淤積約1m，通洪斷面不足，橋上下游均無施作護岸，橋旁有3戶民宅保全對象，建議河道清淤長200m，寬10m，深1.5m，凹岸施作混凝土造型模板護岸長50m。



19. 北勢坑瑞茂(191780,2570725)-溪19

北勢坑上游野溪，河寬約15m，河道淤積寬10m，高約0.5m，以涵管通過支線道路，通洪斷面不足，既設護岸損毀，保全對象為果園，建議河道清淤長200m，寬10m，深0.5m，兩岸施作混凝土護岸長200m。



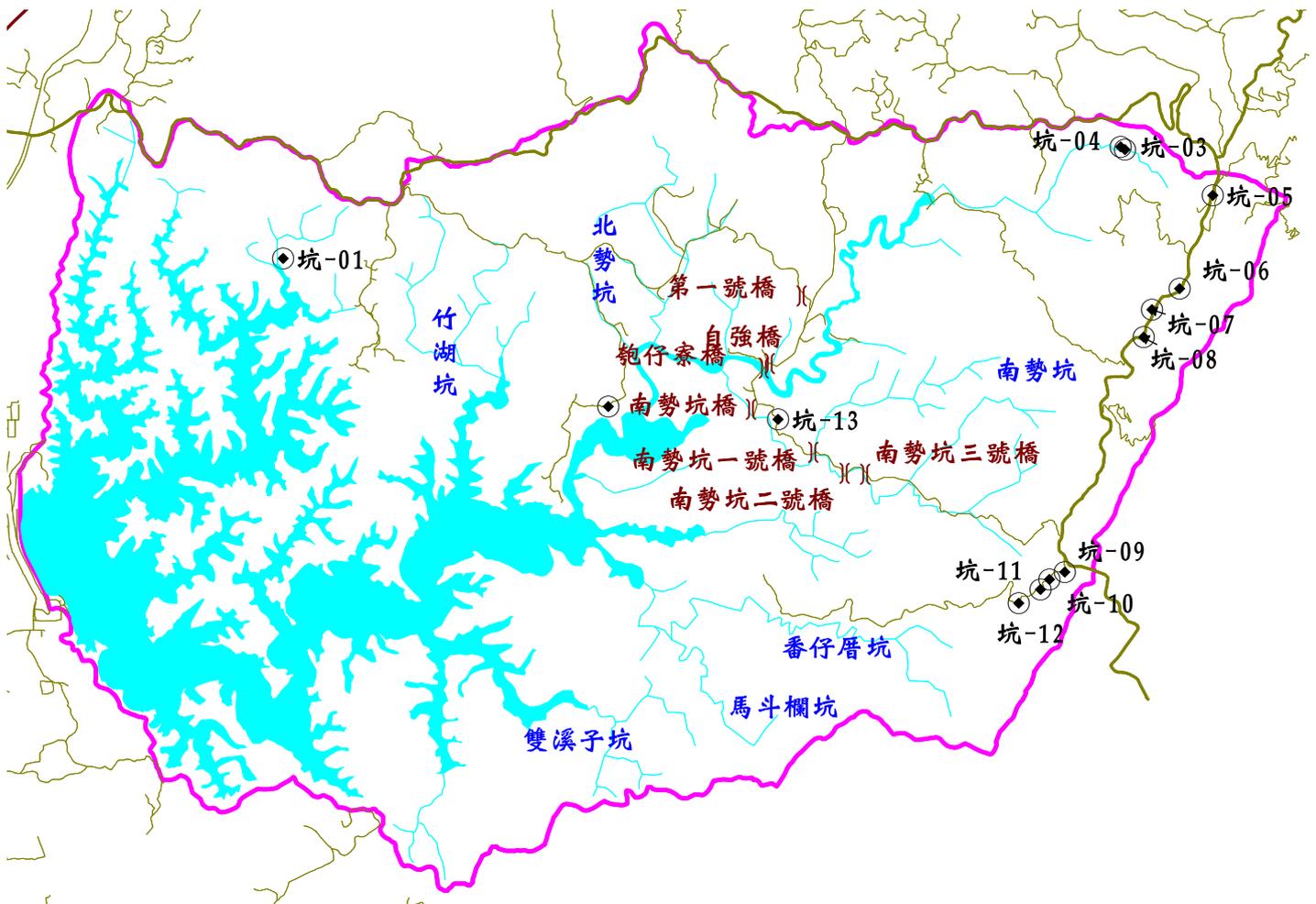


圖 3-1-3 烏山頭水庫坑溝現勘點位

20.坑溝01(187734,2569431)

溝寬約3m，蝕溝兩岸堆積高約1m，停留在坡面上土石極易隨水流下移，故雨季來臨極易成災，建議坑溝整理長100m，施設草溝長100m。

21.坑溝02(190669,2568085)

因坡地未能有效排水，現已沖蝕出溝型，坡面有裸露情形，建議施設排水溝、靜水池，建議坑溝清淤整理長200m，施設草溝長40m，靜水池乙座(2m×2m×2m)。



22.坑溝03(195335,2570425)

位羌仔寮坡地，因坡面逕流集中，沖蝕出溝型，寬約4m，坡面裸露，建議坑溝整理長50m，施設草溝50m，靜水池乙座(2m×2m×2m)。

23.坑溝04(195295,2570447)

因坡面逕流集中，現已沖蝕出溝型，寬約2m，坡面有裸露情形，建議坑溝清淤整理長40m，施設草溝長40m，靜水池乙座(2m×2m×2m)。



24.坑溝05(196125,2570003)

因地未能有效排水，現已沖蝕出溝型，寬約3m，坡面有裸露情形，平均粒徑約50~60cm，既設靜水池，建議河道整理50m，縱向排水蝕溝50m。

25.坑溝06(195828,2569154)

此區域河寬約10m，粒徑約40~60cm，既設防砂壩及靜水池已淤滿，以箱涵方式通過縣174，尚屬穩定，上游土石堆積高約1.0m，建議河道整理100m及防砂壩清淤約1,500m³，恢復防砂空間。

26.坑溝07(195579,2568956)

坑溝河寬約10m，粒徑約50~60cm，既設防砂壩及靜水池，以箱涵方式通過縣174，尚屬穩定，上游土石堆積高約0.5m，建議河道整理100m

及防砂壩清淤1,000m³。

27.坑溝08(195505,2568712)

坑溝河寬約10m，粒徑約40~50cm，既設防砂壩已淤滿及靜水池，以箱涵方式通過縣174，尚屬穩定，上游土石堆積高約0.5m，建議河道整理120m及防砂壩清淤1,000m³。



28.坑溝09(194787,2566575)

坑溝河寬約2m，道路上方既設排水溝封底(長50m，高2.0m)，道路下方未施作任何工程，建議縱向排水溝長50m，河道整理50m。

29.坑溝10(194650,2566511)

坑溝河寬約10m，粒徑約30~40cm，既設防砂壩現況已淤滿損壞，上方有一崩塌地(寬20m、高5m)料源豐富，土石堆積高約1.5m，道路下邊坡受損塌陷，建議河道整理150m，防砂壩清淤1,000m³，踏步式固床工10座，混凝土造型模板護岸長100m×2岸，重力式擋土牆(L=20m,H=3m)，路基修補乙式，路面AC修復100m²。



30.坑溝11(194569,2566422)

溝寬約10m，粒徑約30~40cm，既設防砂壩已淤滿，路基破壞，上游土石堆積高約1.5m，建議河道整理100m，防砂壩清淤1,000m³，路基改善乙式，重力式擋土牆(L=20m,H=3m)，路面AC修復80m²。



31.坑溝12(194372,2566296)

坑溝河寬約15m，粒徑約50~60cm，土砂淤積嚴重(厚度1m)，全區未施作任何工程，建議河道整理150m，混凝土防砂壩乙座，階段式固床工10座，混凝土造型模板護岸長150m×2岸。



32.坑溝13(192203,2567965)

坑溝河寬約2m，土砂淤積嚴重(厚度1m)，既設靜水池(2m×2m×2m)，建議河道整理150m，縱向排水蝕溝100m。



坑溝 13 道路上
游既設靜水池



坑溝 13 下游河
道堆積現況

3-1-2 崩塌地及地滑地調查

本計畫蒐集水土保持局歷年崩塌地判釋資料(包括九二一地震後、桃芝颱風後及七二水災後)，及水保局「烏山頭水庫集水區山坡地整體治理調查規劃」(2006)，並於莫拉克颱風過後赴現場調查，配合SPOT-5衛星影像(拍攝日期2009年8月30日)進行崩塌地判釋及數化，並針對人力可及或目視清楚者進行現地複核，以了解計畫區內崩塌地分佈情形。

崩塌地調查流程詳圖3-1-4，野外查核之重點為各崩塌地之滑落崖、裂隙等地形特性及岩性、地層、斷層等地質特性以瞭解崩塌之範圍、滑動形態及滑動方向及推測各崩塌地之破壞機制，進而區分其破壞型態，包括崩落、傾倒、滑動、流動、移坍、複合式或地滑等，並針對查核之崩塌地拍照建立影像檔案及紀錄。

烏山頭水庫集水區上游現地調查點位詳圖3-1-5及蓄水庫周邊現地調查點位詳圖3-1-6。計畫區多青灰泥岩及砂岩分佈，崩塌沖蝕之情形非常嚴重，茲將區內災害較嚴重、道路可到達且可直接治理之崩塌地分述如後，其餘之崩塌地採間接處理或透過自然復育方式處理，茲將水庫上游集水區及蓄水區周邊調查結果敘述如下：

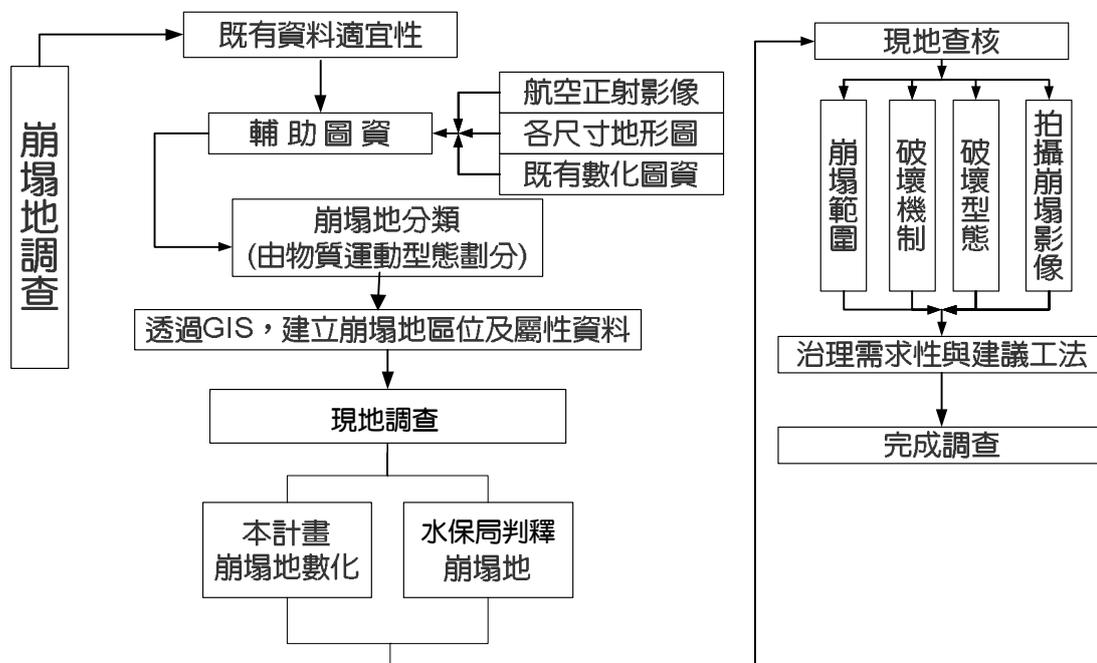


圖 3-1-4 崩塌地調查流程圖

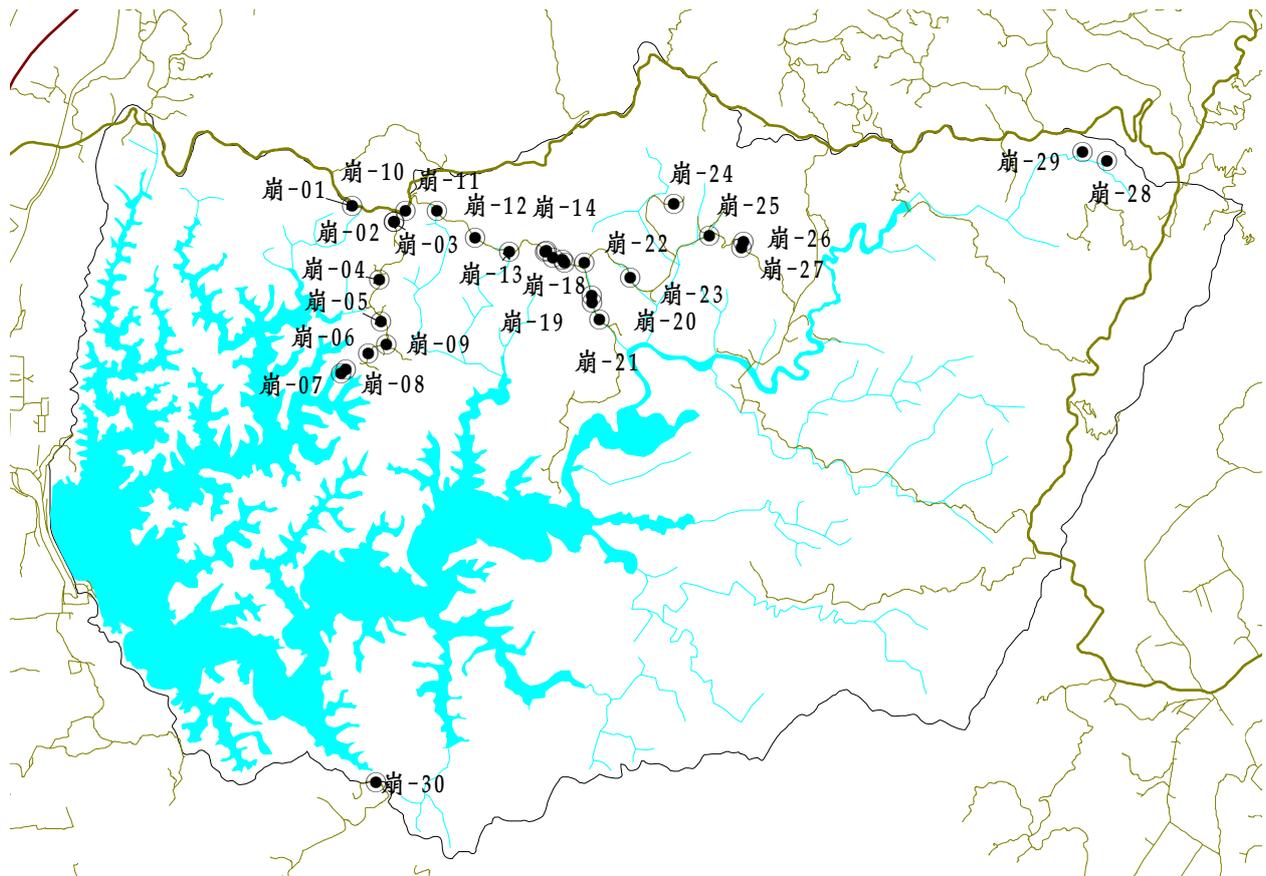


圖 3-1-5 烏山頭水庫上游集水區崩塌地現勘點位圖

一、烏山頭水庫上游集水區崩塌地

1. 縣174道路上邊坡崩塌(188254,2569983)(崩1)

本區道路上邊坡崩塌，崩塌寬約20m，高約10m，深度約0.5m，目前土石堆積於道路(堆積高度0.4m，長度15m)影響道路通行、並阻塞道路側溝，建議先行清除堆積土方，並整理崩塌地坡面200m²，施設土袋溝L=100m，W=2m，打木樁編柵配合植生200m²。

2. 王爺宮支線道路上邊坡(188653,2569825)(崩2)

本道路為往王爺宮之道路上邊坡崩塌，崩塌寬約20m，高約20m，深度約0.5m，坡面上土砂崩落於道路內側，堆積土方上雜草蕪蔓，建議進行肥束網袋掛網噴植400m²，縱向排水長20m、橫向排水長20m。

3. 王爺宮支線道路上邊坡(188654,2569825)(崩3)

本道路為往王爺宮之道路上邊坡崩塌，寬約10m，高約10m，深約

0.5m，路面良好，但崩落土方堆積於路邊(高1m，寬1m，長70m)，建議打木樁編柵配合植生 100m^2 ，縱向排水長10m、橫向排水長70m。

4.王爺宮支線道路(188516,2569268)(崩4)

王爺宮支線道路上民宅後方有一崩塌地，崩塌寬約5m，高約10m，深度約0.5m，仍持續崩塌，崩落之土方堆積於民宅後方，建議施設擋土牆(L=20m,H=3m)、裸露坡面植生 30m^2 、截排水設施L=30m、靜水井乙座(2m×2m×2m)、防落石網 20m^2 。

5.王爺宮前方650公尺(188533,2568863)(崩5)

崩塌寬約100m，高約40m，深度約為1m，下為泥岩層，上為崩積土層，現況目前無道路可抵達，建議採自然復育方式處理。

6.王爺宮支線道路上邊坡(188412,2568558)(崩6)

寬約20m，高約10m，深約0.5m，植生入侵20%，建議施設肥束網袋掛網噴植 200m^2 ，縱向排水(長度10m)、橫向排水(長度30m)。



7.王爺宮支線道路上邊坡(188150,2568361)(崩7)

道路上邊坡崩塌，崩塌寬約20m，高約10m，深度約為0.5m，建議肥束網袋掛網噴植 200m^2 ，縱向排水(長度30m)、橫向排水(長度20m)。

8.王爺宮支線道路上邊坡(188194,2568400)(崩8)

崩塌寬約10m，高約40m，深度約為2m，一磚造房屋位於崩塌地正上方，目前已無人居住，建議坡面採掛網植生 400m^2 。

9.王爺宮支線道路上邊坡(188584,2568639)(崩9)

崩塌寬20m，高30m，深度約為0.5m，崩塌地部份已開始植生，施設打木樁編柵配合植生600m²，縱向排水長20m、橫向排水長25m。



10.縣174道路上邊坡(188764,2569936)(崩10)

本路段道路上邊坡崩塌，崩塌寬約20m，高約20m，深度約為0.5m，道路側溝堵塞積水，建議打木樁編柵配合植生400m²，縱向排水長20m、橫向排水長50m，道路側溝清淤長30m。

11.縣174支線(189067,2569938)(崩11)

本區道路上邊坡崩塌，崩塌寬約30m，高約30m，深度約0.5m，目前已岩盤出露，建議維持現況並持續觀察。

12.縣174支線(189435,2569673)(崩12)

本區道路上邊坡崩塌，崩塌寬約10m，高約30m，深度約1m，崩落土石堆積於坡趾，建議坡面採自然復育。



13.縣174支線(189760,2569531)(崩13)

崩塌寬約30m，高約30m，深度約為0.5m，崩塌地下方土地利用為果園，建議坡面進行縱橫向排水設施，以保護下方果園。

14.縣174支線(190105,2569534)(崩14)

本路段道路上邊坡崩塌，崩塌寬約30m，高約30m，深度約為1m，已風化，仍有持續崩落之可能，建議打木樁編柵配合植生900m²，縱向排水長30m、橫向排水長40m。

15.縣174支線(190117,2569550)(崩15)

本路段道路下邊坡崩塌，崩塌寬約60m，高約10m，深度約為0.5m，建議掛網植生100m²，縱向排水長10m、橫向排水長20m。



16.縣174支線(190181,2569483)(崩16)

崩塌寬約40m，高約10m，深度約為0.5m，建議坡面採自然復育。

17.縣174支線(190271,2569458)(崩17)

本路段道路上邊坡崩塌，崩塌寬約10m，高約10m，深度約為0.5m，已風化，仍有持續崩落之可能，建議肥束網袋掛網噴植100m²。

18.王爺村水流東(190293,2569433)(崩18)

水流東村莊位一山坡上，受蕃蜜風災及坡面沖刷，具地滑潛勢，保全對象為民宅，建議施設防砂壩2座及縱橫向排水系統長300m。



19.北勢坑支線道路旁(190548,2569113)(崩19)

北勢坑支線道路旁崩塌地，崩塌寬約60m，高約30m，深度約為0.5m，坡面有裸露情形，崩塌地部份已開始植生，建議複合型大崩塌地整治配合植生1,800m²，縱向排水長25m、橫向排水長80m。

20.北勢坑支線道路旁(190554,2569044)(崩20)

崩塌寬約70m，高約15m，深度約為1m，崩塌地下方土地利用為果園，建議坡面進行縱橫向排水設施，以保護下方果園。

21.北勢坑支線道路旁(190626,2568881)(崩21)

崩塌寬50m，高20m，深度1m，已風化，仍有持續崩落之可能，建議打木樁編柵配合植生1,000m²，縱向排水長20m、橫向排水長70m。



22.北勢坑支線道路旁(190480,2569438)(崩22)

本路段道路上邊坡崩塌，崩塌寬約10m，高約10m，深度約為0.5m，已風化，仍有持續崩落之可能，建議肥束網袋掛網噴植100m²，縱向排水長10m、橫向排水長15m。

23.北勢坑支線道路旁(190920,2569287)(崩23)

崩塌寬約30m，高約10m，深度約為0.5m，植生入侵50%，建議坡面採自然復育。

24.北勢坑支線道路旁(191340,2569995)(崩24)

北勢坑聚落民宅後方上邊坡崩塌地，崩塌寬約10m，高約10m，深度約0.5m，仍持續崩塌，崩落之土方易影響民宅安全，建議擋土牆(L=20m,H=3m)、裸露坡面植生100m²、截排水設施L=20m。



25.北勢坑支線道路旁(191677,2569693)(崩25)

北勢坑支線無名橋旁道路上邊坡崩塌，崩塌寬約40m，高約4m，深度約為0.5m，崩塌坡面植生入侵30%，建議肥束網袋掛網噴植160m²，縱向排水長5m、橫向排水長50m。

26.北勢坑支線道路旁(192007,2569635)(崩26)

本區道路之上邊坡崩塌(高10m，寬30m，深度0.5m)，崩落土方堆積於路邊(高0.5m，寬1m，長60m)，建議掛網植生300m²，縱向排水長10m、橫向排水長50m。

27.北勢坑支線道路旁(191986,2569578)(崩27)

此崩塌地位於道路下邊坡，崩塌地高度10m，寬度40m，坡面裸露多不安定土石，建議掛網植生500m²，縱向排水(長度10m)、橫向排水(長度40m)，擋土牆(L=50m,H=3m)。



28.北勢坑支線道路旁(195493,2570418)(崩28)

本路段道路上下邊坡崩塌，崩塌寬約70m，高約20m，深度約為2.0m，造成農路阻斷不通，建議擋土牆(L=50m,H=3m)、裸露坡面植生1,500m²、截排水設施L=80m。

29.羌仔寮支線(195254,2570502)(崩29)

本段路寬約2m，PC道路路基塌陷長約60m、寬約1m，因道路背填

土壤流失導致道路塌陷毀損，建議擋土牆(L=40m,H=2m)、裸露坡面植生500m²、截排水設施L=50m。



30.大井部落崩塌地(188483,2564409)(崩30)

本道路為往大井柳丁園農路，民眾往返5

通路，路寬約3m，長約200m，PC路面路基淘空，擋土牆毀損，道路上邊坡崩塌(寬約80m，高約10m)，仍有持續崩塌的可能，道路全段皆未施設排水系統，現已由官田鄉公所搶通，級配回填滾壓，本計畫依調查結果建議施設排樁100支，地錨100支，道路側溝排水160m，擋土牆130m，RC路面長160m，寬3m。



31.南勢坑龍玉(194890,2566592)(崩31)

南勢坑支線道路旁上下邊坡崩塌，崩塌寬約50m，高約30m，深度約為1.5m，造成農路阻斷不通，建議施作擋土牆(L=100m,H=3m)、裸露坡面植生1,500m²、截排水設施L=250m。



32. 烏山何將軍(195065,2567151)(崩32)

縣174道路旁支線道路上下邊坡崩塌，崩塌寬約70m，高約10m，深度約為1.0m，造成農路基礎淘刷阻斷不通，建議施作擋土牆(L=100m,H=2m)、裸露坡面植生700m²、截排水設施L=200m。



33. 姜仔寮(194528,2569967)(崩33)

姜仔寮支線道路下邊坡，受水庫水位漲落差，坡趾破壞嚴重下移，致影響保全對象支線道路及數戶民宅安全，建議施打鋼板樁50m，石籠護岸50m，裸露坡面掛網植生500m²。



34. 中坑-黑仙(194331,2569501)(崩34)

中坑支線道路旁崩塌地，崩塌寬約100m，高約40m，深度約為2m，導致道路路基下移，建議施做雙層鋼版樁30m，混凝土護岸60m，邊坡配合植生4,000m²，縱向排水長150m、橫向排水長150m，道路修復。



35. 嶺頂戲棚下(192745,2569516)(崩35)

位於烏山頭水庫主流上游凹岸處，因坡趾淘刷導致土砂下移至河道中，坡面坡度約 85° ，建議於凹岸施做護岸長150m，高3m以保護坡趾。



二、烏山頭水庫蓄水區週邊崩塌地

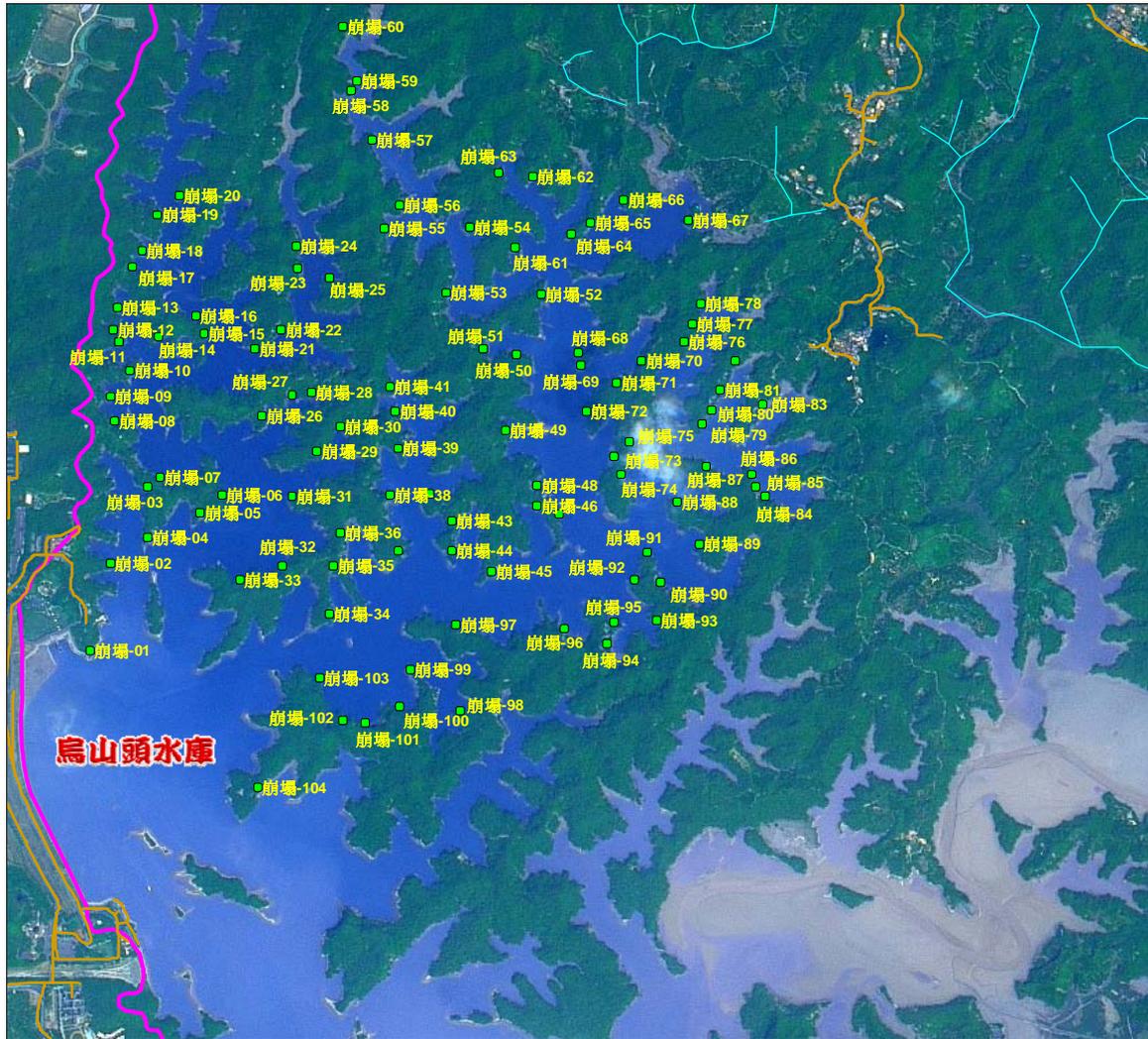


圖 3-1-6 烏山頭水庫蓄水區周邊崩塌地現勘點位圖

1.L-01(185626,2567309)

崩塌坡面裸露面積約100m*20m，深度約0.5m，周邊植生為木本植物，有草本植物入侵約40%，坡面坡度約60°，屬不穩定狀態，建議進行土袋溝L=150m，W=20m，肥束網袋掛網噴植3,000m²。



2.L-02(185698,2567643)

崩塌面積約400m*2.5m，深度約0.5m，周邊植生為木本植物，植生入侵約15%，因水庫水位變化受波浪衝擊及邊坡浸水弱化降低抗剪力，屬不穩定狀態，建議水庫邊坡噴型框植生1,000m²，以避免河岸材料流失。

3.L-03(185839,2567932)

崩塌面積約100m*2m，深度約0.5m，周邊植生為木本植物，植生入侵約15%，受水庫水位變化、波浪衝擊及邊坡浸水弱化降低抗剪力，屬不穩定狀態，建議水庫邊坡粒料墊層拋石護岸200m²，以避免河岸材料流失。

4.L-04(185840,2567739)

坡面裸露面積約20m*10m，深度約0.5m，坡面坡度約50°，周邊植生為木本植物，植生入侵約20%，屬不穩定狀態，建議進行土袋溝L=20m，W=5m，打木樁編柵配合植生200m²。



5.L-05(186034,2567833)

3處崩塌面積約60m*20m、20m*15m及30m*15m，深度0.5m，周邊植生為木本植物，草本植物入侵約20%，坡面坡度50°，屬不穩定狀態，建議進行土袋溝L=120m，W=10m，打木樁編柵配合植生1,950m²。

6.L-06(186117,2567899)

崩塌面積約20m*40m，深度0.5m，周邊植生為木本植物，草本植物入侵約60%，坡面坡度65°，部份崩至岩盤，屬稍穩定狀態，建議維持現狀以自然復育方式處理。

7.L-07(185884,2567971)

崩塌面積約200m*20m，深度1.0m，周邊植生為木本植物，草本植

物入侵約50%，坡面坡度60°，部份崩至岩盤，坡趾受水庫水位變化、波浪衝擊及邊坡浸水弱化降低抗剪力，屬不穩定狀態，建議水庫邊坡噴型框植生400m²，以避免河岸材料流失。



8.L-08(185712,2568182)

崩塌面積約30m*20m，深度約1.0m，周邊植生為木本植物，有草本植物入侵約30%，屬不穩定狀態，建議採掛網植生600m²。

9.L-09(185697,2568273)

崩塌面積約80m*10m，深度0.5m，周邊植生為木本植物，草本植物入侵約30%，坡面坡度70°，受水庫水位變化、波浪衝擊及邊坡浸水弱化降低抗剪力，屬不穩定狀態，建議水庫邊坡噴型框植生800m²，以避免河岸材料流失。

10.L-10(185769,2568371)

三處楔形崩塌面積約100m*10m、40m*15m及30m*15m，深度0.5m，周邊植生為木本植物，草本植物入侵約20%，坡面坡度45°，屬不穩定狀態，建議進行土袋溝L=170m，W=5m，打木樁編柵配合植生2050m²。

11.L-11(185730,2568484)

崩塌面積約50m*10m，深度約1m，坡面坡度約60°，周邊植生為木本植物，有草本植物入侵約20%，屬不穩定狀態，建議採掛網植生500m²。



12.L-12(185706,2568526)

崩塌面積約40m*15m，深度約1m，周邊植生為木本植物，草本植物入侵約30%，坡面坡度約65°，屬不穩定狀態，建議採肥束網袋掛網噴植600m²。

13.L-13(185724,2568613)

崩塌面積約20m*20m，深度0.5m，周邊植生為木本植物，草本植物入侵約30%，坡面坡度50°，坡趾受水庫水位變化、波浪衝擊及邊坡浸水弱化降低抗剪力，屬不穩定狀態，建議水庫邊坡噴型框植生400m²，以避免河岸材料流失。



14.L-14(185877,2568505)

崩塌面積約40m*10m，深度0.5m，周邊植生為木本植物，草本植物入侵約40%，坡面坡度60°，坡趾受水庫水位變化、波浪衝擊及邊坡浸水弱化降低抗剪力，屬不穩定狀態，建議水庫邊坡噴型框植生400m²，以避免河岸材料流失。

15.L-15(186050,2568511)

崩塌面積約80m*20m，深度0.5m，周邊植生為木本植物，草本植物入侵約20%，坡面坡度60°，坡趾受水庫水位變化、波浪衝擊及邊坡浸水弱化降低抗剪力，屬不穩定狀態，建議水庫邊坡噴型框植生1600m²，以避免河岸材料流失。



16.L-16(186021,2568580)

崩塌面積約50m*20m，深度約0.5m，周邊植生為木本植物，有草本植物入侵約50%，屬不穩定狀態，建議採掛網植生1000m²。

17.L-17(185781,2568768)

崩塌面積約20m*10m，深度約0.5m，周邊植生為木本植物，有草本植物入侵約10%，屬不穩定狀態，建議採掛網植生200m²。

18.L-18(185816,2568828)

崩塌面積約60m*10m，深度0.5m，周邊植生為木本植物，草本植物入侵約20%，坡面坡度60°，坡趾受水庫水位變化、波浪衝擊及邊坡浸水弱化降低抗剪力，屬不穩定狀態，建議水庫邊坡噴型框植生600m²，以避免河岸材料流失。

19.L-19(185875,2568964)

崩塌面積約30m*15m，深度約0.5m，周邊植生為木本植物，草本植物入侵約50%，坡面坡度約60°，屬不穩定狀態，建議採肥束網袋掛網噴植450m²。



20.L-20(185957,2569037)

崩塌面積約100m*5m，深度0.5m，周邊植生為木本植物，草本植物入侵約10%，坡面坡度35°，坡趾受水庫水位變化、波浪衝擊及邊坡浸水弱化降低抗剪力，屬不穩定狀態，建議水庫邊坡粒料墊層拋石護岸500m²，以避免河岸材料流失。

21.L-21(186240,2568456)

崩塌面積約200m*20m，深度約1m，周邊植生為木本植物，植生入侵約20%，部份崩至岩盤，屬不穩定狀態，建議採複合型大崩塌地整治配合植生4000m²。

22.L-22(186342,2568527)

崩塌面積約100m*20m，深度約0.5m，周邊植生為木本植物，有草本植物入侵約50%，坡面坡度約60°，屬不穩定狀態，建議採掛網植生2,000m²。

23.L-23(186401,2568761)

崩塌面積約50m*15m，深度約1m，周邊植生為木本植物，有草本植物入侵約60%，屬稍穩定狀態，建議採自然復育。



24.L-24(186399,2568845)

崩塌面積約200m*50m，深度約0.5m，周邊植生為木本植物，植生入侵約30%，部份崩至岩盤，坡面坡度約60°，屬稍穩定狀態，建議採自然復育。

25.L-25(186519,2568724)

3處崩塌面積約40m*40m、20m*40m及40m*35m，深度0.5m，周邊植生為木本植物，草本植物入侵約50%，坡面坡度65°，部份崩至岩盤，屬稍穩定狀態，建議進行自然復育。



26.L-26(186267,2568200)

崩塌面積約200m*10m，深度約1.5m，周邊植生為木本植物，植生入侵約40%，受水庫水位變化、波浪衝擊及邊坡浸水弱化降低抗剪力，屬不穩定狀態，建議水庫邊坡噴型框植生2,000m²，以避免河岸材料流失。

27.L-27(186380,2568280)

崩塌面積約80m*20m，深度約0.5m，周邊植生為木本植物，植生入侵約50%，部份崩至岩盤，坡面坡度約65°，屬稍穩定狀態，建議採自然復育。

28.L-28(186452,2568289)

崩塌面積約80m*20m，深度約1m，周邊植生為木本植物，有草本植物入侵約10%，坡面坡度約60°，屬不穩定狀態，建議採掛網植生1600m²。



29.L-29(186477,2568066)

崩塌面積約50m*10m，深度0.5m，周邊植生為木本植物，草本植物入侵約30%，坡面坡度35°，坡趾受水庫水位變化、波浪衝擊及邊坡浸水弱化降低抗剪力，屬不穩定狀態，建議水庫邊坡粒料墊層拋石護岸500m²，以避免河岸材料流失。

30.L-30(186562,2568163)

崩塌面積約50m*20m，深度約1m，周邊植生為木本植物，植生入侵約40%，部份崩至岩盤，坡面坡度約65°，屬稍穩定狀態，建議採自然復育。

31.L-31(186382,2567899)

崩塌面積約50m*15m，深度約0.5m，周邊植生為木本植物，有草本植物入侵約20%，坡面坡度約70°，屬不穩定狀態，建議採掛網植生750m²。

32.L-32(186345,2567631)

崩塌面積約30m*20m，深度約0.5m，周邊植生為木本植物，有草本植物入侵約50%，坡面坡度約65°，屬不穩定狀態，建議採掛網植生

600m²。



33.L-33(186184,2567582)

崩塌面積約40m*15m，深度約0.5m，周邊植生為木本植物，有草本植物入侵約40%，坡面坡度約60°，屬不穩定狀態，建議採掛網植生600m²。

34.L-34(186523,2567451)

崩塌面積約50m*30m，深度約1m，周邊植生為木本植物，植生入侵約60%，坡面坡度約60°，屬稍穩定狀態，建議採自然復育。



35.L-35(186535,2567634)

崩塌面積約40m*30m，深度約0.5m，周邊植生為木本植物，植生入侵約50%，坡面坡度約65°，部份崩至岩盤，屬稍穩定狀態，建議採自然復育。

36.L-36(186562,2567756)

崩塌面積約100m*40m，深度約1m，周邊植生為木本植物，植生入侵約60%，坡面坡度約60°，部份崩至岩盤，屬稍穩定狀態，建議採自然復育。

37.L-37(186778,2567689)

崩塌面積約30m*20m，深度0.5m，周邊植生為木本植物，草本植物入侵約10%，坡面坡度35°，坡趾受水庫水位變化、波浪衝擊及邊坡浸水弱化降低抗剪力，屬不穩定狀態，建議水庫邊坡粒料墊層拋石護岸

600m²，以避免河岸材料流失。

38.L-38(186748,2567902)

崩塌面積約300m*30m，深度約2m，周邊植生為木本植物，有木本植物入侵約40%，坡面坡度約60°，部份崩至岩盤，屬不穩定狀態，建議採掛網植生900m²。



39.L-39(186781,2568080)

崩塌面積約100m*10m，深度0.5m，周邊植生為木本植物，草本植物入侵約40%，坡面坡度60°，坡趾受水庫水位變化、波浪衝擊及邊坡浸水弱化降低抗剪力，屬不穩定狀態，建議水庫邊坡噴型框植生1,000m²，以避免河岸材料流失。

40.L-40(186769,2568219)

崩塌面積約50m*20m，深度約1m，周邊植生為木本植物，植生入侵約60%，坡面坡度約60°，屬稍穩定狀態，建議採自然復育。



41.L-41(186748,2568313)

崩塌面積約50m*10m，深度約1m，周邊植生為木本植物，植生入侵約20%，坡面坡度約65°，部份崩至岩盤，屬稍穩定狀態，建議採自然復育。

42.L-42(186900,2567905)

崩塌面積約100m*20m，深度約0.5m，周邊植生為木本植物，植生入侵約50%，坡面坡度約65°，部份崩至岩盤，屬稍穩定狀態，建議採

自然復育。

43.L-43(186983,2567804)

崩塌面積約100m*20m，深度約2m，周邊植生為木本植物，有草本植物入侵約50%，坡面坡度約70°，屬不穩定狀態，建議採掛網植生2,000m²。



44.L-44(186984,2567687)

崩塌面積約100m*20m，深度約1m，周邊植生為木本植物，植生入侵約50%，坡面坡度約65°，部份崩至岩盤，屬稍穩定狀態，建議採自然復育。

45.L-45(187132,2567612)

崩塌面積約80m*5m，深度約0.5m，周邊植生為木本植物，草本植物入侵約30%，坡面坡度約70°，屬不穩定狀態，建議採肥束網袋掛網噴植400m²。

46.L-46(187306,2567862)

崩塌面積約40m*15m，深度約1m，周邊植生為木本植物，植生入侵約40%，坡面坡度約70°，部份崩至岩盤，屬稍穩定狀態，建議採自然復育。



47.L-47(187388,2567829)

崩塌面積約100m*20m，深度1m，周邊植生為木本植物，草本植物入侵約30%，坡面坡度60°，坡趾因水庫水位變化及邊坡浸水弱化降

低抗剪力，屬不穩定狀態，建議水庫邊坡噴型框植生 $2,000\text{m}^2$ ，以避免河岸材料流失。

48.L-48(187302,2567938)

崩塌面積約 $250\text{m} \times 40\text{m}$ ，深度約 1.5m ，周邊植生為木本植物，植生入侵約 30% ，部份崩至岩盤，屬不穩定狀態，建議採複合型大崩塌地整治配合植生 $10,000\text{m}^2$ 。

49.L-49(187184,2568146)

崩塌面積約 $150\text{m} \times 25\text{m}$ ，深度約 0.5m ，周邊植生為木本植物，有草本植物入侵約 50% ，坡面坡度約 70° ，屬不穩定狀態，建議採掛網植生 $3,750\text{m}^2$ 。



50.L-50(187226,2568435)

崩塌面積約 $100\text{m} \times 15\text{m}$ ，深度約 1m ，周邊植生為木本植物，植生入侵約 60% ，坡面坡度約 60° ，部份崩至岩盤，屬稍穩定狀態，建議採自然復育。

51.L-51(187101,2568456)

坡面裸露面積約 $50\text{m} \times 15\text{m}$ ，深度約 1m ，坡面坡度約 70° ，周邊植生為木本植物，植生入侵約 40% ，屬不穩定狀態，建議進行土袋溝 $L=50\text{m}$ ， $W=5\text{m}$ ，打木樁編柵配合植生 750m^2 。

52.L-52(187318,2568663)

崩塌面積約 $100\text{m} \times 10\text{m}$ ，深度 0.5m ，周邊植生為木本植物，草本植物入侵約 20% ，坡面坡度 35° ，坡趾受水庫水位變化、波浪衝擊及邊坡浸水弱化降低抗剪力，屬不穩定狀態，建議水庫邊坡粒料墊層拋石護岸 $1,000\text{m}^2$ ，以避免河岸材料流失。



53.L-53(186964,2568667)

3處崩塌面積約80m*30m、40m*5m及40m*5m，深度1m，周邊植生為木本植物，草本植物入侵約20%，坡面坡度70°，部份崩至岩盤，屬稍穩定狀態，建議進行自然復育。

54.L-54(187050,2568919)

崩塌面積約50m*20m，深度約1m，周邊植生為木本植物，植生入侵約10%，坡面坡度約70°，部份崩至岩盤，屬稍穩定狀態，建議採自然復育。

55.L-55(186727,2568913)

3處崩塌面積約60m*10m、100m*20m及50m*15m，深度1.5m，周邊植生為木本植物，草本植物入侵約40%，坡面坡度70°，部份崩至岩盤，屬稍穩定狀態，建議進行自然復育。



56.L-56(186785,2569002)

崩塌面積約80m*20m，深度約1.5m，周邊植生為木本植物，有草本植物入侵約40%，坡面坡度約60°，屬不穩定狀態，建議採掛網植生1,600m²。

57.L-57(186681,2569248)

崩塌面積約100m*15m，深度約1m，周邊植生為木本植物，植生入侵約20%，坡面坡度約80°，部份崩至岩盤，屬稍穩定狀態，建議採自然復育。

58.L-58(186605,2569437)

崩塌坡面裸露面積約40m*30m，深度約1.5m，周邊植生為木本植物，有草本植物入侵約50%，坡面坡度約70°，屬不穩定狀態，建議進行土袋溝L=50m，W=5m，肥束網袋掛網噴植1200m²。



59.L-59(186623,2569474)

崩塌面積約60m*30m，深度約1.5m，周邊植生為木本植物，有草本植物入侵約30%，坡面坡度約45°，屬不穩定狀態，建議採掛網植生1,800m²。

60.L-60(186574,2569678)

崩塌面積約30m*15m，深度約0.5m，周邊植生為木本植物，植生入侵約70%，坡面坡度約70°，部份崩至岩盤，屬稍穩定狀態，建議採自然復育。

61.L-61(187220,2568837)

崩塌面積約50m*10m，深度約0.5m，周邊植生為木本植物，有草本植物入侵約40%，坡面坡度約45°，屬不穩定狀態，建議採掛網植生500m²。



62.L-62(187290,2569108)

崩塌面積約20m*20m，深度0.5m，周邊植生為木本植物，草本植物入侵約50%，坡面坡度70°，坡趾受水庫水位變化、波浪衝擊及邊坡浸水弱化降低抗剪力，屬不穩定狀態，建議水庫邊坡噴型框植生

400m²，以避免河岸材料流失。

63.L-63(187156,2569127)

崩塌面積約60m*40m，深度約1m，周邊植生為木本植物，植生入侵約40%，坡面坡度約70°，部份崩至岩盤，屬稍穩定狀態，建議採自然復育。

64.L-64(187433,2568892)

崩塌面積約60m*15m，深度1.5m，周邊植生為木本植物，草本植物入侵約25%，坡面坡度35°，坡趾受水庫水位變化、波浪衝擊及邊坡浸水弱化降低抗剪力，屬不穩定狀態，建議水庫邊坡粒料墊層拋石護岸900m²，以避免河岸材料流失。



65.L-65(187507,2568932)

崩塌面積約150m*15m，深度約1m，周邊植生為木本植物，有草本植物入侵約50%，坡面坡度約60°，屬不穩定狀態，建議採掛網植生2,250m²。

66.L-66(187631,2569023)

崩塌面積約40m*15m，深度約1.5m，周邊植生為木本植物，有草本植物入侵約60%，坡面坡度約65°，屬不穩定狀態，建議採掛網植生600m²。

67.L-67(187872,2568941)

崩塌面積約40m*15m，深度1.5m，周邊植生為木本植物，草本植物入侵約20%，坡面坡度80°，坡趾受水庫水位變化、波浪衝擊及邊坡浸水弱化降低抗剪力，屬不穩定狀態，建議水庫邊坡噴型框植生600m²，以避免河岸材料流失。



68.L-68(187461,2568441)

崩塌坡面裸露面積約50m*20m，深度約1.5m，周邊植生為木本植物，有草本植物入侵約30%，坡面坡度約50°，屬不穩定狀態，建議進行土袋溝L=50m，W=5m，肥束網袋掛網噴植1,000m²。

69.L-69(187470,2568395)

崩塌面積約60m*15m，深度約2m，周邊植生為木本植物，有草本植物入侵約30%，坡面坡度約60°，屬不穩定狀態，建議採掛網植生900m²。

70.L-70(187699,2568411)

崩塌面積約250m*20m，深度約1m，周邊植生為木本植物，植生入侵約20%，坡面坡度約80°，部份崩至岩盤，屬稍穩定狀態，建議採自然復育。



71.L-71(187604,2568325)

崩塌面積約60m*15m，深度約1m，周邊植生為木本植物，有木本植物入侵約30%，坡面坡度約70°，屬不穩定狀態，建議採掛網植生900m²。

72.L-72(187488,2568219)

崩塌面積約60m*10m，深度約1m，周邊植生為木本植物，有木本植物入侵約20%，坡面坡度約65°，屬不穩定狀態，建議採掛網植生600m²。

73.L-73(187595,2568045)

崩塌面積約50m*10m，深度0.5m，周邊植生為木本植物，草本植物入侵約20%，坡面坡度50°，坡趾受水庫水位變化、波浪衝擊及邊坡浸水弱化降低抗剪力，屬不穩定狀態，建議水庫邊坡噴型框植生500m²，以避免河岸材料流失。



74.L-74(187619,2567978)

崩塌面積約100m*20m，深度約1m，周邊植生為木本植物，植生入侵約30%，坡面坡度約80°，部份崩至岩盤，屬稍穩定狀態，建議採自然復育。

75.L-75(187650,2568103)

三處崩塌面積約40m*15m、45m*20m及50m*20m，深度0.5m，周邊植生為木本植物，草本植物入侵約50%，坡面坡度70°，部份崩至岩盤，屬稍穩定狀態，建議進行自然復育。

76.L-76(187860,2568484)

崩塌面積約60m*15m，深度約0.5m，周邊植生為木本植物，植生入侵約50%，坡面坡度約80°，部份崩至岩盤，屬稍穩定狀態，建議採自然復育。

77.L-77(187890,2568551)

崩塌面積約50m*10m，深度約0.5m，周邊植生為木本植物，有木本植物入侵約40%，坡面坡度約65°，屬不穩定狀態，建議採掛網植生500m²。

78.L-78(187918,2568627)

崩塌面積約100m*15m，深度約0.5m，周邊植生為木本植物，植生入侵約40%，坡面坡度約70°，部份崩至岩盤，屬稍穩定狀態，建議採

自然復育。



79.L-79(187924,2568173)

崩塌面積約50m*20m，深度0.5m，周邊植生為木本植物，草本植物入侵約10%，坡面坡度60°，部份岩盤出露，坡趾受水庫水位變化、波浪衝擊及邊坡浸水弱化降低抗剪力，屬不穩定狀態，建議水庫邊坡噴型框植生1,000m²，以避免河岸材料流失。

80.L-80(187961,2568225)

崩塌面積約100m*25m，深度約1m，周邊植生為木本植物，植生入侵約30%，坡面坡度約80°，坡面岩盤出露，屬稍穩定狀態，建議採自然復育。



81.L-81(187994,2568301)

崩塌面積約40m*20m，深度約0.5m，周邊植生為木本植物，草本植物入侵約40%，坡面坡度約60°，屬不穩定狀態，建議採肥束網袋掛網噴植800m²。

82.L-82(188052,2568408)

崩塌面積約80m*20m，深度約0.5m，周邊植生為木本植物，植生入侵約40%，坡面坡度約85°，坡面岩盤出露，屬稍穩定狀態，建議採自然復育。

83.L-83(188156,2568243)

崩塌面積約300m*30m，深度約1m，周邊植生為木本植物，植生入侵約10%，坡面坡度約75°，坡面岩盤出露，屬稍穩定狀態，建議採自然復育。



84.L-84(188165,2567899)

崩塌面積約150m*20m，深度約0.5m，周邊植生為木本植物，植生入侵約40%，坡面坡度約70°，坡面岩盤出露，屬稍穩定狀態，建議採自然復育。

85.L-85(188125,2567935)

崩塌面積約120m*40m，深度約1m，周邊植生為木本植物，植生入侵約10%，坡面坡度約75°，坡面岩盤出露，屬稍穩定狀態，建議採自然復育。



86.L-86(188110,2567978)

崩塌面積約100m*15m，深度0.5m，周邊植生為木本植物，草本植物入侵約40%，坡面坡度30°，坡趾受水庫水位變化、波浪衝擊及邊坡浸水弱化降低抗剪力，屬不穩定狀態，建議水庫邊坡粒料墊層拋石護岸1,500m²，以避免河岸材料流失。

87.L-87(187942,2568008)

崩塌面積約80m*15m，深度約0.5m，周邊植生為木本植物，有木本植物入侵約30%，坡面坡度約65°，屬不穩定狀態，建議採掛網植生

1200m²。

88.L-88(187833,2567874)

崩塌面積約150m*25m，深度約1.5m，周邊植生為木本植物，植生入侵約60%，部份崩至岩盤，屬不穩定狀態，建議採複合型大崩塌地整治配合植生3750m²。



89.L-89(187915,2567713)

崩塌面積約60m*15m，深度約1m，周邊植生為木本植物，有木本植物入侵約30%，坡面坡度約70°，屬不穩定狀態，建議採掛網植生900m²。

90.L-90(187772,2567570)

崩塌面積約150m*20m，深度約0.5m，周邊植生為木本植物，植生入侵約30%，坡面坡度約75°，坡面岩盤出露，屬稍穩定狀態，建議採自然復育。

91.L-91(187720,2567682)

崩塌面積約50m*15m，深度0.5m，周邊植生為木本植物，草本植物入侵約20%，坡面坡度35°，坡趾因水庫水位變化受波浪衝擊及邊坡浸水弱化降低抗剪力，屬不穩定狀態，建議水庫邊坡粒料墊層拋石護岸750m²，以避免河岸材料流失。

92.L-92(187671,2567582)

崩塌面積約80m*30m，深度約1.5m，周邊植生為木本植物，有木本植物入侵約20%，坡面坡度約70°，部份崩至岩盤，屬不穩定狀態，建議採掛網植生2,400m²。



93.L-93(187756,2567427)

崩塌面積約40m*20m，深度約0.5m，周邊植生為木本植物，植生入侵約20%，坡面坡度約70°，坡面岩盤出露，屬稍穩定狀態，建議採自然復育。

94.L-94(187568,2567338)

崩塌面積約80m*30m，深度約0.5m，周邊植生為木本植物，植生入侵約30%，坡面坡度約80°，坡面岩盤出露，屬稍穩定狀態，建議採自然復育。



95.L-95(187592,2567421)

崩塌面積約50m*40m，深度約1.0m，周邊植生為木本植物，有草本植物入侵約20%，坡面坡度約60°，部份崩至岩盤，屬不穩定狀態，建議採掛網植生2,000m²。

96.L-96(187405,2567393)

崩塌面積約80m*30m，深度約1m，周邊植生為木本植物，植生入侵約40%，坡面坡度約75°，坡面岩盤出露，屬稍穩定狀態，建議採自然復育。

97.L-97(186998,2567408)

崩塌面積約300m*20m，深度約1m，周邊植生為木本植物，植生入侵約50%，坡面坡度約70°，坡面岩盤出露，屬稍穩定狀態，建議採自然復育。

98.L-98(187015,2567084)

崩塌面積約60m*10m，深度約0.5m，周邊植生為木本植物，有草本植物入侵約80%，坡面坡度約60°，部份崩至岩盤，屬不穩定狀態，建議採掛網植生600m²。



99.L-99(186827,2567238)

崩塌面積約100m*10m，深度約0.5m，周邊植生為木本植物，有草本植物入侵約40%，坡面坡度約65°，部份崩至岩盤，屬不穩定狀態，建議採掛網植生1,000m²。

100.L-100(186785,2567098)

崩塌面積約50m*20m，深度約0.5m，周邊植生為木本植物，植生入侵約40%，坡面坡度約65°，坡面崩至岩盤，屬稍穩定狀態，建議採自然復育。



101.L-101(186655,2567035)

崩塌面積約80m*25m，深度約0.5m，周邊植生為木本植物，植生入侵約80%，坡面坡度約75°，坡面崩至岩盤，屬稍穩定狀態，建議採自然復育。

102.L-102(186572,2567047)

崩塌面積約40m*20m，深度約1m，周邊植生為木本植物，草本植物入侵約40%，坡面坡度約65°，屬不穩定狀態，建議採肥束網袋掛網噴植800m²。



103.L-103(186483,2567205)

崩塌面積約80m*15m，深度約0.5m，周邊植生為木本植物，植生入侵約40%，坡面坡度約70°，坡面崩至岩盤，屬稍穩定狀態，建議採自然復育。

104.L-104(186253,2566793)

崩塌面積約80m*15m，深度約0.5m，周邊植生為木本植物，植生入侵約20%，坡面坡度約75°，坡面崩至岩盤，屬稍穩定狀態，建議採自然復育。

3-1-3 道路水土保持情形調查及災害趨勢

本計畫道路水土保持調查流程如圖3-1-7；計畫區內主要道路為縣174及支線道路等，近年來計畫區內經管理機關(嘉南農田水利會、水保局、台南縣政府、鄉公所等)進行道路整治維護尚屬完善，現況僅部分路段坡面截排水系統不完善，坡面逕流破壞道路鋪面或淘空路基，影響區內交通；上游部分河段未施設護岸處，因洪水沖刷及土石侵蝕而造成道路坍塌，建議人為開發利用頻繁區域加鋪路面、增設L型側溝或混凝土排水溝，改善路面排水，避免地表逕流漫流導致路面淘刷損壞，河岸旁道路配合施設護岸保護，茲就烏山頭水庫集水區內道路現勘點位圖如圖3-1-8，並針對道路水土保持情形說明如下：

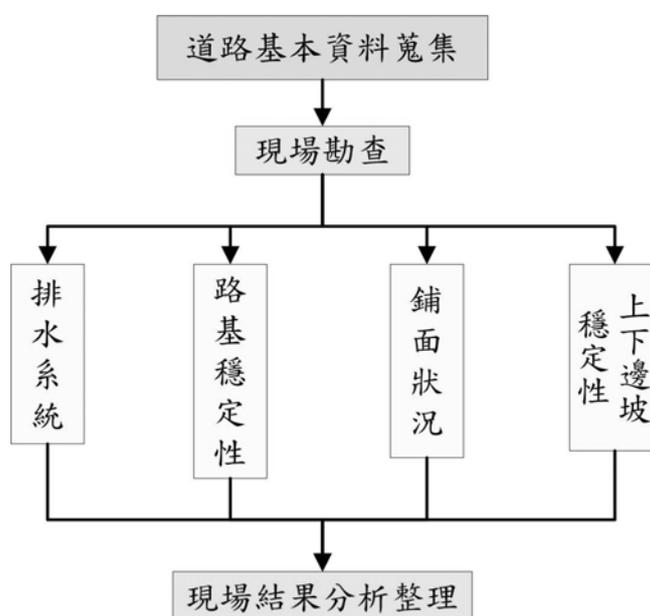


圖 3-1-7 道路調查流程圖

集水區內道路密佈，因逕流所引來的沖蝕造成路面及下邊坡損壞等災情，為避免侵蝕擴大，造成更大之災害影響居民的安全，建議於道路縱坡陡路段或遇轉彎路段，加設橫向截流溝並配合既有道路排水系統安全疏導路面逕流；另由於部份道路多為AC或PC路面，其透水性不佳，路面逕流自然流往道路側邊坡，依現況調查(圖3-1-8)主要道路及支線農路說明如下：

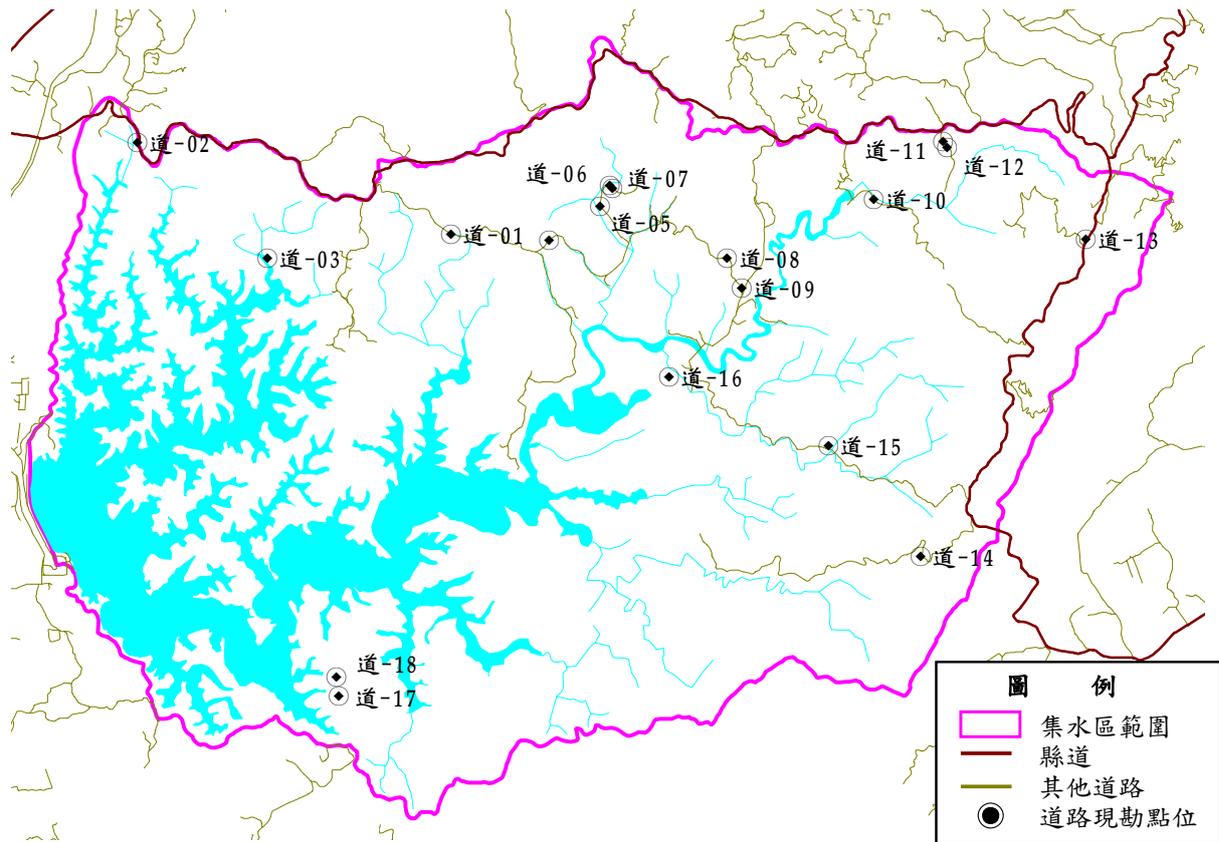


圖 3-1-8 烏山頭水庫道路現勘點位圖

1. 縣174支線(189569,2569586)

本區道路上邊坡擋土牆毀損破壞，已施作排樁50m，保護房屋基礎，六甲鄉公所已於10月5日進行修復，並將於99年1月完工。

2. 縣174道路(186430,2570511)

縣174道路路寬約6m，AC道路路基塌陷長約70m、寬約3m。因道路背填土壤流失導致道路塌陷毀損，建議該段路基改善乙式，AC重鋪100m²。



3.王爺村支線道路(187737,2569338)

本支線道路路寬約2m，長約300m，未施設道路排水設施，現況大致良好，排水側溝長150m，橫向溝10m，集水井乙座(2m×2m×2m)。

4.北勢坑支線道路(190560,2569523)

道路兩側上邊坡崩塌，高10m，寬50m，電線桿傾倒，一旦豪雨恐造成災害，排水側溝長250m，橫向溝40m，集水井2座(2m×2m×2m)。



5.北勢坑支線(191068,2569861)

路寬約2m，道路背填土壤流失，致使道路塌陷，長約5m，寬約1m，建議道路下方施設擋土牆長50m，高2m，路面重鋪設40m²，厚10cm。

6.北勢坑支線(191161,2570074)

路寬約2.5m，道路背填土壤流失，致使道路塌陷，長約10m，寬約1m，鄉公所已暫打竹子排樁保護路基，建議溪流凹岸處施設混凝土造型模板護岸保護長80m，道路路基改善乙式，AC路面重鋪100m²。

7.北勢坑支線(191188,2570039)

本道路路寬約2.5m，道路背填土壤流失，致使道路塌陷，長約5m，寬約1m，建議溪流左岸施設混凝土造型模板護岸保護長70m，道路路基改善乙式，AC路面重鋪80m²。

8.北勢坑支線(192340,2569339)

道路路寬約3m，長約200m，AC路鋪面路面狀況良好，道路上邊坡施設石籠擋土牆長40m，下邊坡左側排水為天然排水流路。



9.大丘園支線(192486,2569033)

農路路寬約3m，長約100m，AC路鋪面路面狀況良好，道路上邊坡施設石籠擋土長50m，下邊坡為天然排水流路。

10.西口發電廠產業道路(193804,2569934)

通往西口發電廠道路，路寬約4m，已新建造型模板擋土牆保護邊坡，高1m，長200m，道路現況良好。



11.內坑支線(194505,2570517)

本農路路寬約3m，道路背填土壤流失，致使道路塌陷約0.5m，長約20m，寬約1.5m，建議道路路基改善乙式，AC路面重鋪60m²。

12.內坑支線(194539,2570462)

路寬約3m，長約200m，AC路面良好，全段未設排水系統且本路段因道路下邊坡崩塌導致道路背填土壤流失，致使道路塌陷約0.5m，建議施設道路下邊坡擋土牆長50m，路基改善乙式，AC路面重鋪30m²。



13. 縣174道路(195933,2569534)

路寬約6m，AC道路路基塌陷長約10m、寬約2m，建議該段路基改善乙式，AC重鋪100m²。

14. 馬斗欄支線(194279,2566323)

本道路為往馬斗欄聚落之農路，路寬約3m，長約350m，AC路面全數毀損，全段皆未施設排水系統，且本路段因道路下邊坡崩塌導致道路背填土流失，致使道路塌陷約1m，於2009年6月18日道路中斷至今，仍未搶通。建議路基改善乙式，道路重新鋪設長300m。



15. 南勢坑支線(193357,2567445)

本農路路寬約4m，道路被填土壤流失，致使道路塌陷約0.3m，長約50m，寬約2m，道路上邊坡既設重力式擋土牆高1m加石籠一排，長約80m，建議路基改善乙式，AC路面重鋪70m²。

16. 南勢坑支線(191759,2568144)

道路旁大排水溝淤積嚴重，高度約1.5m，正在清淤，清淤物堆積於道路旁，建議排水溝清淤長300m，寬4m，深1m。



17.大井支線(188448,2564918)

本區道路寬約為3m，沉陷破壞，建議打除損壞路面，並對路基修補改善乙式，PC重鋪50m²。

18.大井支線(188427,2565106)

農路路寬約3m，長約100m，PC路鋪面路面狀況良好，道路下邊坡崩塌導致道路背填土壤流失，路面沉陷破壞，建議施作擋土牆(L=80m,H=2m)，L型側溝排水長50m，路基改善乙式，PC路面重鋪110m²。



3-1-4 農地及坡面沖蝕現況調查

本計畫農地及坡面水土保持工作，係針對計畫區範圍農地進行現場勘查予以確認，做為後續治理計畫之參考，其現場調查重點如下：

- (1)坡地水土保持設施：是否施設山邊溝、平台階段。
- (2)排水設施：是否可達安全排水。
- (3)園內道路：農路、園內道、山邊溝或作業道，是否建立完整銜接體系，排水系統與園內道路交會處是否有過水路面處理或埋設涵管。
- (4)地表覆蓋或敷蓋：有無植生、覆(敷)蓋程度及種類。
- (5)園內土地利用情形：宜林地、不安定土地(崩塌地、蝕溝)。

烏山頭水庫集水區內農地(特別是果園)相當多，型態上主要為種植果樹與竹林。其基本之導排水措施多有設置，且維護狀況良好，惟種植果樹之坡面除陡峭外，植被情況並不理想，且因農民為提高果樹效益，大規模的坡面除草，致部份缺乏水土保持管理維護的果園農地，坡面裸露，沖蝕嚴重；另竹林地以臨溪為多，因竹林根系淺短，且大多溪段尚未施設護岸，經常造成邊坡基腳因溪水沖刷或浸水弱化而崩塌，造成大叢竹木橫倒溪中，阻礙水流暢行之情況；建議就臨竹林之溪段有設置護岸之必要，此外，考量部份溪段為泥岩性質況，建議以柔性工法為主體較為適宜。茲就計畫區內農地及坡面沖蝕現況調查(圖3-1-9)情形分述如下：

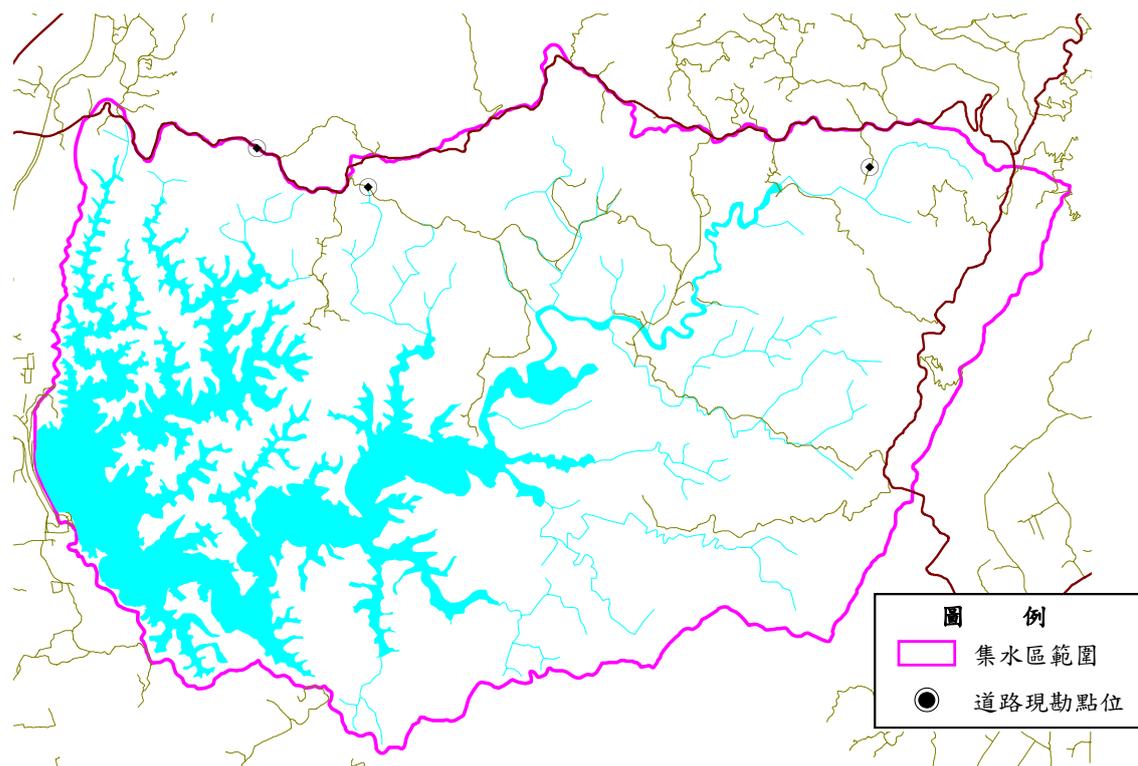


圖 3-1-9 烏山頭水庫坡地現勘點位圖

1. 縣174旁坡面(187811,2570427)

部分坡地經人為開發果園，雖然部分坡地坡腳已設有石牆保護及平台階段，但石牆缺乏管理且坡面多缺乏縱橫向排水設施，一旦暴雨時期，雨水無法宣洩，坡面沖蝕嚴重，現坡面已有裸露情形，建議施設縱向排水溝長200m，橫向排水溝80m、靜水池乙座(2m×2m×2m)。

2. 縣174旁坡面(189036,2569988)

坡面多缺乏縱橫向排水設施，一旦暴雨時期，坡面沖蝕嚴重，沖蝕出溝型，坡面裸露，建議施設縱向排水溝長100m，橫向排水溝50m、靜水池乙座(2m×2m×2m)。果園旁設有農塘攔蓄地表逕流，減少逕流與增加水資源涵養，並提供農業灌溉，改進環境景觀。

3. 內坑支線旁坡面(195203,2570211)

現況為經人為開發之果園，未施設排水，坡面裸露，現已沖蝕出溝型，建議施設縱向排水溝長250m，橫向排水溝100m、靜水池乙座(2m×2m×2m)。



3-1-5 土石流災害情形調查

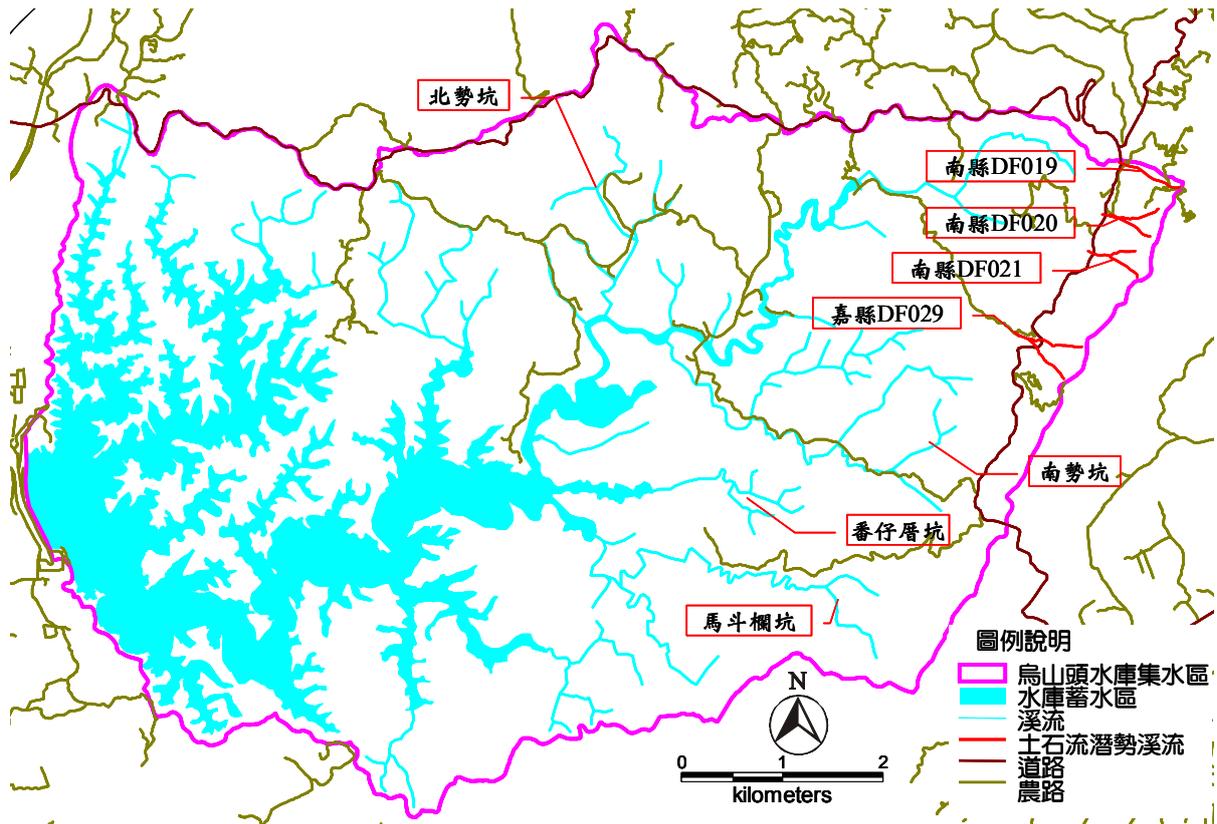
依水土保持局2009年7月公告之1,503條土石流潛勢溪流套疊計畫區，得知計畫區內共4條土石流潛勢溪流，包括為嘉縣DF029、南縣DF021、南縣DF020及南縣DF019等，均位處縣174道路沿線上。目前各條土石流潛勢溪溪床淤積土石嚴重，每逢颱風或暴雨等情況下，土石易隨洪水下移，阻斷縣174交通，詳表3-1-1及圖3-1-10所示。

既有整治工程已改善環境與控制災害，但由於計畫區內地質因素，各處源頭山嶺陡峭，而溪床溝谷所淤積泥砂、土石及土砂生產量大，多數壩工或其他設施(如護岸、堤防、固床工...等)雖已發揮攔阻泥砂、土石功能，但現況均已滿淤，若逢暴雨颱洪恐有爆發土石流之趨勢，建議應進行防砂壩清淤、河道整理及增設橫向構造物等。茲將各土石流潛勢溪流現況調查成果詳述如下：

表 3-1-1 烏山頭水庫集水區土石流潛勢溪流一覽表

編號	溪流名稱	災害類型	E	N	長度(M)	地標	保全對象	保全人口數	潛勢等級	集水面積(公頃)
嘉縣 DF029	—	溪流型	194316	2568720	631.65	培灶	縣 174	24 人	中	25
南縣 DF021	—	溪流型	195080	2569503	511.97	嘉南大圳除水池水槽	縣 174	36 人	高	13
南縣 DF020	—	溪流型	195186	2569891	527.09	烏山嶺腳	縣 174	27 人	中	14
南縣 DF019	—	溪流型	195337	2570394	618.75	分水崙	縣 174	16 人	中	11

資料來源：水土保持局



資料來源：水土保持局及本計畫繪製

圖 3-1-10 烏山頭水庫集水區土石流潛勢溪流分佈圖

1. 嘉縣DF029

位於縣174旁，其上游為由兩支流所匯流發展而成，溪床甚陡，平均坡度分別為46.08%及5.38%，為土石流發生段與輸送段，河寬約10m，平均粒徑約80~90cm，既設5m×5m靜水池，以箱涵方式通過匯流點交會於縣174道路側下坡面，其溪流断面均施作混凝土護岸保護長40m，道路上坡面之溪流断面則為自然溪溝型態。道路以上之溪床現狀為土石淤積，且溪床縱坡甚陡，溪水含泥量高，若逢暴雨，恐有土石順隨逕流下移之虞，建議河道整理200m，寬5m，深1.5m、混凝土防砂壩乙座、階段式固床工15座、混凝土造型模板護岸長200m×2。



2. 南縣DF021

嘉縣DF021位於縣174道路旁，河寬約20m，平均粒徑約60~80cm，平均坡度約30.33%，既設一5m×5m靜水池，以箱涵方式通過線174道路，於縣174道路上游面坡度均大($17.2\% \leq S \leq 55\%$)，仍為土石流發生段與輸送段，溪床淤積甚多土石，其自縣174道路起往上游方向兩側已有岸壁保護及既設防砂壩(已淤滿)，惟岸壁深度不大，多數土石已有溢流現象。

於2009年莫拉克風災，土石橫越縣174道路造成道路中斷及新增一崩塌地(寬約20m，高約5m)，而174號縣道下游面之溪床則較為穩定，既設護岸封底長約30m，封底破壞鋼筋裸露，建議河道整理250m，寬10m，深1m、階段式固床工10座、混凝土造型模板護岸長200m×2。



3. 南縣DF020

南縣DF020其上游為由兩支流所匯流發展而成，河寬約10m，平均粒徑約100~250cm，溪床甚陡，平均坡度約27.08%，仍為土石流發生段與輸送段，於縣174道路上游面淤積大量土石，而巨礫又散置其間。

於2009年莫拉克風災期間土石堆積造成道路中斷，而道路下游面溪床相對平緩，穩定。建議河道整理300m，寬20m，深2.5m，施作混凝土造型模板護岸300m×2，混凝土防砂壩乙座，階段式固床工20座。





4. 南縣DF019

南縣DF019以縣174道路作為上、下游溪段之分野，河寬約5m，平均粒徑約60cm~80cm，平均坡度約為32.5%，以箱涵方式通過線174道路，道路上游既設一5m×5m靜水池，道路下游側溪段溪床平緩且有護岸長40m、跌水工之設置，而上游溪段則屬自然溪溝之型態，河床淤積高約0.5m，不但縱坡甚為陡峭，仍為土石流發生段與輸送段，且巨礫散置溪床，縱向亦有淘刷現象。建議河道清淤長100m，寬5m，深0.5m。

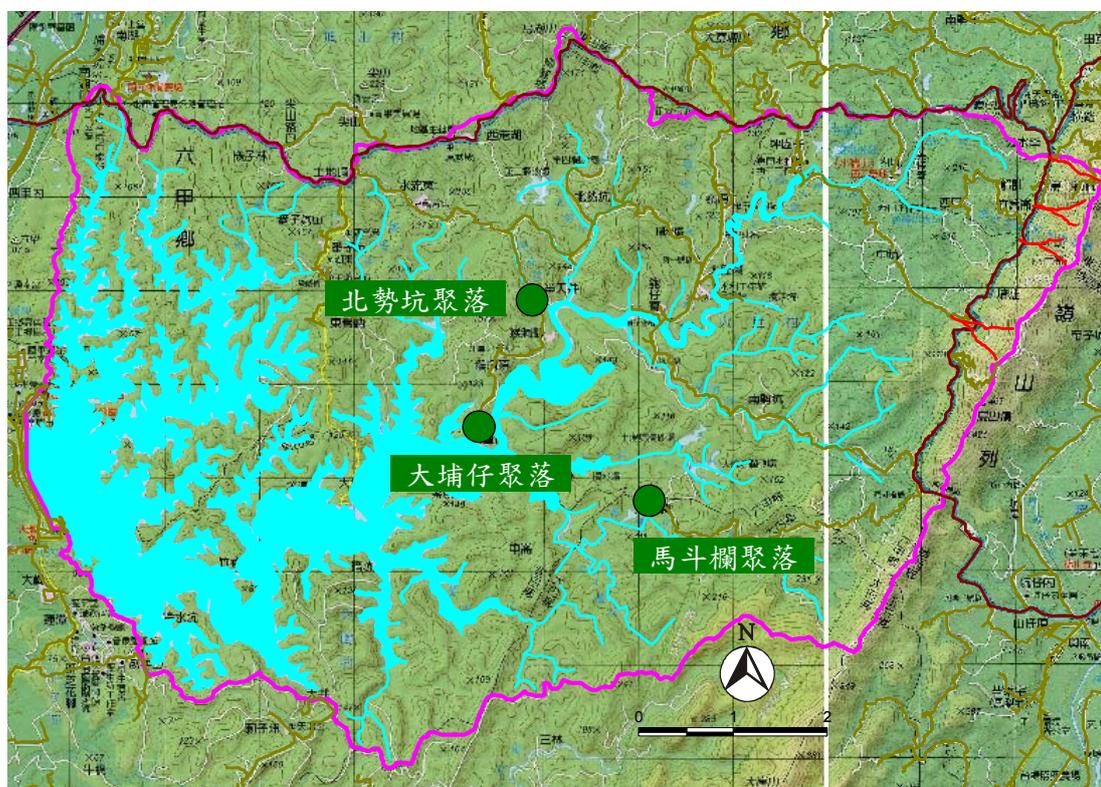


3-1-6 潛在危險聚落調查

本計畫依據溪流、坑溝、崩塌地及土石流之現況調查、土砂生產量調查及淹水潛勢分析，配合整個集水區聚落分布及現場訪談結果，說明如下：

烏山頭水庫集水區中之聚落相當分散，在水庫集水區中的居民幾乎均以種植果樹營生，而為求得灌溉水源，大部份之果園農場則以臨溪溝坑谷而設，自然漸漸形成聚落亦臨溪溝坑谷而居之發展模式。若以烏山頭水庫集水區內之聚落分布區位而言，各聚落所在之地質環境條件並不優越，多有潛在之危險性存在。

- 一、北勢坑聚落臨北勢坑溪之河寬狹窄，多有淹水之虞。
- 二、大埔仔聚落位於水庫淹沒區邊緣，雖其位置較高，然下邊坡基腳侵蝕嚴重，聚落安全受到威脅。
- 三、馬斗欄聚落因地勢低窪，上游溪床若有阻塞，便有淹水之虞，於2009年6月豪雨造成往返往馬斗欄聯絡道路因背填土壤流失造成路基損壞，至今仍尚未搶通。烏山頭水庫聚落分佈位置詳如圖3-1-11所示。



資料來源：本計畫繪製

圖 3-1-11 烏山頭水庫聚落分佈圖

3-1-7 既設防砂壩淤積情形

防砂壩為攔蓄河道泥砂、調節泥砂輸送、穩定河床及兩岸崩塌、防止侵蝕、沖蝕、抑制土石流所構築之橫向構造物，一旦防砂壩淤滿情況，上述功用可能減少甚至喪失，水庫也因此會增加淤積量並減少蓄水量，因此對於此狀況需進行水庫集水區內防砂壩之淤積調查。

- (一)馬斗欄橋防砂壩目前狀況已淤滿，且河道堆積土砂高約0.5m，周邊植生茂密。
- (二)縣174旁防砂壩目前兩座皆已淤滿情形，壩上游面明顯可見大量土石堆積於河道中，兩旁植生良好。
- (三)南縣DF021防砂壩也已淤滿，在上游處於莫拉克颱風時新增一崩塌地，大量土砂下移，造成縣174道路中斷。
- (四)內坑防砂壩上游已淤滿，其下游面水質混濁，含砂量高。
- (五)第四防砂壩上游中等淤積，兩旁植生良好，其淨水空間維持其功能，構造物狀況良好。



3-1-8 治理設施現況

歷年來嘉南農田水利會、水土保持局、台南縣政府、水庫管理單位、林務局等，已針對計畫區內進行各項治理工程，依據現場調查，整治工程多依災害狀況進行，如溪流凹岸處理工程、道路崩塌地處理工程、水庫淤積疏浚工程及農路水土保持工程等，溪流整治工程設施包括有固床工、護岸、防砂壩與護坡等，而道路水土保持治理工程以L型溝、橫向排水、擋土牆與箱型蛇籠等為主；目前既有構造物之問題主要為構造物基礎淘刷、通水斷面不足及防砂壩淤滿等問題。

在既有構造物基礎淘刷部分，爾後各權責機關進行整治工程時，應特別加強縱斷面坡度的控制（基礎之保護）、整治終點之保護以及凹岸防沖刷之設計，以有效降低構造物發生基礎淘刷甚至裸露之情形。另於通水斷面不足部分，後續於設計跨河構造物時，建議盡量放寬、加大斷面，並盡可能避免設置涵管，改以足夠斷面並方便清淤之箱涵或橋樑設計，以避免淤積阻塞後維護不易，並對保全對象造成危害。

依據現況調查成果，針對烏山頭水庫集水區內既設治理設施分別詳述如下：

一、防砂工程

既設防砂構造物，現況皆淤滿，河道土石堆積嚴重，建議進行河道清疏及持續往上游施作防砂工程，以攔阻土砂下移。



二、道路水土保持工程

道路因位於溪流凹岸處，受河水沖刷，道路上下邊坡土壤流失，造成道路損毀，兩岸農地流失嚴重，建議可施設護岸、道路側溝排水及定期河道整理清疏。



三、整流設施

既設整流構造物，受水流沖刷或基礎深度不足造成側移及鋼筋裸露，河道於進行整治工程時多配合施設固床工來調整溪床坡度，使河床趨於平緩，原本急流交錯的溪流型式，變成較均勻之緩流，減少逕流及土石對河道之破壞，建議既有護岸基礎補強，增設固床工調整縱坡。



四、橋涵

既設橋樑下方橋涵，通洪斷面不足，洪泛期間曾溢淹橋面，並造成兩岸農地流失，建議土石淤積處進行河道清淤，以恢復通洪斷面。



3-1-9 河床質粒徑調查

本粒徑調查分析工作主要就庫區沖淤嚴重溪段土砂特性進行粒徑調查工作，作為治理規劃之重要參據，其調查分析方式如下所述：

一、採樣方法

係以人工直接挖掘試驗坑採樣，挖掘之前若有洪水退落時所停留之砂層，滾石或雜物，則應將表面雜物剷除，試驗坑面積為一公尺之正方形，由於受到溪床堆積深度與堆積層水位之限制，深度約為50~60公分，挖掘時即著手進行野外粗顆粒篩分析，粗顆粒部分則以四分法，採取部分樣品攜回室內分析；此外，並記錄試驗坑尺寸，以推算採樣體積，同時記錄最大石徑之尺寸，以供粒徑分析累積曲線之繪製。

二、野外粗顆粒分析

凡大於美國標準篩3/8吋以上之礫石，分用1吋、1/2吋、3/4吋及3/8吋之方孔篩於挖掘現場做篩分析，將各篩上停留之礫石分別秤重記錄，大於3吋以上之礫石，則直接使用鋼卷尺量其粒徑並秤重，同時記錄各樣孔之最大石徑。

三、細粒徑分析

通過3/8吋之顆粒，於秤其總重後，以四分法檢取樣品，裝入已編號之塑膠袋內，攜回烘乾後秤重，再於室內以美國標準篩#4、#8、#16、#20、#30、#50、#100、#200號分別做篩分析，將各篩上停留之砂秤重記錄，然後依樣品重與採樣總重之比例，換算各粒徑別之停留重量，再與野外粗顆粒分析結果合併，依各粒徑分別算出其停留之百分率及通過之百分率，可繪出各採樣孔之顆粒分佈累積曲線，藉以繪出各河段之河床質顆粒級配情形。由顆粒分佈累積曲線直接讀出代表粒徑，並以下式計算其平均粒徑：

$$D_m = \frac{1}{100} \sum_i^n (D_i \times P_i)$$

式中Dm：平均粒徑(單位：mm)

Di：兩相鄰篩號孔徑之幾何平均值，單位：mm

Pi：篩號停留百分率 n：篩的數目

四、粒徑分析結果

1.河床質粒徑調查位置

烏山頭水庫計畫區內共進行採16個採樣點，分別為北勢坑溪3處、南勢坑溪5處、番仔厝坑溪3處及嘉縣DF029、南縣DF021、南縣DF020及南縣DF019等4條土石流潛勢溪流5處，其調查點位分佈位置如圖3-1-12所示。

2.河床質粒徑分析成果

經由粒徑分析結果可求得河床曼寧 n 值，作為推求渠道流量之參考值；平均 n 值除4條土石流潛勢溪約0.029外，其餘則為0.025上下，各調查點位曼寧 n 值估算如表3-1-2所示。

3.河床質表面粒徑調查成果

河床表面粒徑調查，以500公尺一處為原則進行調查，進行16個採樣點，由表3-1-3分析所得，其中位於縣174旁，整體集水區東北角地方之DF029、DF021、DF020及DF019等4條土石流潛勢溪所調查粒徑分佈區間較廣，其因係為地處卓蘭層，多有裸石與土沙混雜。南勢溪上游溪段則多屬卓蘭層，惟夾雜部分泥岩層，故粒徑分析之結果較小，分佈區間亦廣。北勢溪上游溪段與番厝坑溪溪段泥岩性質明顯，粒徑分析顯著小許多。

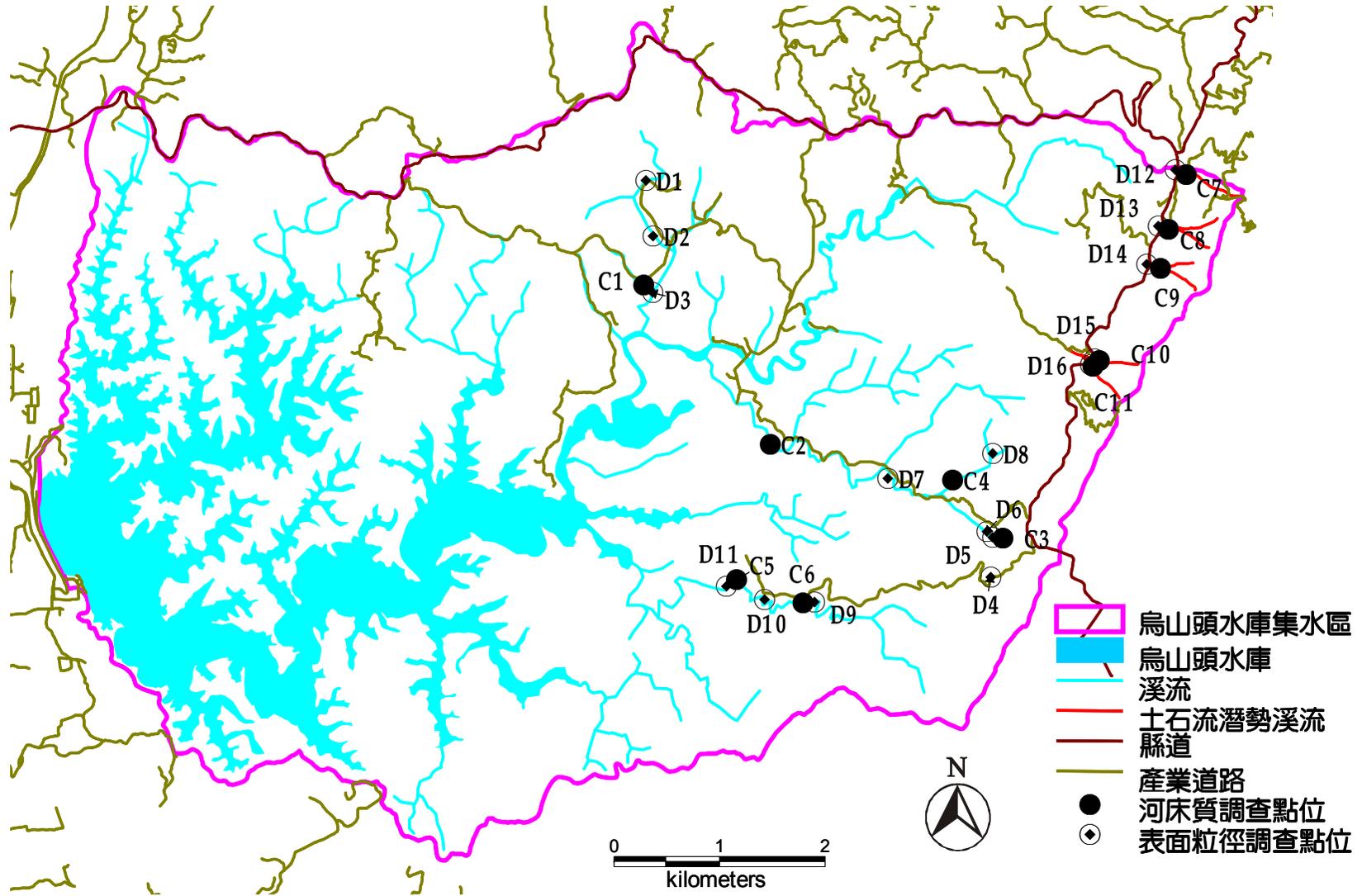


圖 3-1-12 烏山頭水庫河床質及表面粒徑調查點位分佈圖

表 3-1-2 烏山頭水庫集水區各溪段調查點曼寧 n 值推估一覽表

採樣點 編號	Einstein	Lane	Mayer&Peter	Strickler	採用值
	$0.0132D_{65}^{1/6}$	$0.015D_{75}^{1/6}$	$0.01216D_{90}^{1/6}$	$0.015D_m^{1/6}$	
D1	0.022	0.025	0.021	0.025	0.023
D2	0.023	0.026	0.022	0.025	0.024
D3	0.022	0.026	0.021	0.025	0.024
D4	0.025	0.028	0.024	0.027	0.026
D5	0.024	0.028	0.023	0.027	0.025
D6	0.023	0.026	0.022	0.026	0.024
D7	0.023	0.026	0.022	0.025	0.024
D8	0.023	0.027	0.022	0.026	0.025
D9	0.024	0.027	0.023	0.027	0.025
D10	0.022	0.026	0.022	0.025	0.024
D11	0.021	0.025	0.021	0.024	0.023
D12	0.028	0.032	0.026	0.031	0.029
D13	0.028	0.032	0.027	0.031	0.029
D14	0.028	0.032	0.026	0.031	0.029
D15	0.028	0.032	0.026	0.031	0.029
D16	0.028	0.032	0.026	0.031	0.029

表 3-1-3 烏山頭表面粒徑調查成果一覽表

編號	溪流名稱	採樣位置		代表粒徑(cm)					最大粒徑
		TWD97(X)	TWD97(Y)	D ₅₀	D ₆₅	D ₇₅	D ₉₀	D ₉₅	D _{max} (mm)
D1	北勢坑溪上游處	191116	2570091	18.53	20.80	22.31	25.58	27.35	30.00
D2	北勢坑溪中游處	191187	2569563	20.29	25.14	27.79	31.76	33.08	34.50
D3	北勢坑溪下游處	191181	2569033	18.53	22.50	25.14	29.11	31.76	34.60
D4	南勢坑溪上游處	194392	2566350	34.41	42.35	46.76	52.93	55.58	60.00
D5	南勢坑溪上游處	194412	2566723	29.11	33.08	39.70	48.52	50.29	55.00
D6	南勢坑溪中游處	194356	2566782	23.82	27.00	29.11	37.94	39.70	46.00
D7	南勢坑溪下游處	193417	2567287	18.53	25.14	27.79	31.76	33.08	36.00
D8	南勢坑溪支流上游處	194357	2567502	24.88	28.06	31.76	39.70	42.35	46.00
D9	番仔厝坑溪上游處	192721	2566119	30.17	33.35	36.17	44.99	47.64	50.00
D10	番仔厝坑溪中游處	192245	2566139	17.47	23.82	26.47	31.76	34.41	38.90
D11	番仔厝坑溪下游處	191885	2566262	13.23	17.20	20.29	26.47	29.11	33.80
D12	南縣 DF019	196148	2570192	71.46	95.28	100.57	105.87	107.19	110.00
D13	南縣 DF020	195990	2569659	71.46	95.28	103.22	107.19	108.51	113.50
D14	南縣 DF021	195877	2569302	71.46	95.28	99.69	105.87	108.51	112.60
D15	南縣 DF029	195382	2568406	71.46	97.93	101.46	106.75	108.51	113.50
D16	南縣 DF029	195341	2568359	76.75	92.63	97.93	103.22	108.51	115.00

3-2 集水區特性分析

3-2-1 水文分析

一、水文分析方法

(一)雨量站之選定

蒐集計畫區內或鄰近雨量站之記錄資料作為本計畫水文分析資料來源。

(二)徐昇式多邊形網法

徐昇多邊形網法為將所有N個相鄰之雨量站兩兩相連，構成多個三角形，再做三角形各邊之垂直平分線，三邊之垂直平分線必交於一點，即三角形之外心。連接各三角形之外心，即可形成N個多邊形網，簡稱徐昇多邊形網，以包含該雨量站之徐昇多邊形與流域邊界進行交集分析，可得該雨量站控制流域的面積，求出此面積與流域面積的比例，即為該雨量站之徐昇加權因子。進行平均降雨之計算時，累加各雨量站測得之雨量記錄乘以各站之徐昇加權因子，即得流域之平均雨量。

徐昇加權因子計算：每座雨量站的徐昇加權因子，即以該雨量站的徐昇多邊形在集水區內面積與流域面積的比值：

$$W_i = A_i / A$$

式中，
 W_i = 徐昇加權因子，無因次；
 A_i = 雨量站的徐昇多邊形在集水區內面積；
 A = 集水區總面積。

(三)降雨量分析

由經濟部水利署「水文水資料管理供應系統」及農田水利會等相關單位蒐集各雨量站之紀錄資料，並加以統計與徐昇式權重分析，分析結果烏山頭水庫年平均降雨量。

(四)頻率分析

以各雨量站之日雨量紀錄資料，統計出計畫區歷年最大一日及二日暴雨量，再以Log-Pearson III、Normal等六種機率分佈進行降雨頻率分析，並利用Weibull點繪法，以平方差和（SSE）及標準差（SE）兩種方式加以檢定，最後採用偏差值最小之Log-Pearson III所求得之一日暴

雨頻率分析結果。

(五) 洪峰流量分析

各重現期距洪峰流量分析將依流域之地文因數及各重現期距日暴雨量藉以推算，因此依集水區特性選擇數個控制點，並依據各控制點之地文因子及各重現期距日暴雨量，分析各重現期距降雨量下之洪峰流量。

將前述方法中各控制點在各種推算方式下所求得之各重現期距洪峰流量加以彙整；依「水土保持技術規範(2003)」第65條規定之野溪治理標準50年重現期距，採用修正三角形單位歷線50年重現期距之推估值作為本計畫設計保護的標準。

茲將各分析方法說明如下：

1. 合理化公式

在缺乏實測流量記錄之小流域常以此法推估洪峰流量，惟該公式僅限於集流面積小於1,000ha以下之小集水區使用，其公式為：

$$Q_p = \frac{1}{3.6} * C * I * A$$

式中， Q_p 為洪峰流量(cms)； C 為逕流係數； I 為降雨延時等於集流時間 t_c 時之平均降雨強度(mm/hr)； A 為流域面積(km²)。茲將上式中各因數之採用值說明如下：

(1) 逕流係數C

逕流係數為逕流量與降雨量的比值，視地形、地勢、土壤、地質、集水區面積、土地利用及覆蓋情形、降雨總量、強度及延時等因數而異，一般可分為下列三種：

- A. 逕流係數：為洪峰流量對時間內之平均降雨量的比值。
- B. 暴雨逕流係數：為暴雨內之總逕流量與總降雨量的比值。
- C. 長時間逕流係數：係指長期(如年、季節、月等)逕流係數，為長期內之總逕流量與總降雨量的比值。

一般水土保持工程構造物設計時，皆採用逕流係數計算逕流量，以提高構造物的安全，逕流係數的決定可參考表3-2-1。

表 3-2-1 逕流係數參考值表

集水區狀態	陡峻山地	山嶺區	丘陵地及森林地	平坦耕地	非農業使用
逕流係數 C(%)	75~90	70~80	50~75	45~60	75~95

資料來源：水土保持技術規範

(2) 集流時間 t_c

集流時間 t_c 係指逕流自集水區最遠一點到達工程地點出水口所需時間，一般為流入時間與流下時間之和，其計算公式如下：

$$t_c = t_0 + t'$$

$$t_0 = l/v$$

式中， t_c 為集流時間(hr)； t_0 為流入時間(雨水經地表面由集水區邊界流至河道所需時間)(hr)； t' 為流下時間(雨水流經河道由上游至下游所需時間)(hr)； l 為坡面長度(km)； v 為漫地流流速(一般採用0.3~0.6m/sec)。

依「水土保持技術規範」第19條規定：「流下速度之估算，於人工整治後之規則河段，應根據各河斷面、坡度、粗糙係數、洪峰流量之大小，依曼寧公式計算；天然河段可採用下列芮哈(Rziha)經驗公式估算。」

$$\text{芮哈(Rziha)公式：} t' = L / W ; W = 72(H/L)^{0.6}$$

式中， t' 為集流時間(hr)； W 為流下速度(km/hr)； H 為溪流縱斷面平均高度(km)； L 為溪流長度(km)。

3. 降雨強度 I

配合合理化公式，計畫區降雨強度 I 將參考「水土保持技術規範」第十六條之規定：「降雨強度之推估值，不得小於下列無因次降雨強度公式之推估值。」其中由於計畫區內無無因次降雨強度公式分析雨量站，因此採用計畫區年平均雨量值進行無因次降雨強度公式推估，推估公式如下：

$$\frac{I_t^T}{I_{60}^{25}} = (G + H \log T) \frac{A}{(t + B)^c}$$

$$I_{60}^{25} = \left(\frac{P}{25.29 + 0.094P} \right)^2$$

$$A = \left(\frac{P}{-189.96 + 0.31P} \right)^2$$

$$B = 55$$

$$C = \left(\frac{P}{-381.71 + 1.45P} \right)^2$$

$$G = \left(\frac{P}{42.89 + 1.33P} \right)^2$$

$$H = \left(\frac{P}{-65.33 + 1.836P} \right)^2$$

式中，T為重現期距(年)；t為降雨延時或集流時間(min)； I_t^T 為重現期距T年，降雨延時t分鐘之降雨強度(mm/hr)； I_{60}^{25} 為重現期距25年，降雨延時60分鐘之降雨強度(mm/hr)；P為年平均降雨量(mm)；A、B、C、G、H為係數。

(二)修正三角形法

修正三角型單位歷線法，係參酌三角型單位歷線法之理論。由於三角型單位歷線之洪峰通常均不發生於整數小時，尤其小流域洪峰到達時間僅數分鐘，故必須採用修正三角型單位歷線法分析，以免洪峰流量偏低或無法計算之情況，而三角形單位歷線是為應用方便，假設單位時間之超滲雨量所形成的流量歷線為三角形，其形狀及各參數因數可依經驗公式推定，美國水土保持局(U.S. Soil Conservation Service)對此提出下列經驗公式：

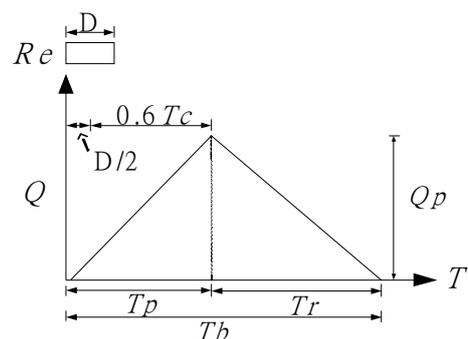
$$Q_p = \frac{0.208 * A * R_e}{T_p}$$

$$T_p = \frac{D}{2} + 0.6 * T_c$$

$$T_r = 1.67 * T_p$$

$$T_b = T_p + T_r$$

$$T_c = \left(0.87 * \frac{L^3}{H} \right)^{0.385}$$



式中， Q_p =洪峰流量(cms)； A =流域面積(km²)； R_e =超滲降雨(mm)； T_c =集流時間(hr)； T_p =開始漲水至洪峰發生時間(hr)； D =單位降雨延時(hr)、SCS經驗公式($D \doteq 0.133T_c$)； T_r =洪峰流量發生至歷線終端之時間(hr)； L =最長河流長度(km)； H =河流最高點至計畫地點高程差(m)。配合修正三角形單位曆線法估算需要，本計畫採用經濟部水利署「臺灣地區雨量測站降雨強度-延時Horner公式分析」(2003)中鄰近雨量站Horner兩型公式法分佈型態作為計畫分佈雨型之參考係數，兩型單位時間刻度 ΔD 則依據下列原則選擇：

$T_c > 6 \text{ hr}$	→	$\Delta D = 1.0 \text{ hr}$
$3 \text{ hr} < T_c \leq 6 \text{ hr}$	→	$\Delta D = 0.8 \text{ hr}$
$1 \text{ hr} < T_c \leq 3 \text{ hr}$	→	$\Delta D = 0.4 \text{ hr}$
$T_c \leq 1 \text{ hr}$	→	$\Delta D = 0.15 \text{ hr}$

茲將上述各方法推估計畫區洪峰流量及比流量成果。

(六)含砂水流流量分析

由於計畫區多屬山坡地，因此考慮暴雨洪流之輸砂能力，應酌予考量水流含砂情形，故計畫含砂水流洪峰水量可以下式估算： $\bar{Q}_p = Q_p(1 + \alpha)$

式中， \bar{Q}_p 為含砂水流流量(cms)； Q_p 為清水流流量(cms)； α 為水流中泥砂混合率。

(七)土石流潛勢溪流運移量計算

計畫區內土石流潛勢溪流若遇豪大雨時極有可能再度爆發土石流。本計畫土石流泥砂運移量之估算以理論推估為主，其推估方法如下：

1. 首先估算流動中之土石流體積濃度，土石流之濃度受溪床坡度影響甚大，一般以下列公式表示：

$$C_D = \frac{\rho \tan \theta}{(\sigma - \rho)(\tan \phi - \tan \theta)}$$

式中， C_D 為流動中土石流體積濃度； ρ 為水之密度(kg/m³)； σ 為土石密度(kg/m³)； θ 為溪谷之坡度； ϕ ：土石之內摩擦角。

2. 推估溪流中之清水流量(Q_W)：清水流量參考水土保持技術規範(2003)第17條之規定，面積在1,000ha以內者，無實測資料時，得採合理化

公式計算，C值採丘陵地或森林地無開發整地區之逕流係數0.75。

3.由清水流量(Q_W)及土石流體積濃度(C_D)可推求土石流之流量(Q_D)，其關係如下：

$$Q_D = \frac{C^*}{C^* - C_D} Q_W$$

$$C^* = 1 - P_r$$

式中， Q_D 為土石流之流量(cms)； Q_W 為溪谷上游之清水流量(cms)； C^* 為溪床上土石堆積物之體積濃度(可由表3-2-2推估)； P_r 為溪床上土石堆積之孔隙率； C_D 為流動中土石流之體積濃度，經計算之 C_D 代入上列公式中，可推估得土石流流量。

依據「水土保持技術規範」第65條之規定：「防砂壩、潛壩、整流工程、堤防、護岸及丁壩等以重現期距50年之降雨強度計算。」故整流工程之洪水量估算，採用50年一次重現期距之洪峰流量為原則，推估計畫區之土石流潛勢溪流流量。

表 3-2-2 泥砂堆積特性一覽表

泥砂堆積特性		C^*
一般鬆散砂及卵石		0.61~0.63
中等緊密砂及卵石		0.64~0.67
緊密砂及卵石		0.68~0.75
泥砂特性	緊密程度	內摩擦角 $\varphi(^{\circ})$
砂：圓形顆粒	鬆散	27~30
	中等緊密	30~35
	緊密	35~38
砂：角形	鬆散	30~35
	中等緊密	34~40
	緊密	40~45
卵石中夾雜泥砂		34~48
沉泥		26~35

二、水文分析

(一)雨量站之選定

蒐集計畫區內之雨量站為經濟部水利署王爺宮雨量站、嘉南農田水會東口、西口及烏山頭雨量站，各站分佈概況如圖3-2-1所示，而詳細資料詳表3-2-3。

表 3-2-3 烏山頭水庫集水區鄰近雨量站概況表

站號	站名	站址	經辦單位	TWD-97		標高(m)	記錄年份	年數
				X座標	Y座標			
11N770	東口	臺南縣楠西鄉照興村6號	嘉南農田水利會	198043	2563094	98	1930~1946,1950~2008	76
11O160	西口	臺南縣東山鄉南勢村71號	嘉南農田水利會	192837	2570035	84	1931~1946,1950~2008	85
01O750	王爺宮	台南縣六甲鄉王爺村湖東國校	經濟部水利署	188636	2569016	130	1983~2008	26
11N540	烏山頭	臺南縣官田鄉嘉南69之1號	嘉南農田水利會	183870	2567366	66	1931~2008	78

資料來源：依據水利署與農田水利會雨量站資料整理

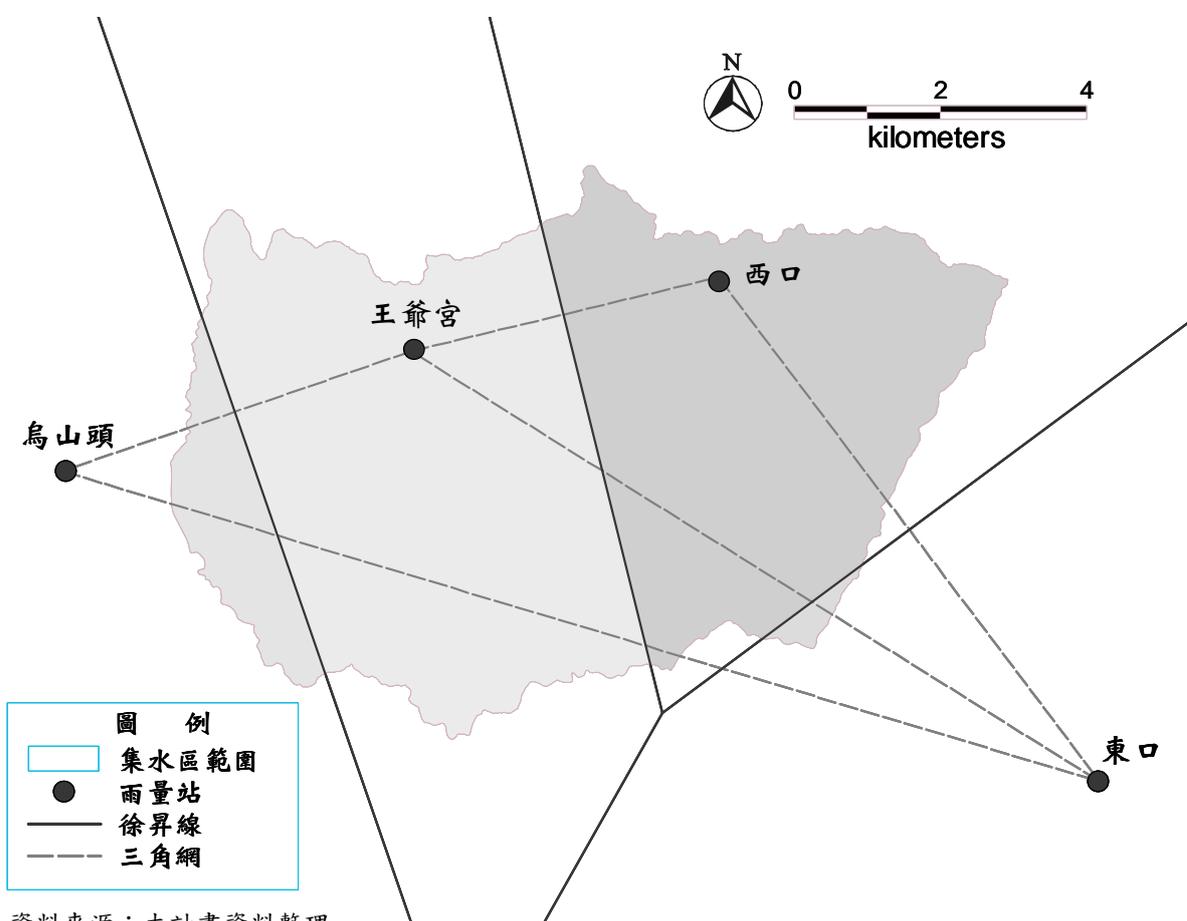


圖 3-2-1 烏山頭水庫集水區雨量站位置圖

(二)徐昇式多邊形網法

本計畫經徐昇多邊形網法推得各雨量站之徐昇加權因子如表3-2-4。

表 3-2-4 烏山頭水庫集水區年雨量站徐昇式權重推求表

站號	站名	Ai(ha)	A(ha)	Wi
11N770	東口	41.05	5,839.31	0.01
11O160	西口	2,511.78	5,839.31	0.43
01O750	王爺宮	2,869.53	5,839.31	0.49
11N540	烏山頭	416.95	5,839.31	0.07

資料來源：本計畫分析整理

(三)降雨量分析

由經濟部水利署「水文水資料管理供應系統」及嘉南農田水利會蒐集各雨量站之紀錄資料，並加以統計與徐昇式權重分析。由分析結果可知計畫區年平均降雨量為2,160.51mm。

表 3-2-5 烏山頭水庫測站年降雨量觀測資料一覽表

年	東口 (0.01)	西口 (0.43)	王爺宮 (0.49)	烏山頭 (0.07)	年平均 雨量
1984	2,666.60	2,052.00	1,692.00	1,593.30	1,849.64
1985	2,827.20	2,212.80	1,847.00	1,646.30	2,000.05
1986	1,526.30	1,964.50	1,535.70	1,460.30	1,714.71
1987	1,961.50	1,743.00	1,350.90	1,331.00	1,524.22
1988	2,485.40	2,041.50	1,791.20	1,627.40	1,894.31
1989	3,192.30	2,212.40	1,727.80	1,609.00	1,942.51
1990	2,988.50	2,672.00	2,006.00	2,296.70	2,322.55
1991	2,198.50	1,726.10	1,492.00	1,656.30	1,611.23
1992	3,401.30	2,952.00	2,454.50	2,377.00	2,672.47
1993	1,711.90	1,612.00	1,692.00	1,668.30	1,656.14
1994	3,001.60	2,667.10	2,275.00	2,216.50	2,446.77
1995	1,433.90	1,269.00	1,221.00	1,171.30	1,240.29
1996	2,457.30	2,133.00	1,583.00	1,470.00	1,820.33
1997	2,387.70	2,735.00	2,348.00	2,234.60	2,506.87
1998	2,665.90	2,719.00	2,379.00	2,216.40	2,516.69
1999	2,559.70	2,446.00	2,130.00	2,144.80	2,271.21
2000	1,967.50	1,919.50	1,857.00	1,880.70	1,886.64
2001	4,040.00	3,552.00	2,984.00	2,984.60	3,238.84
2002	1,849.50	1,650.00	1,399.00	1,428.00	1,513.47
2003	1,816.50	1,649.00	1,229.00	1,230.50	1,415.58
2004	1,734.00	1,797.00	1,634.00	1,529.90	1,697.80
2005	4,767.00	4,157.00	3,886.00	4,288.60	4,039.52
2006	2,564.00	2,154.00	2,465.00	2,466.50	2,332.37
2007	3,513.50	3,129.00	2,632.00	3,432.00	2,910.53
2008	3,803.50	3,024.50	2,943.00	2,962.00	2,987.98
平均	2,620.84	2,327.58	2,022.16	2,036.88	2,160.51

資料來源：1.經濟部水利署與嘉南農田水利會雨量資料，2.本計畫整理分析，3.單位：mm。

(四)頻率分析

烏山頭水庫集水區歷年最大一日、二日及三日之暴雨量(詳表 3-2-6)，一日暴雨頻率分析結果，相關成果詳表 3-2-7 所示。

表 3-2-6 烏山頭水庫集水區歷年最大一日、二日及三日暴雨量一覽表

年度	最大一日暴雨	最大二日暴雨	最大三日暴雨
1984 年	193.59	212.21	237.60
1985 年	139.99	207.71	212.72
1986 年	168.85	175.50	175.50
1987 年	153.23	242.05	269.43
1988 年	217.75	344.92	407.57
1989 年	258.65	439.84	481.90
1990 年	124.83	226.02	301.19
1991 年	194.64	330.22	406.07
1992 年	240.09	359.82	443.05
1993 年	168.78	233.96	265.05
1994 年	169.47	301.46	317.83
1995 年	130.60	245.45	310.96
1996 年	242.69	414.68	448.82
1997 年	210.62	309.49	384.48
1998 年	112.74	199.68	271.67
1999 年	141.11	233.89	290.34
2000 年	216.41	313.40	351.06
2001 年	491.56	726.37	740.55
2002 年	123.29	133.75	144.12
2003 年	127.55	177.31	177.33
2004 年	356.91	451.67	484.58
2005 年	345.27	621.92	813.59
2006 年	257.71	345.74	379.10
2007 年	241.80	391.79	433.64
2008 年	611.79	724.76	765.43

資料來源：1.本計畫分析，2.單位：mm。

表 3-2-7 烏山頭水庫一日暴雨量重現期距資料表

單位：mm

重現期距	方法	Normal	Log-Normal II	Log-Normal III	Pearson III	Log-Pearson III*	Extreme I
2		225.60	199.70	197.70	190.90	191.80	207.70
5		325.50	302.60	298.80	297.50	284.70	331.00
10		377.70	376.20	373.50	378.10	363.80	412.60
20		420.80	450.20	450.20	459.50	455.10	490.80
25		433.40	474.40	475.50	486.00	487.70	515.60
50		469.40	551.10	556.80	568.90	600.00	592.10
100		501.70	630.60	642.40	653.10	732.20	668.00
200		531.30	713.30	732.60	738.50	888.10	743.70
500		567.20	828.20	859.90	853.50	1,138.40	843.50
1,000		592.40	919.70	962.50	941.90	1,367.90	918.90
10,000		666.90	1,254.90	1,347.20	1,244.40	2,475.20	1,169.30
Hazen	SSE	7.06E+04	1.60E+04	1.34E+04	9.94E+03	7.08E+03	4.01E+04
	SE	55.38	26.41	24.71	21.26	17.93	41.76
Weibull	SSE	7.40E+04	3.15E+04	3.01E+04	2.53E+04	2.61E+04	3.93E+04
	SE	56.72	37.01	36.98	33.9	34.45	41.32

註：「*」表示本計畫採用。

(五) 洪峰流量分析

本計畫各重現期距洪峰流量分析，依集水區特性選擇數個控制點(詳圖3-2-2)，並依據各控制點之地文因子(詳表3-2-8)及各重現期距日暴雨量，惟本計畫區主流之集水區面積大於1,000ha，較不適合合理化公式估算，因此控制點A、B、C、D採用修正三角形單位歷線法分析各重現期距降雨量下之洪峰流量，以供採擇。茲將各分析方法說明如下：

表 3-2-8 烏山頭水庫控制點地文因子一覽表

控制點	溪流長度(m)	高差(m)	面積(km ²)	說明
A	17,640	522	58.39	計畫區出流口
B	7,630	472	10.31	烏山頭水庫主流匯流口
C	4,610	400	5.97	南勢坑匯流口
D	5,770	258	5.19	馬斗欄坑匯流口

資料來源：本計畫分析

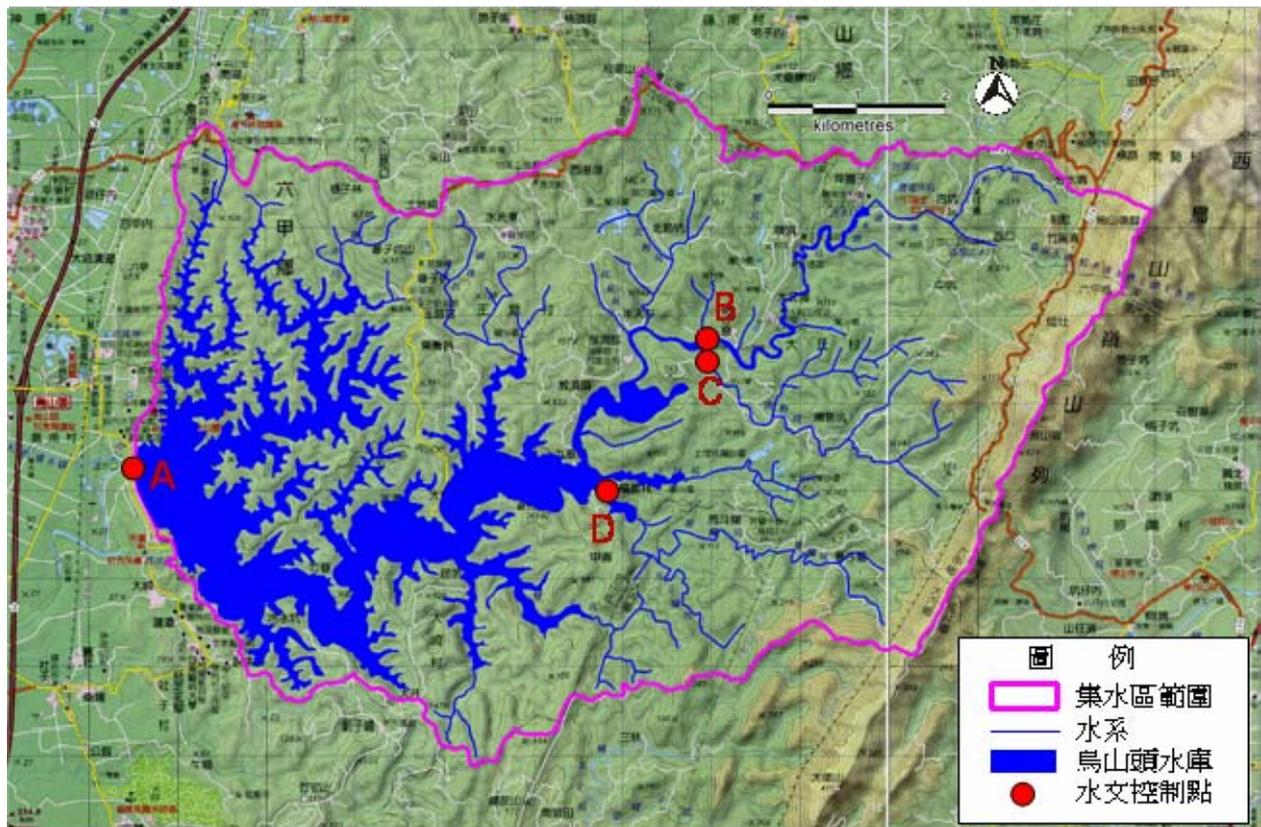


圖 3-2-2 烏山頭水庫各控制點分佈區位圖

1. 合理化公式

由於本計畫範圍多屬於丘陵地，依據表3-2-1，建議洪峰逕流係數採用0.75；而計畫區內無無因次降雨強度公式分析雨量站，因此採用本計畫年平均雨量值(2,160.51mm)進行無因次降雨強度公式推估，茲將估算成果彙整如表3-2-9所示。

表 3-2-9 計畫區無因次降雨強度分析成果一覽表

控制點	集流時間	降雨強度 I(mm/hr)							
	Tc(min)	I ₂	I ₅	I ₁₀	I ₂₀	I ₂₅	I ₃₀	I ₄₀	I ₅₀
A	129.84	46.52	55.38	62.08	68.77	70.93	77.63	84.33	91.03
B	42.10	69.20	82.37	92.33	102.30	105.51	115.47	125.43	135.40
C	24.99	77.99	92.83	104.06	115.29	118.91	130.14	141.37	152.60
D	39.36	70.43	83.84	93.98	104.12	107.39	117.53	127.67	137.81

註：本計畫分析整理

2. 修正三角形法

配合修正三角形單位歷線法估算需要，本計畫將採用經濟部水利署「臺灣地區雨量測站降雨強度-延時Horner公式分析」(2003)中王爺宮

雨量站Horner雨型公式法分佈型態作為計畫雨型，分佈雨型之參考係數如表3-2-10所示。

茲將上述各方法之洪峰流量及比流量推估成果彙整如表3-2-11。

表 3-2-10 烏山頭水庫分佈雨型參考係數表

Horner 雨量公式參考係數 (王爺宮-Log-Pearson III)			
頻率年	A	B	C
2	951.989	8.914	0.6494
5	847.683	6.351	0.5974
10	731.816	3.589	0.5561
20	642.815	1.889	0.5201
25	608.947	0.684	0.5072
50	523.572	-1.232	0.4697
100	459.296	-3.323	0.4370
200	397.973	-4.870	0.4028

資料來源：經濟部水利署「台灣地區雨量測站降雨強度-延時 Horner 公式分析」(2003)

表 3-2-11 烏山頭水庫各控制點之洪峰流量及比流量一覽表

編號	位置說明	集水區面積(km ²)	分析方法	重現期距(年)						
				2	5	10	25	50	100	200
A	計畫區 出口	58.39	合理化公式	565.92 (9.69)	673.64 (11.54)	755.13 (12.93)	862.85 (14.78)	944.34 (16.17)	1025.82 (16.17)	1107.31 (18.96)
			三角形單位歷 線-Horner法	433.32 (7.42)	576.09 (9.87)	675.77 (11.57)	816.24 (13.98)	925.11 (15.84)	1051.77 (18.01)	1181.44 (20.23)
B	烏山頭 水庫主 流匯流 口	10.31	合理化公式	148.63 (14.42)	176.92 (17.16)	198.33 (19.24)	226.62 (21.98)	248.02 (24.06)	269.42 (24.06)	290.82 (28.21)
			三角形單位歷 線-Horner法	142.79 (13.85)	184.01 (17.85)	211.38 (20.50)	248.62 (24.11)	276.14 (26.78)	311.29 (30.19)	344.39 (33.40)
C	南勢坑 匯流口	5.97	合理化公式	97.00 (16.25)	115.46 (19.34)	129.43 (21.68)	147.89 (24.77)	161.86 (27.11)	175.82 (27.11)	189.79 (31.79)
			三角形單位歷 線-Horner法	103.53 (17.34)	132.62 (22.21)	151.95 (25.45)	179.51 (30.07)	199.09 (33.35)	225.36 (37.75)	250.56 (41.97)
D	馬斗欄 坑匯流 口	5.19	合理化公式	76.15 (14.67)	90.65 (17.47)	101.61 (19.58)	116.11 (22.37)	127.08 (24.48)	138.04 (24.48)	149.01 (28.71)
			三角形單位歷 線-Horner法	74.25 (14.31)	95.62 (18.42)	109.82 (21.16)	128.95 (24.85)	143.06 (27.56)	161.3 (31.08)	178.56 (34.40)

註：1.單位 cms；2.()為比流量，單位 cms/km²；3. 為採用值

(六)含砂水流流量分析

計畫區含砂水流之洪峰流量分析 α 值採20%估算，分析結果如表3-2-12所示。

表 3-2-12 烏山頭水庫各控制點含砂水流之 50 年洪峰流量分析成果表

控制點	位置說明	集水面積 (km ²)	清水流 Q ₅₀ (cms)	含砂水流 Q ₅₀ (cms)
A	計畫區出流口	58.39	925.11	1110.13
B	烏山頭水庫主流匯流口	10.31	276.14	331.37
C	南勢坑匯流口	5.97	199.09	238.91
D	馬斗欄坑匯流口	5.19	143.06	171.67

(七)土石流潛勢溪流運移量計算

經現況調查結果後得知計畫區內土石流潛勢溪流仍有大量石材堆積於河道上，若遇豪大雨時極有可能再度爆發土石流。本計畫土石流泥砂運移量之估算以理論推估為主，採用50年一次重現期距之洪峰流量為原則，計畫區所求出之土石流潛勢溪流流量如表3-2-13所示。

表 3-2-13 烏山頭水庫土石流潛勢溪流流量一覽表

編號	南縣 DF019	南縣 DF020	南縣 DF021	嘉縣 DF029
有效集水面積(km ²)	0.16	0.14	0.18	0.30
坡度 θ (°)	10.18	12.24	12.13	11.26
土石密度 σ (kg/m ³)	2.52	2.52	2.52	2.52
清水密度 ρ (kg/m ³)	1	1	1	1
內摩擦角 φ (°)	28	30	28	30
土石流體積濃度 C _D	0.34	0.40	0.45	0.35
體積濃度 C*	0.67	0.62	0.67	0.65
清水流量 Q _w (cms)	5.22	4.59	5.83	9.54
土石流流量 Q _D (cms)	10.46	12.70	17.47	20.42

資料來源：本計畫蒐集分析

3-2-2 集水區泥砂產量分析

泥砂來源及分析大都為山坡地，坡度陡，河流短急，地質脆弱，表層土質鬆軟而易沖蝕，豪雨期間雨水挾帶土石流入河谷。本集水區泥砂生產來源計有源頭崩塌、地表沖蝕所造成，而經實際勘查認定係受水文氣象、地質與土壤、地形因素、道路開闢、土地利用、地震、崩塌等因素所造成。

一、土壤沖蝕量

土壤沖蝕不僅對於土壤直接破壞，同時也造成土壤顆粒之搬運，土壤養份流失並導致土地之生產力下降，在另一方面，也由於地表土壤之大量流失，經由水的攜帶，引發河道之淤積，造成許多災害。依據水土保持技術規範(2004)第35條規定，山坡地土壤沖蝕量之估算，得採用通用土壤流失公式(Universal Soil Loss Equation, USLE)，其公式如下：

$$A_m = R_m \times K_m \times L \times S \times C \times P$$

式中， A_m =土壤流失量(tons/公頃/yr)

R_m =降雨沖蝕指數(Mj-mm/公頃/hr-yr)

K_m =土壤沖蝕指數(tons-公頃-yr/公頃-Mj-mm)

L =坡長因數

S =坡度因數

C =植生覆蓋因數

P =水土保持處理因數

本計畫依據USLE公式理論，利用ArcGIS估算烏山頭水庫集水區內各集水分區之土壤沖蝕量，分析成果如表3-2-30及圖3-2-8所示。根據分析成果得知：計畫區年平均土壤沖蝕量為48.5萬立方公尺，平均沖蝕深度約為8.31mm，其中土壤沖蝕量以烏山頭水庫主流集水分區11.4萬立方公尺為最多，年平均沖蝕深度則以馬斗欄集水分區16.40mm為最大，將針對溪流泥砂堆積之來源，以作為防砂工程配置之依據。

表 3-2-14 烏山頭水庫各集水分區土壤沖蝕量統計表

集水分區名稱	集流面積 (ha)	土壤沖蝕量 (m ³ /year)	年平均沖蝕深度 (mm)
0 庫區	853.64	33,485.37	3.92
1 烏山頭水庫主流	1,031.22	113,799.57	11.04
2 南勢坑	597.32	70,784.77	11.85
3 北勢坑	433.28	42,702.86	9.86
4 九重橋	190.91	15,184.69	7.95
5 土埋坑	209.24	15,486.62	9.40
6 馬斗欄	518.71	75,426.82	16.40
7 猴洞頂	48.73	3,546.27	7.28
8 竹湖坑	337.78	23,483.18	6.95
9 東勢湖坑	72.36	11,172.54	15.44
10 雙溪子	307.02	24,789.96	8.07
11 暗坑	229.47	12,779.23	5.57
12 吊狗坑	101.26	3,025.07	2.99
13 石挾坑	57.25	1,816.01	3.17
14 東膏蚋坑	631.49	32,889.18	5.21
15 竹子坑	219.63	4,610.87	2.10
合計	5,839.31	484,993.02	8.31

資料來源：本計畫分析

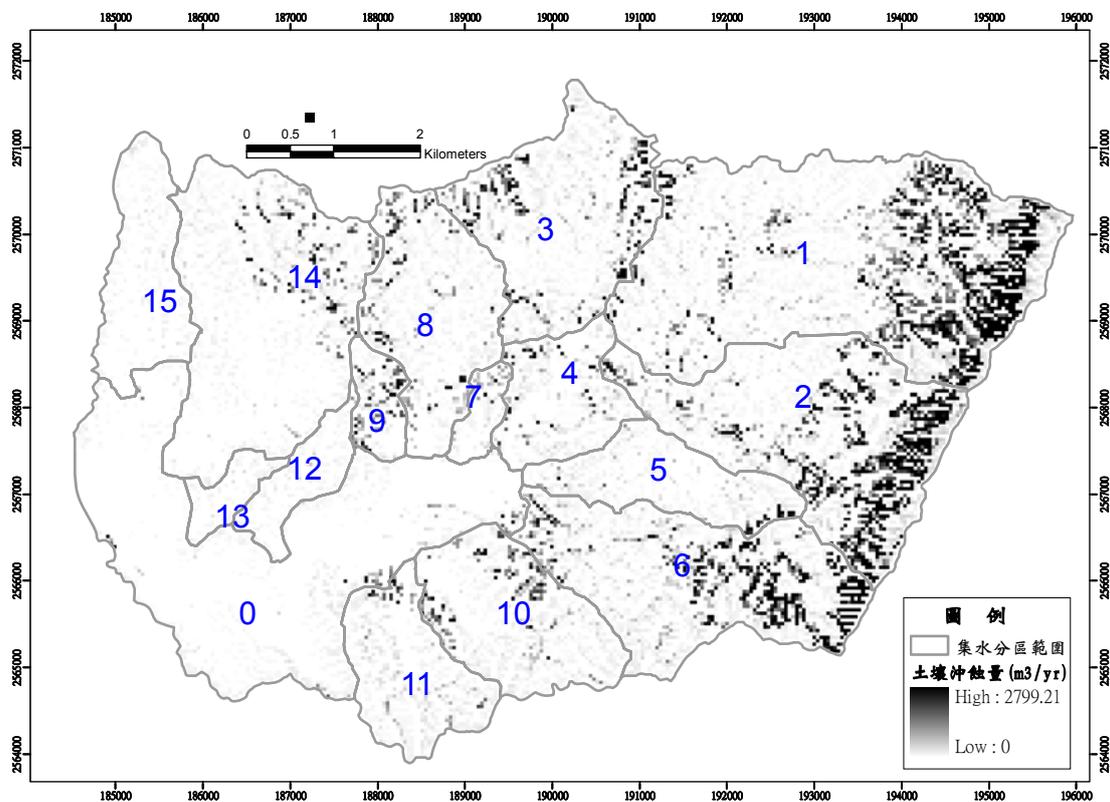


圖 3-2-3 烏山頭水庫集水區土壤沖蝕分布圖

二、崩塌量土方量推估

針對崩塌地進行土石崩塌量之推估，依照水土保持技術規範第38條規定：「崩塌量調查方法，應由實測或部分配合推估實施之。新崩塌地，得利用實際勘查或利用航照圖判斷，亦可得利用衛星影像分析，以進行崩塌量之調查。」

在崩塌量之推估上，一般常用的方法為(Dymond et al.,1999)假設坡面之剪應力等於抗剪力時(圖3-2-4)，為啟動崩塌之機制瞬間，此時剪應力為 $F_g = \rho * g * \sin \theta$ 而抗剪力為 $F_s = S/d$ ，因此可得崩塌深度與坡度之關係為： $d = S/(\rho * g * \sin \theta)$ 式中，S：剪應力、d：崩塌深度、 ρ ：土體密度、g：重力加速度、 θ ：坡度。

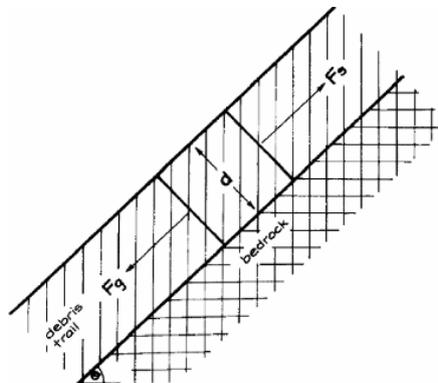


圖 3-2-4 坡面崩塌機制示意圖

由上式應可觀察到崩塌深度與坡度之正弦呈現正比關係，但事實上並非任何坡度的邊坡皆可發生崩塌現象，崩塌常好發生在某特定範圍內(歐陽元淳，2003)，本計畫參酌現地調查、泥岩性質等因素及水保局「烏山頭水庫集水區山坡地整體治理調查規劃(2006)」，修正崩塌平均代表深度如表3-2-15所示。

表 3-2-15 計畫區坡度與崩塌代表性深度對照表

坡面坡度 (度)	崩塌平均代表深度
0-30	2.0m
30-40	1.5m
>40	1.0m
泥岩崩塌	0.5m

利用崩塌地現地調查並採用衛星影像(2009.8.30拍攝)之判釋結果，在人力、道路及視線可及之範圍內進行複核調查後，計畫區內崩塌面積共計91.11ha；而道路無法到達之崩塌地，本計畫利用上述經驗式推估崩塌地崩塌平均深度，再以面積乘以深度即為崩塌量，並依各集水

分區統計如表3-2-16。

表 3-2-16 烏山頭水庫各集水分區崩塌量推估

集水分區	崩塌地面積	崩塌量	百分比
	(ha)	(m ³)	(%)
0 庫區	18.91	146,150.00	29.21
1 烏山頭水庫主流	7.71	39,869.84	7.97
2 南勢坑	6.60	33,585.96	6.71
3 北勢坑	4.14	20,709.87	4.14
4 九重橋	1.36	7,078.84	1.41
5 土埋坑	5.62	29,210.12	5.84
6 馬斗欄	23.26	103,300.45	20.65
7 猴洞頂	0.00	0.00	0.00
8 竹湖坑	4.75	23,907.22	4.78
9 東勢湖坑	0.30	3,604.23	0.72
10 雙溪子	12.64	65,807.83	13.15
11 暗坑	3.98	15,910.83	3.18
12 吊狗坑	0.43	2,258.97	0.45
13 石挾坑	0.34	2,022.73	0.40
14 東膏蚋坑	1.07	6,938.64	1.39
15 竹子坑	0.00	0.00	0.00
總計	91.11	500,355.49	100.00

資料來源：本計畫分析

三、計畫區土砂流出量推估

1. 泥砂運移控制點決定

本計畫區土砂運移分析之控制點，選定烏山頭水庫主流匯入庫區處為主流控制點，並以各集水分區之土砂生產量及各控制點之輸砂能力探討土砂運移情形。

2. 河道輸砂量推估

為達到控制上游土砂下移，必須先計算各集水分區土砂流出量，進而緩和河床坡度以降低輸砂至下游能力並減低河道縱向淘刷等。

(1)本計畫主流將採用Schoklitsch公式推算各河段河床質輸砂能力，其公式如下：

$$Q_s = \frac{7000 \times S^{\frac{3}{2}}}{D^{\frac{1}{2}}} \times (Q - B \times q_e)$$

$$q_e = \frac{1.944 \times 10^{-5} \times D}{S^{\frac{4}{3}}}$$

式中， Q_s 為推移質輸砂量，kg/sec。

q_e 為單位河寬之推移質臨界啟動流量，cms/m。

Q 為河川流量，cms。

S 為河床坡降。

B 為河床斷面寬，m。

D 為推移質粒徑(mm)常以河床質 d_{50} 代表，惟在此粒徑別中，係以各砂礫群最大與最小粒徑之幾何平均值。

而支流部分則依據Takahashi平衡濃度公式(1982)，推求各種底床坡度下之輸砂平衡濃度，此公式可用於各種底床坡度下，求得輸砂平衡濃度，進一步計算輸砂量，惟此公式較適用於河床質以礫石、粗砂等粗顆粒為主的河道，結果詳表3-2-17與表3-2-18所示。

$$Cd_{\infty} = \exp(1.73 \ln \theta - 5.83)$$

式中：

Cd_{∞} ：體積濃度(m^3/m^3)

θ ：河道縱向坡度($^{\circ}$)

表 3-2-17 烏山頭水庫主流控制點輸砂能力一覽表

控制點名稱	河寬(m)	D50(mm)	qE(cms/m)	坡降	各重現期距輸砂能力(m^3)								平均年輸砂能力 $Q_s(m^3)$
					1.1年	2年	5年	10年	25年	50年	100年	200年	
烏山頭水庫主流匯入處	50	175	0.027	0.210	50,834	93,051	123,962	145,543	175,955	199,526	226,949	255,023	95,428

註：年平均輸砂能力=0.25*1.1年輸砂能力+0.35*2年輸砂能力+0.2*5年輸砂能力+0.08*10年輸砂能力+0.04*25年輸砂能力+0.015*50年輸砂能力+0.005*100年輸砂能力+0.01*200年輸砂能力

資料來源：本計畫分析

表 3-2-18 烏山頭水庫各支流控制點輸砂能力一覽表

控制點名稱	集水區面積 (m ²)	坡度 (°)	體積濃度 (m ³ /m ³)	各重現期距輸砂能力(m ³)								平均年輸砂能力 Qs(m ³)
				1.1年	2年	5年	10年	25年	50年	100年	200年	
1 烏山頭水庫主流	10,312,200	1.55	0.006	3,411	6,202	9,205	11,763	14,715	15,769	19,400	23,675	6,984
2 南勢坑	5,973,200	2.52	0.015	4,580	8,327	12,361	15,795	19,759	21,175	26,050	31,790	9,378
3 北勢坑	4,332,800	1.25	0.004	988	1,796	2,666	3,407	4,262	4,567	5,618	6,856	2,023
5 土埋坑	2,092,400	1.85	0.009	940	1,709	2,537	3,242	4,055	4,345	5,346	6,524	1,925
6 馬斗欄	5,187,100	3.25	0.023	6,176	11,230	16,669	21,300	26,645	28,554	35,129	42,869	12,647
7 猴洞頂	487,300	2.23	0.012	302	550	816	1,043	1,305	1,398	1,720	2,099	619
8 竹湖坑	3,377,800	1.12	0.004	637	1,158	1,719	2,196	2,747	2,944	3,622	4,420	1,304
9 東勢湖坑	723,600	2.16	0.011	425	773	1,147	1,466	1,833	1,965	2,417	2,950	870
10 雙溪子	3,070,200	2.75	0.017	2,738	4,978	7,390	9,443	11,813	12,659	15,574	19,005	5,607
11 暗坑	2,294,700	1.25	0.004	523	951	1,412	1,804	2,257	2,419	2,976	3,631	1,071
12 吊狗坑	1,012,600	1.86	0.009	459	835	1,239	1,583	1,981	2,123	2,611	3,187	940
13 石挾坑	572,500	2.08	0.010	315	573	850	1,086	1,359	1,456	1,791	2,186	645
14 東膏蚋坑	6,314,900	1.05	0.003	1,065	1,936	2,874	3,672	4,594	4,923	6,056	7,391	2,180
15 竹子坑	2,196,300	1.96	0.009	1,090	1,982	2,942	3,760	4,704	5,041	6,201	7,568	2,233

資料來源：本計畫資料分析整理

3. 泥砂下移量推估

依前述可知計畫區內各集水分區之年坡地沖蝕量及年平均崩塌量，其總和即為年平均土砂生產量。根據表3-2-17及表3-2-18所估算之輸砂能力計算年平均土砂生產量之下移量，其中因九重橋集水分區及庫區集水分區因屬主流管理分區，故本處將其推估之年土壤沖蝕量與年平均崩塌量視為完全下移至主流，而烏山頭水庫主流上游因有嘉南大圳越域引水，因本處未估算其所帶入之含砂量，故烏山頭水庫主流實際年平均土砂淤積量應較本計畫推估之值為高。

計畫區各主支流泥砂運移情形及流程如表3-2-19和圖3-2-5所示；由統計結果可知流出烏山頭主流進入水庫庫區之土砂約有254,799m³/年。

4. 計畫區土砂生產量推估驗證

依據所蒐集之烏山頭水庫淤積測量資料可知，自1978年至2004年間之年平均淤積量為553,555m³/年，而烏山頭水庫淤積來源包括：計畫區土砂生產量及庫區集水區土砂生產量兩部分，茲分述如下：

(1) 集水區年土砂下移量

由前述泥砂產量推估，可知計畫區年土砂下移至庫區量約有254,799m³/年。

(2)庫區年土砂生產量

本計畫估算烏山頭水庫庫區之土砂生產量(各集水分區之土壤沖蝕量及崩塌土砂下移量)約為321,279m³/年。

綜括以上集水區年土砂生產量及庫區年土砂生產量之年輸砂量之總和為576,058m³/年。與烏山頭水庫1978年至2004年之年平均淤積量約達553,555m³/年進行驗證，決果頗為相符。

表 3-2-19 烏山頭水庫各控制點土砂運移量計算表

控制點或集水分區	控制面積或集水分區面積(ha)	年坡地沖蝕量(m ³)	年平均崩塌量(m ³)	控制點年輸砂能力(m ³)	控制點土砂流出量(m ³)	河道平均年土砂淤積量(m ³)
1 烏山頭水庫主流	1,031.22	113,800	13,290	6,984	120,784	6,306
2 南勢坑	597.32	70,785	11,195	9,378	80,163	1,817
3 北勢坑	433.28	42,703	6,903	2,023	44,726	4,881
4 九重橋	190.91	15,185	2,360	1,529	25,114	-
主流控制點-烏山頭水庫主流匯入處	2,252.73	-	-	12,307	254,779	8,438
5 土埋坑	209.24	15,487	9,737	1,925	17,411	7,812
6 馬斗欄	518.71	75,427	34,433	12,647	88,074	21,787
7 猴洞頂	48.73	3,546	-	619	4,166	-619
8 竹湖坑	337.78	23,483	7,969	1,304	24,787	6,665
9 東勢湖坑	72.36	11,173	1,201	870	12,043	331
10 雙溪子	307.02	24,790	21,936	5,607	30,397	16,329
11 暗坑	229.47	12,779	5,304	1,071	13,850	4,232
12 吊狗坑	101.26	3,025	753	940	3,965	-187
13 石挾坑	57.25	1,816	674	645	2,461	29
14 東膏蚋坑	631.49	32,899	2,313	2,180	35,080	133
15 竹子坑	219.63	4,611	-	2,233	6,843	-2,233
0 庫區	853.64	33,485	48,717	48,717	82,202	-
烏山頭水庫庫區	5,839.31	-	-	-	576,058	-

資料來源：本計畫資料分析整理

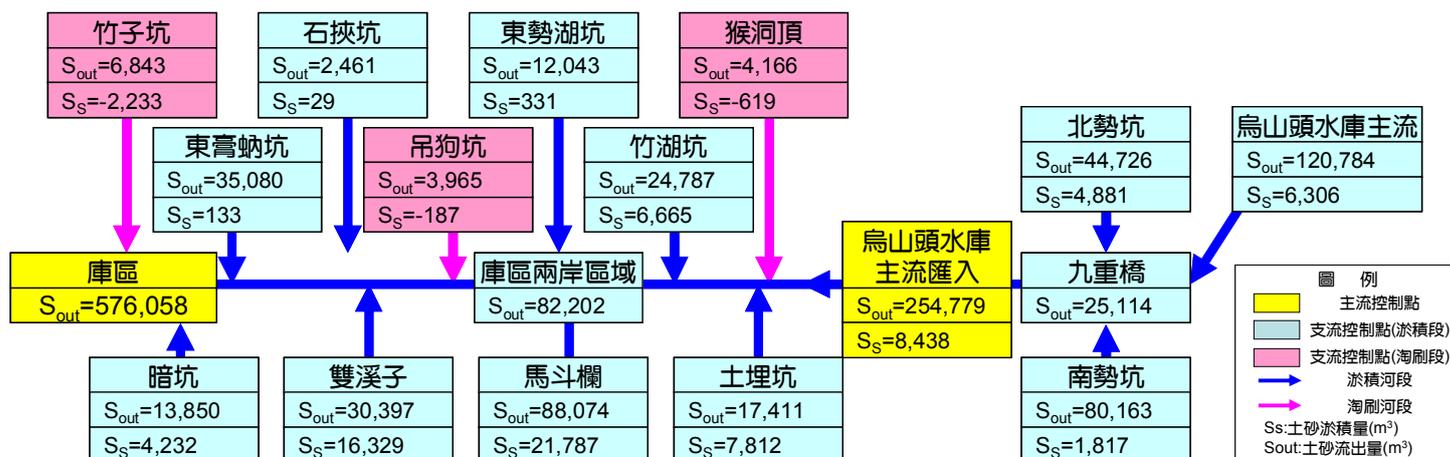


圖 3-2-5 烏山頭水庫土砂運移流程圖

3-2-3 水庫淤積量變化情形分析

烏山頭水庫自1930年完工以來，每年淤積量驚人，水庫有效容量節節下降，依據1939年及2004年之實測值計算結果(表3-2-20及圖3-2-6)，在曾文水庫1974年完工之前，烏山頭水庫從1930年至1973年累積年平均淤積量約116.8萬立方公尺/年，淤積情形相當嚴重；曾文水庫完工之後，烏山頭水庫從1978年至2004年累積年平均淤積量約55.3萬立方公尺/年顯示淤積量已受到控制，但目前水庫庫容只剩下原來52.4%，故後續需辦理相關防砂壩清淤計畫，以增加烏山頭水庫之使用年限。

表 3-2-20 烏山頭水庫歷年淤積統計表

測量 年月	淤積期間			水庫容積	清淤量	淤積量	期間年平均淤積量	累積淤積量	累積年平均淤積量
	起迄年	年數	累積年數	立方公尺	立方公尺	立方公尺	立方公尺/年	立方公尺	立方公尺/年
19/5	-	-	-	154,158,000		-	-	0	0
28/2	19~28	9	9	137,863,000		16,295,000	1,810,556	16,295,000	1,810,556
33	28~33	5	14	128,013,000		9,850,000	1,970,000	26,145,000	1,867,500
41	33~41	8	22	119,900,000		8,113,000	1,014,125	34,258,000	1,557,182
49/9	41~49	8	30	118,160,000		1,740,000	217,500	35,998,000	1,199,933
52	49~52	3	33	113,280,000		4,880,000	1,626,667	40,878,000	1,238,727
62/8	52~62	10	43	103,930,000		9,350,000	935,000	50,228,000	1,168,093
67/4	62~67	5	48	95,311,000		8,599,000	1,723,800	58,847,000	1,225,979
71	67~71	4	52	84,500,000		10,831,000	2,702,750	69,658,000	1,339,577
73	71~73	2	54	84,050,000		450,000	225,000	70,108,000	1,298,296
75	73~75	2	56	83,759,000		291,000	145,500	70,399,000	1,257,125
82/5	75~82	7	63	94,762,000	-11,003,000	-	-	-	-
86/9	82~86	4	67	89,109,000		5,653,000	1,413,250	76,052,000	1,135,104
93	86~93	7	74	80,850,000		8,259,000	1,179,857	84,311,000	1,139,338
98	93~98	5	79	78,082,225		2,767,775	553,555	87,078,775	1,102,263

資料來源：烏山頭水庫淤積測量資料(98年資料為曾文水庫完工之後年平均淤積量進行推估)

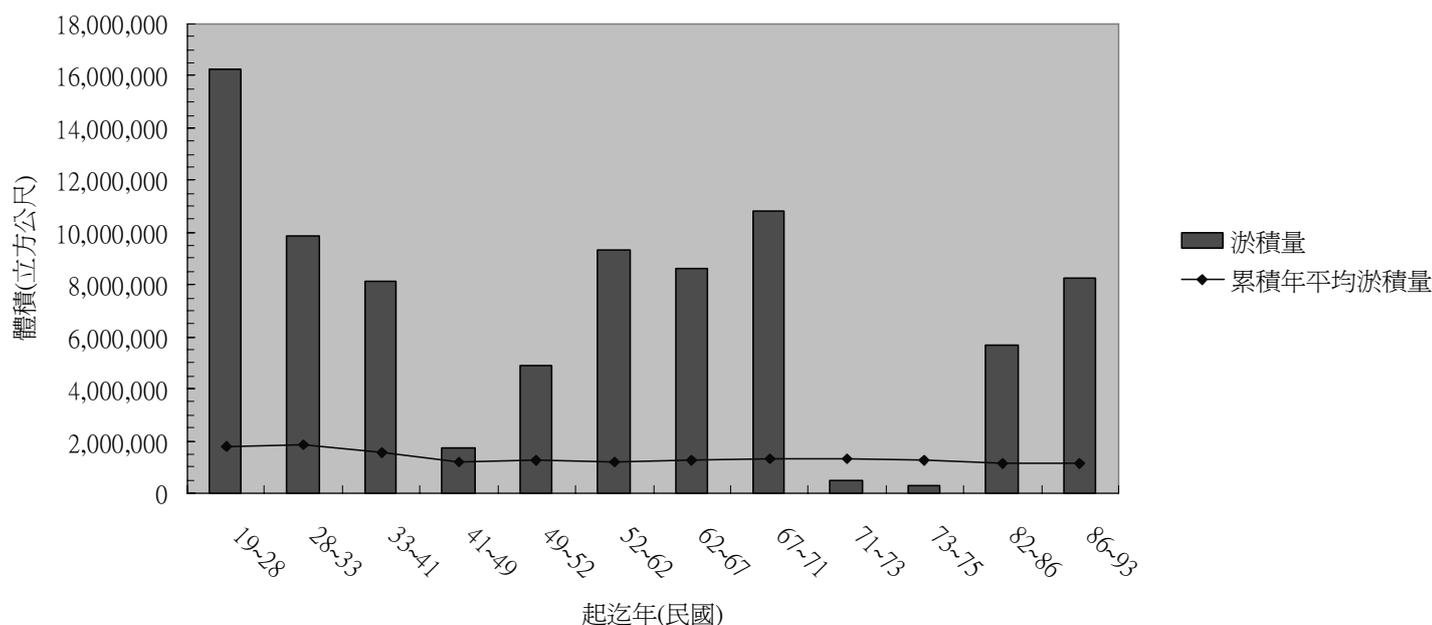


圖 3-2-6 烏山頭水庫歷年淤積統計圖

3-2-4 水質分析

水庫優養化是近年來先進國家開始警覺並試圖解決之問題，其原因是水源受到了氮磷之污染，造成水庫內藻類大量繁殖，蓄水水質惡化，嚴重影響了水庫之功能與價值。而不虞匱乏之可用水量及良好之水質是現代化國家重要的指標之一，然水庫及其集水區水質污染防制需藉由調查、分析保護區內之各項污染源與污染量，再依據實際或推估之污染負荷量及水文、地文等資料，以水質模式進行分析、推估水體（河川或水庫）的涵容能力後，應用模式作為評估之工具，研擬水庫及其集水區水質污染防制計畫。

行政院環保署利用卡爾森優養指標（簡稱CTSI）作為水庫水質優養程度的指標。CTSI係以水中的透明度（SD）、葉綠素a（Chl-a）及總磷（TP）等三項水質參數之濃度值進行計算，再以其計算所得之指標值，判定水庫水質之優養程度，判定之準則如右表所示，公式如下：

$$TSI(\text{Chl.a})=9.81 \times \ln(\text{Chl.a})+30.6 \quad \dots (1)$$

$$TSI(\text{SD})=60 - 14.4 \times \ln(\text{SD}) \quad \dots (2)$$

$$TSI(\text{TP})=14.42 \times \ln(\text{TP})+ 4.15 \quad \dots (3)$$

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

式中：Chl.a=葉綠素a濃度(ppb)；SD=透明度(m)；TP=總磷濃度

(ppb)。CTSI為(1)~(3)式各值之平均，即(4)式所示：

$$CTSI = \frac{TSI(Chl.a) + TSI(SD) + TSI(TP)}{3} \dots\dots(4)$$

台灣地區之部分水庫確已存在優養化問題或正加速優養化，亟待研擬相關水污染防治措施，並對尚未優養化之水庫加強防範。

對於水庫集水區水污染防治，可分為兩方面，一為點源污染，另一為非點源污染。以下針對水庫水質、點源及非點源污染、總污染量等之調查及推估作詳細之說明：

一、歷年水質監測結果

在水庫水質方面，本計畫蒐集行政院環保署2004年~2008年(近五年)所做之歷年水質檢驗報告以進行分析，根據行政院環保署所公布之水庫水體水質檢驗資料顯示，環保署於烏山頭水庫設立5個水質檢驗站(如圖3-2-7)，以下針對烏山頭水庫之檢驗結果做一說明：

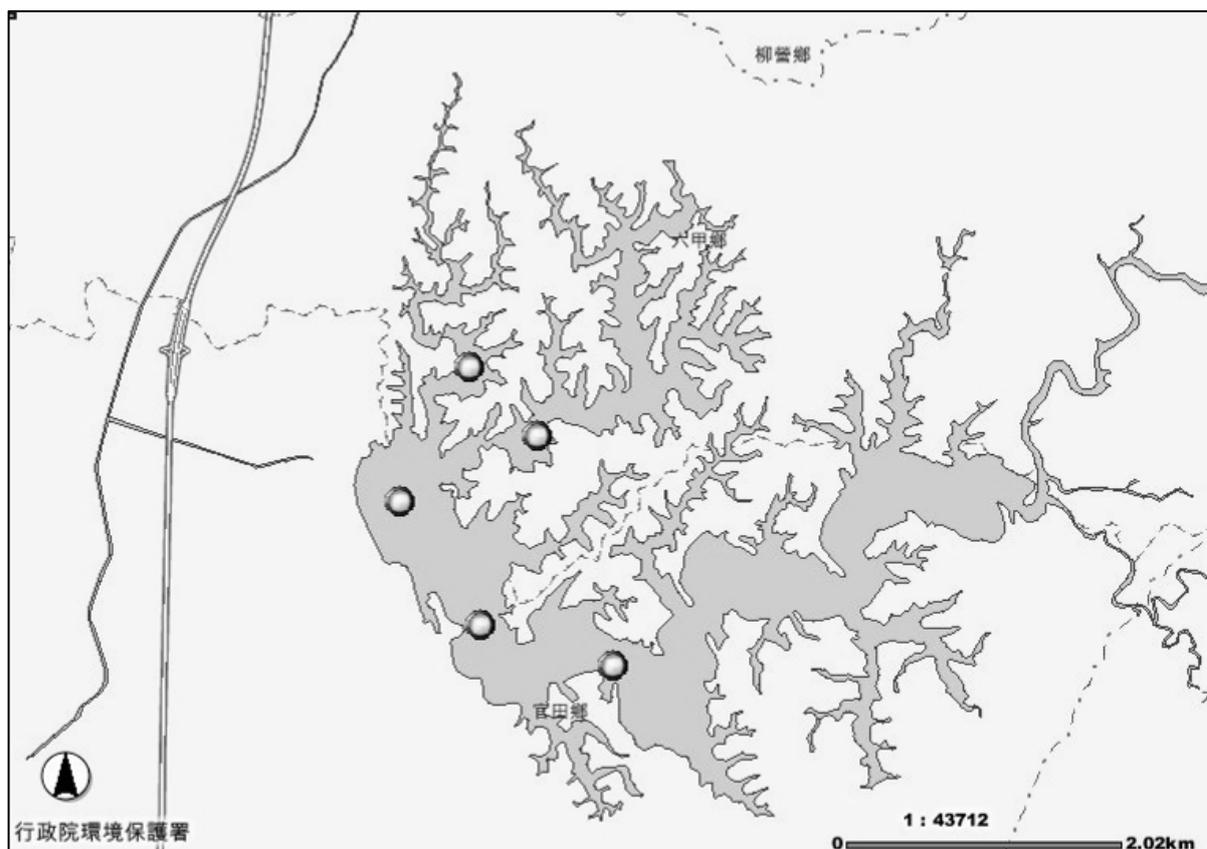


圖 3-2-7 烏山頭水庫環保署水質測站位置圖

烏山頭水庫近五年水質監測結果如圖3-2-8所示，水質狀況介於優養、普養及貧養均有，以普養佔大部分。

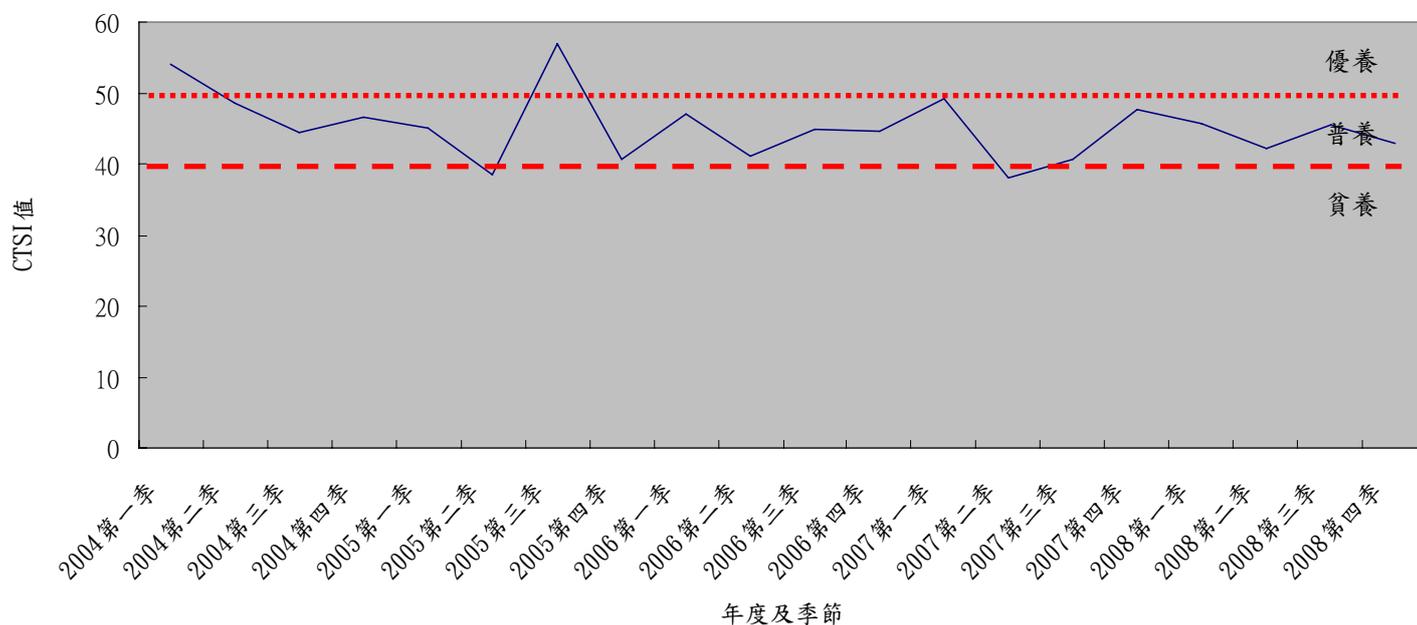


圖 3-2-8 烏山頭水庫近五年水質監測結果圖

二、點源污染調查及污染量推估

本節針對計畫區內主要點源污染，如生活污水、畜牧污水、事業廢水及遊憩污水等進行推估。首先，蒐集計畫區內行政區最新之相關統計數據，再依據各集污分區涵蓋之範圍，合理推估計畫區內點源污染量之分布。

(一)家庭污水

家庭污水量與污染量的推估方式，通常是以每人每日產生的單位污水量及污染量乘以人口數而得，一般推估程序是推估計畫區內人口資料，再統計每人每日用水量資料，參考相關用水及污水量比值與每人每日污染量資料，依此擬定每人每日污水量與污染量，以推估家庭污水量與污染量。

1.人口推估

在人口推估方面，烏山頭水庫集水區人口約3,269人。

2.污水量推估

家庭污水乃是由家庭用水所產生，每人每日污水量與每人每日用水

量幾乎成正比關係，故一般污水量的推估均以用水量為基準乘以一適當係數而求得，自來水公司統計每人每日用水量平均為237升，本計畫乃採用此數據做為每人每日污水量之推估基準。

有關污水量與用水量之比值，相關單位在台灣地區執行調查研究，污水量與用水量之比值範圍多在0.7~0.9之間，而大部分地區均採用0.8比值來推估每人每日污水量。因此本計畫建議污水/自來水比值採用0.8作為用水量轉換為污水量之關係係數。

3. 污染量推估

經由前述兩項的推估之結果，將每人每日污水量與污染濃度及人口數相乘即可得計畫區域內污染產生量，所推估之家庭污水量如表3-2-21所示。

表 3-2-21 各水庫生活用水及污水量推估

水庫別	集水區人口(人)	生活用水量(CMD)	污水量(CMD)
烏山頭水庫	3,269	774.75	619.80

資料來源：本計畫推估整理

根據日本下水道協會「各流域下水道整備綜合計畫調查方針及解說」(內政部營建署，1995年)，建議每人每日污染量總磷為1.8克，總氮為12克，另於「水庫集水區污染源之調查評估」(前經濟部水資源局，2001年)，則使用每人每日污染量總磷為2克，總氮為12克，本計畫參考上述計畫中每人每日污染量後，決定採用每人每日污染量總磷為2克，總氮為12克，再以總氮來估計氨氮；根據相關文獻指出(Metcalf Eddy, 1999)，家庭污水中氨氮的轉化約佔總氮的60%，故每人每日污染量氨氮採用值為7.2克，另外「曾文溪流域水污染防治規劃」(台灣省環境保護局，1987年)報告書中BOD及SS皆採用每人每日40克。

依據上述原則估算烏山頭水庫污染源：總磷2.39公噸、氨氮8.59公噸、BOD及SS均為47.73公噸。

(二) 工業廢水

根據經濟部商業司及台南縣政府之最新資料及現地調查顯示，烏山頭水庫集水區內並無設立工廠，因此不考慮工業廢水之推估。

(三) 畜牧廢水

根據現地調查並無發現烏山頭水庫集水區內有養豬戶，因此不考慮畜牧廢水之推估。

(四)遊憩污水

烏山頭水庫屬觀光區，假日或平常時常吸引人潮前往休閒遊憩，故有遊憩污染之產生。本計畫蒐集交通部觀光局2005~2008年之烏山頭水庫集水區旅遊人口統計資料如表3-2-22所示，並依據遊憩污水之相關文獻：總磷採用值為0.5克，氮氮則為2.9克，BOD及SS各為4.5克進行推估。烏山頭水庫旅遊人口一年平均約為190,178人次，其中以2月為最多，平均高達23,829人次，推估烏山頭水庫集水區每年旅遊人口所造成之總磷為0.10公噸，氮氮污染量為0.55公噸，BOD與SS各為0.86公噸。

表 3-2-22 烏山頭水庫集水區 2005~2008 年觀光人數統計表

年\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	總計
2005年	8,537	29,310	13,773	16,007	20,174	12,715	32,395	25,364	15,776	27,212	19,925	17,890	239,078
2006年	15,655	23,507	11,189	16,714	15,754	11,973	20,731	22,533	14,815	42,295	12,743	16,995	224,904
2007年	5,350	27,400	7,473	12,738	12,200	12,174	22,195	10,694	12,463	9,683	11,367	13,072	156,809
2008年	3,720	15,098	11,146	11,480	9,719	7,063	15,131	18,042	7,245	14,991	13,218	13,067	139,920
平均	8,316	23,829	10,895	14,235	14,462	10,981	22,613	19,158	12,575	23,545	14,313	15,256	190,178

資料來源：交通部觀光局台灣地區旅遊人數統計資料(單位：人)

(五)集水區點源污染總量分析

針對計畫區之點源污染量，經由對環境背景資料之調查掌握及上述點源污染推估，烏山頭水庫集水區之點源污染為家庭污水及遊憩污水，彙整如表3-2-23所示。

表 3-2-23 烏山頭水庫集水區點源污染推估結果

污染別	總磷(公噸/年)	氮氮(公噸/年)	BOD(公噸/年)	SS(公噸/年)
家庭污染量	2.39	8.59	47.73	47.73
遊憩污染量	0.10	0.55	0.86	0.86
總計	2.49	9.14	48.59	48.59

資料來源：本計畫推估整理

三、非點源污染調查及污染量推估

(一)非點源污染定義

非點源污染乃相對於點源污染而言。家庭污水及事業廢水污染源都

有集中且明確的產生與排放地點，因此稱為點污染源（point source），而其所造成的污染稱為點源污染（point source pollution）。其主要的控制方法是將污水收集處理，使其符合放流水標準後排放至承受水體。地面水體另一型態的污染來自降雨，在降雨期間雨水淋洗地面，將晴天時累積於地面的污染物沖刷進入水體，尤其久旱之後第一次暴雨或每次降雨前幾十分鐘所排的水，常含有可觀之污染物，這些污染物包括高濃度之BOD、沉澱物、營養鹽、有毒物質、農藥、細菌及鹽類等，此一現象稱為初始沖刷（first flush）。非點源污染主要來源有林區、礦區、建築區、都市區、農地、茶園等之暴雨逕流。由於這一型態的污染乃伴隨著降雨全面性地產生，沒有集中而明確的發生地點，因此稱為非點源污染（nonpoint source pollution），其污染之發生源頭稱為非點源污染源（non-point source）或分散性污染源（diffused source of pollution）。非點源污染的產生機制及污染特性與點源污染不同，因此污染控制所採行的策略亦不相同。

(二)非點源污染產生過程

在非點源模式中，較常模擬的非點源污染項目有、氮、磷、COD、農藥及重金屬等，因此在管制的項目上以氮、磷為重點，避免水庫水質優氧化，而氮、磷的傳輸大部份是依賴沉澱來傳送的。以下將介紹氮與磷的傳輸。

1.氮的傳輸

氮在土壤中的傳輸主要分為滲淋、沖蝕和降雨逕流三種方式。

(1)滲淋作用（Leaching）：

滲淋作用是藉由水在地表下的擴散作用與傳流作用把污染物往下帶動的情形。滲淋的主要形式為氮滲入至地下水，並隨著地下水在大部分土壤中移動。土壤中 NO_3^- 帶負電荷被帶負電的土壤黏土礦物表面相斥，所以 NO_3^- 會融入水中。影響溶解性 NO_3^- 傳輸的因素有很多，不同的土壤與不同的地區皆會有明顯的影響，甚至相鄰很近的兩個地方。

(2)沖蝕作用（Erosion）：

氮進入水體主要是伴隨著水沖蝕土壤所造成的。簡而言之，水沖蝕土壤包含雨滴或表面逕流水的分離（detachment）、運移（transport）

及沉澱 (deposition)。沖蝕作用有時會使沉積物在未進入承受水體前產生幾毫米的位移，有些則會移動很遠的距離。土壤沖蝕對於氮的移動佔了很大的影響，原因是因為 NH_4^+ 會吸附在黏土和比較細小的土壤顆粒表面上或以有機氮的形式吸附在含有機質的土壤表面，隨著地表逕流和溶解在水中的 NO_3^- 一起沖至承受水體內。在逕流中或懸浮載的氮含量比土體的含氮量還要高。這樣的差異用滋養係數 (enrichment ratio, ER) 稱呼。懸浮載滋養的時機發生於漫地流及渠道流中微粒在懸浮時與較大微粒再沉降時。

(3) 降雨逕流 (Runoff)：

降雨逕流量的大小猶如滲淋作用一般取決於降雨量、降雨延時和土壤的特性。若為低逕流特性的土壤通常是有比較高的入滲率，這類土壤的組成往往為深層易排水的砂或礫石所組成的土層。相對的，若為高逕流特性的土壤至少必含有一項以上的下列數種情況：具膨脹特性的粘土層、高的地下水位、硬質地的地形、在地表附近有一層粘土層或不透水層等情況。此外地形也是重要影響的因素，地表的坡度越陡，地表的逕流量越大，逕流速度越快，這對土壤的沖蝕有很大的影響。

2. 磷的傳輸

磷的傳輸主要是以逕流的方式傳送溶解性磷和吸附在微粒上的磷 (粒狀磷)。粒狀磷被吸附於土壤微粒與有機質當中，並且為耕地主要流失磷的來源 (達75~90%)。在草地或林地則溶解性磷則佔主要的部份。其主要的傳輸方式也分為滲淋、沖蝕與降雨逕流三種方式。

(1) 滲淋作用：

當降雨發生時，滲入土壤內的雨水會將土壤中的磷因為深層土壤磷的含量比較少而帶到更底層的土壤。但是若土壤是含有大量有機質或是泥質性土壤則有機質會隨著磷和鐵、鋁離子一起往下入滲，減少磷被土壤吸附的量。

(2) 逕流和沖蝕作用

粒狀物磷主要藉由降雨所造成的土壤沖刷和雨水逕流兩種形式移動，降雨量愈大，延時愈久，土壤沖蝕量愈多粒狀磷的總量就愈多。

當降雨發生時，雨水會沖擊土壤表面，若土壤的表面沒有很好的覆蓋或保護，很容易造成土壤脫離母體，脫離的土壤又會隨著雨水逕流行搬運作用被帶至遠方。這種土壤沖蝕主要是發生在表土1~5公分處。溶解性磷主要也是藉由逕流作用移動，雨水逕流會把土壤中還未被植物吸收、溶解於土壤水或不溶於土壤水的磷沖出，之後便隨地表逕流流至遠方。因此地表逕流水中磷的濃度就和土壤中含磷的量有密切的關係，尤其和表土5公分土壤中含磷的量有相當大的關係。隨著降雨量愈大，土壤中被沖出的磷的總量愈多，不過土壤中溶解性的磷有限，因此被沖出來的量會愈來愈有限，因此隨著降雨延時的增加，其所佔的比例會漸漸變小。

(三)非點源污染量推估

非點源污染量的推估，主要可分成三種推估方式；以單位污染負荷的方式推估污染量；以直接測量法的方式推估污染量；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)，是表示一地區單位土地面積在單位時間的污染排出量，其單位一般為kg/ha-yr若已有集水區各類非點源的單位污染負荷及各非點源所佔土地面積資料，可快速推估該集水區的長期平均非點源污染量。由於本計畫期程不長，故採用本法以推估烏山頭水庫集水區的非點源污染量。

單位污染負荷法乃結合土地利用分類以決定整個地區排入承受水體的污染量，因為土地利用分類不能直接反映當地的地質、地形、氣象及水文特性等，所以採用間接推估污染負荷的方法不可避免的有較大的誤差存在。某種土地利用的負荷量，為該種土地利用類型的單位負荷乘以該種土地利用的總面積，而總污染負荷則為集水區內各種土地利用負荷相加而得，如下式所示：

$$L = \sum X_i A_i$$

式中 L：集水區內各種土地利用的每年污染負荷總量(kg/yr)

X_i ：第*i*類土地利用的單位負荷 (kg/ha-yr)

A_i ：集水區內第*i*類土地利用總面積(ha)

本計畫利用現況調查判釋以了解烏山頭水庫集水區內之不同土地

利用型態，並且根據不同土地利用形態之單位面積污染輸出係數如表 3-2-24，及各集水區內之土地利用面積推估非點源之負荷量，並將各集水區內之污染負荷量累加，即為烏山頭水庫集水區之非點源污染量，推估結果如表 3-2-25。

表 3-2-24 各種土地利用型態單位面積污染輸出係數表

土地利用型態	總磷	總氮	BOD	懸浮固體
	(kg/ha/yr)	(kg/ha/yr)	(kg/ha/yr)	(kg/ha/yr)
林地	0.2	3	5	85
社區	5	8.5	50	460
茶園	4	26	5.5	104
果園	4	26	18	129.4
農地(水稻)	0.3	2.25		
草生地(旱作什物)	0.2	0.74	2.7	58.6
其他	0.4	1		

資料來源：1.(水稻)總氮資料引自林家正,1992。
2.(水稻)總磷資料引自環保署,1994。
3.其他資料引自張尊國等 1996,與陳鶴文等 1998。
4.經濟部水資源局，水庫集水區污染源調查報告。

表 3-2-25 烏山頭水庫非點源污染量推估表

土地利用型態	林地	社區	茶園	果園 (含竹林及檳榔)	農地	草生地、墓地、旱田、荒地及崩塌地	其他	水體	小計
面積(ha)	900.47	57.87	0.00	3,619.53	0.07	283.28	0.00	962.78	5,824.00
集水區總磷輸出量(ton/yr)	0.18009	0.28935	0.00000	14.47812	0.00002	0.05666	0.00000	—	15.00424
集水區總氮輸出量(ton/yr)	2.70141	0.49190	0.00000	94.10778	0.00015	0.20963	0.00000	—	97.51087
集水區BOD輸出量(ton/yr)	4.50235	2.89350	0.00000	65.15154	—	0.76486	—	—	73.31225
集水區懸浮固體輸出量(ton/yr)	76.53995	26.62020	0.00000	468.36718	—	16.60021	—	—	588.12754

資料來源：本計畫推估整理

四、總污染量推估

為確實有效控制並管理水庫集水區之污染問題，水庫管理單位除應進行集水區污染管制並建立完善之地理資訊資料庫之外，更應在管理系統中增加水質分析之功能。

Vollenweider's Formula係假設水庫水體為完全混和之狀態，因此可簡化為一個零維度(Zero dimension)的水質模式，該模式可建立單一營養鹽(如磷)與水庫優養狀態之關係，在工程應用上較為簡便亦不失去其準確性。基於水質分析及污染量管理層面之考量，本計畫應用該模式進行總磷濃度之推估外，也針對各水庫集水區之污染負荷削減量做一通盤之建議與檢討。

(一)水庫內總磷負荷量

本計畫以簡化零維模式Vollenweider Model作為水庫水質優養分析工具，此模式乃利用質量平衡方法，將水庫視為一個完全混合水體，考慮污染物質之流入、流出、沉降與消失，可求得水域中之平均總磷濃度，對水庫水質作一初步探討。

湖泊水庫之優養受下列因素之影響：(1)太陽幅射；(2)水體之幾何性質(例如表面積、底部面積、水深、體積)；(3)流量、流速、延散；(4)水溫；(5)養份(磷、氮、矽)；及(6)浮游植物(葉綠素a)等。

Vollenweider 模式(1968)為零維總磷質量平衡模式，此模式通常以模擬總磷為主，假設：(1)湖泊、水庫為完全混合水體，(2)穩定狀態(steady state condition)，代表年或季節平均情況，(3)水體之限制營養源為總磷，並以總磷來判定水體之優養等級。

利用質量平衡之原理，總磷之模式可以下式代表，如圖3-2-9所示：

$$V \frac{dp}{dt} = W - K_s pV - Qp$$

上式中， V = 固定之水體體積 [L³]

p = 總磷濃度 [M/L³]

t = 時間 [T]

W = 總磷負荷 [M/T]

K_s = 磷沉降係數 [1/T]

Q = 出流量 [L³/T]

在定常狀態考慮濃度不隨時間改變之情況下， $dp/dt=0$ ，得到下式，

$$P = \frac{W}{Q + K_s V}$$

將烏山頭水庫之各項水理及水質資料（水庫操作紀錄及環保署台灣地區主要水庫水質監測計畫監測結果）代入Vollenweider總磷平衡方程式中，得到2005~2008總磷之年平均負荷量如表3-2-26所示。

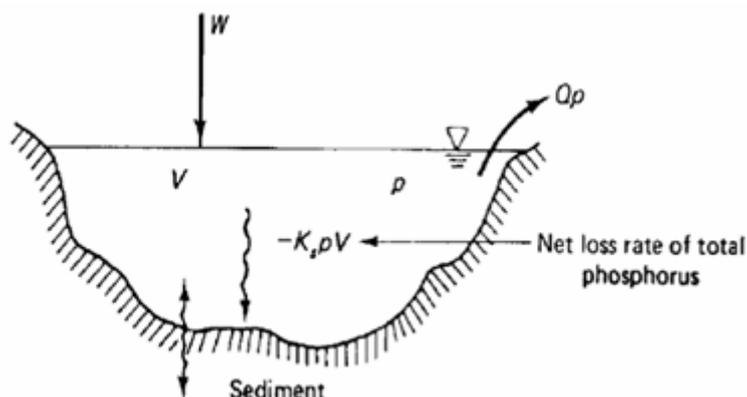


圖 3-2-9 總磷在一完全混合水體之平衡示意圖

表 3-2-26 烏山頭水庫 2004~2008 年總磷之年平均負荷量表

年	水位(m)	水深(m)	Ks	流量(m ³)	蓄水容積(m ³)	磷濃度(mg/m ³)	磷負荷量(kg)
2004	52.35	28.25	0.35	573,450,995	38,500,000	20.07	11,782.68
2005	55.85	31.75	0.31	811,586,681	64,120,000	21.00	17,467.42
2006	55.83	31.73	0.32	871,324,300	63,960,000	20.75	18,498.25
2007	55.93	31.83	0.31	846,706,200	64,760,000	24.54	21,277.45
2008	56.65	32.55	0.31	857,411,900	70,730,000	19.54	17,178.43
年平均	55.32	31.22	0.32	792,096,015	60,414,000	21.18	17,240.85

資料來源：本計畫分析

(二)水庫總汙染量來源分析

由上述點源及非點源汙染量推估結果顯示，烏山頭水庫集水區產生之總磷每年約為17.53公噸(點源汙染總磷量2.49公噸、非點源汙染總磷量15.04公噸)。與Vollenweider模式推算結果，烏山頭水庫集水區產生之總磷每年約為17.24公噸結果頗為相符。

由此可知，烏山頭水庫之汙染多為非點源汙染所造成，故需針對各集水區推動非點源汙染管制，包括：結構性BMPs(草溝、緩衝帶)及非結構性BMPs(土地利用管制、遊憩區規劃、垃圾處理、住戶簡易型汙水處理設備、風景區清掃...等)，本計畫提出之水質保育計畫請詳4-12節內容。

第四章 整體治理規劃對策

4-1 規劃理念、治理目標與對策之原則擬定

4-1-1 規劃理念

本計畫之規劃理念，係先蒐集計畫區基本資料(括地質、土壤及水文資料等)進行詳細現地調查，以瞭解其過往災害原因、保全對象位置，並與地方代表、居民進行治理工程內容之溝通。另外也進行水文及計畫區泥砂產量等相關分析，透過上述調查、分析之成果來充分掌握計畫區特性，訂定計畫區合理產砂量，並配合水庫管理單位，針對水庫蓄水範圍及緩衝帶，據以擬定整體分年分期治理計畫。

另，經現勘調查計畫區發現，在集水區四周坡地野溪與蝕溝因坡面沖蝕嚴重，常有大量土砂淤積，部分產業道路受到野溪襲奪及崩塌地影響而嚴重損壞，此外集水區內仍有多處崩塌地，因此後續將積極進行整體治理調查規劃，希望達到抑止泥砂下移降低流域內之自然災害，減輕水庫淤砂情形。

4-1-2 治理目標與對策之原則擬定

- 一、依據災害防救法、水庫蓄水範圍使用管理辦法、森林法、森林法施行細則、森林保護辦法、水土保持法、水土保持法施行細則及水利法，進行上游國有林地治理及建議管理措施，配合中、下游之山坡地保育區及水庫庫區之治理措施，以達成上、中、下游整體治理之規劃。
- 二、依據水土保持技術規範、水土保持手冊之各項保護標準與設計要求，並配合泥岩地區適用工法進行規劃。
- 三、針對災害區位(包括野溪、崩塌地、土石流潛勢溪流及道路水土保持)，因地制宜，以工程措施(硬性與軟性構造物)進行災害復舊，促進植生基礎穩固，減少泥砂生產淤積，保障區域安全。
- 四、災害防治整體化：為有效防治因氣候、地震等天災造成日益嚴重的山崩、落石與土石流等災害，本計畫以水庫集水區為一整體性治理單元，統合各主管機關於集水區內依實際需要除辦理崩塌地處理、野溪治理、道路水土保持、森林經營管理與土石流潛勢溪流等工作外，期以整體性之災害防治，解決水庫集水區之問題。

五、水庫發展永續化：為使現有水庫長久經營，解決嚴重的水庫淤砂問題實為首要任務，本計畫擬藉由集水區之水土保持治理工程，針對水庫淤砂嚴重問題進行整治，並配合集水區內相關權責單位，具體掌握集水區問題所在及泥砂來源。

4-2 野溪、蝕溝治理

4-2-1 治理原則

本計畫集水區歷年來並無淹水災害，據調查結果，溪流主要災害情形為沿岸道路基礎沖刷，以及區域道路上邊坡沖蝕等，有鑑於本集水區係以涵養水源、保護水質、水量為目標，因此不宜過度溪流整治。

溪流整治一般可概分為護岸設施及橫向構造物(固床工、潛壩等)，基於本計畫集水區之特性，溪流治理可依下列原則：

- 一、野溪治理除與既設銜接者必須儘量採取同形式的斷面外，其餘新設部分則儘可能以整體自然工法規劃設計，仍須以構造物安全為優先考量。
- 二、設計之各種工法，在選用及施作前應事先調查工址之現況及水理計算，根據計算成果配合地質狀況選擇合適斷面(詳圖4-2-1)，並詳估工程構造物失敗可能造成之潛在性災害。於災害風險較低之工址，可採用柔性、多孔、低矮之工程設計。反之，對於高流速、陡峭、易滑動、土壓大之不穩定河岸則必須採用剛性、實心、大規模之防災構造物。
- 三、設計時須考量現地特性，若有有凹岸淘刷或既有護岸有基礎淘刷，新建工程應加深基腳及其保護工。
- 四、重視工程周邊環境改善—於工程周邊可利用土地，適度配置緩衝帶，使其達到過濾泥砂、過濾化學污染物、穩定溪岸、景觀美化、棲地改善、降低噪音、攔截雨滴與促進地表逕流入滲之功效。
- 五、避免野溪渠道化—因整治工程受限於土地權屬，並配合水文分析斷面，僅考慮護岸保護，缺考量生態環境新思維，而造成混凝土使用過量，因此本計畫研提相關措施如下：
 - 1.以深基礎之橫向構造物控制流心，減少兩岸沖刷，並取代護岸，達到避免渠道化之要求。
 - 2.以綠帶作為順向構造物，藉由植物根力達到保護河道兩岸。

3.利用緩坡化及多孔隙化，改善現有渠化野溪。

4.採用天然順向構造物—利用河岸礫石抗沖保護河岸。

4-2-2 治理對策

因此溪流治理工程之規劃設計，在以安全為導向之原則下，應充分考慮對生態環境之影響，整治完成後應使其衝擊減少至最低程度，包括：計畫流量、計畫河寬、計畫堤頂高、計畫河床坡度、計畫水深等規劃原則，而本計畫採用之溪流治理之對策包括：

- 一、計畫流量：依「水土保持技術規範」合理化公式估算重現期距50年之流量為設計基準。
- 二、計畫河寬：應以滿足計畫流量之斷面寬度為主，如現場已有既設構造物護岸則應考量銜接上、下游斷面寬度決定之。
- 三、計畫堤頂高：必要之河段以計畫洪水演算洪水位，採計畫洪水位加1.0m之出水高為計畫堤頂高。
- 四、在安全及經費方面許可下，護岸型式可以採用生態工程以配合當地之自然生態環境(以魚類為主要考量)，護岸型式採原型石或箱籠等近自然生態護岸，另依據凹岸沖刷深度分析結果設置基腳。
- 五、崩塌、沖蝕嚴重及淤積河段，施設防砂工程，除防止砂石下移外，並可兼具洪峰滯延之功效。

工法名稱	設計圖說	完成照片	適用地區
石籠護岸			泥岩或非泥岩區均可適用
工法特性			
<p>1. 石籠在編成六角狀之鉛絲籠中填入石塊之工法，一般以鉛絲編成一盒狀物後，放置於施作地點。</p> <p>2. 河岸穩定性高、生態、景觀效果佳。</p> <p>在泥岩地區，石籠護岸為一良好工程界面，後方泥岩若遇豪雨沖蝕，細粒料可進入石籠內，提供植物生長基材。</p>			
工法名稱	設計圖說	完成照片	適用地區
混凝土生態砌石護岸			非泥岩區適用 (若用於泥岩區需減少堤後泥岩挖方，並加深基礎深度)
工法特性			
<p>1. 採用混凝土砌塊石，可充分利用現地塊石。</p> <p>2. 混凝土構造物可抵抗流速較高，並可抵抗凹岸沖刷。</p> <p>設置時需先將後方風化土層(包括泥岩)先去除，混凝土構造物才可充份貼於邊坡，而護岸頂部亦需覆土，儘量減少逕流滲入混凝土與後方岩壁。</p>			
工法名稱	設計圖說	完成照片	適用地區
混凝土造型模板護岸			非泥岩區適用 (若用於泥岩區需減少堤後泥岩挖方，並加深基礎深度)
工法特性			
<p>1. 採混凝土護岸，可抵抗水流流速高，亦可抵擋塊石撞擊。</p> <p>2. 仿塊石造型，可融入現地景觀。</p> <p>護岸坡度較陡，所需工程用地較少。</p>			

圖 4-2-1 野溪及蝕溝護岸治理工法圖

混凝土防砂壩	完成照片	土壩	完成照片
<p>工法特性： 適用溪床坡度陡峻，上游仍有大量不安定土砂淤積之環境，另溢流口部分可採用砂灰混凝土，可有效抵抗磨損</p>		<p>工法特性： 以泥岩之不透水性因地制宜取材，挖取泥岩構築土壩。</p>	
階段式固床工	完成照片	踏步式固床工	完成照片
<p>工法特性： 考量本計畫區內野溪坡度較陡，階段式固床工能保護河床避免縱向繼續刷深。</p>		<p>工法特性： 後堀溪流亦亦有應用，現地成效良好，開口亦可供魚類迴游。</p>	
開口式固床工	完成照片	斜坡式固床工	完成照片
<p>工法特性： 1.防止河床被淘刷穩定坑溝，防止流心偏離使河道保持固定，降低河水流速。 2.中央開口處可供魚類迴游。 3.發揮縱向生物廊道之功能。</p>		<p>工法特性： 1.石塊間隙可創造多孔隙的棲地環境。 2.增加曝氣效果，提高水中溶氧量，加強河川自淨能力。 3.完工後具有自然的景觀。</p>	

圖 4-2-2 野溪防砂壩及固床工整治工法圖

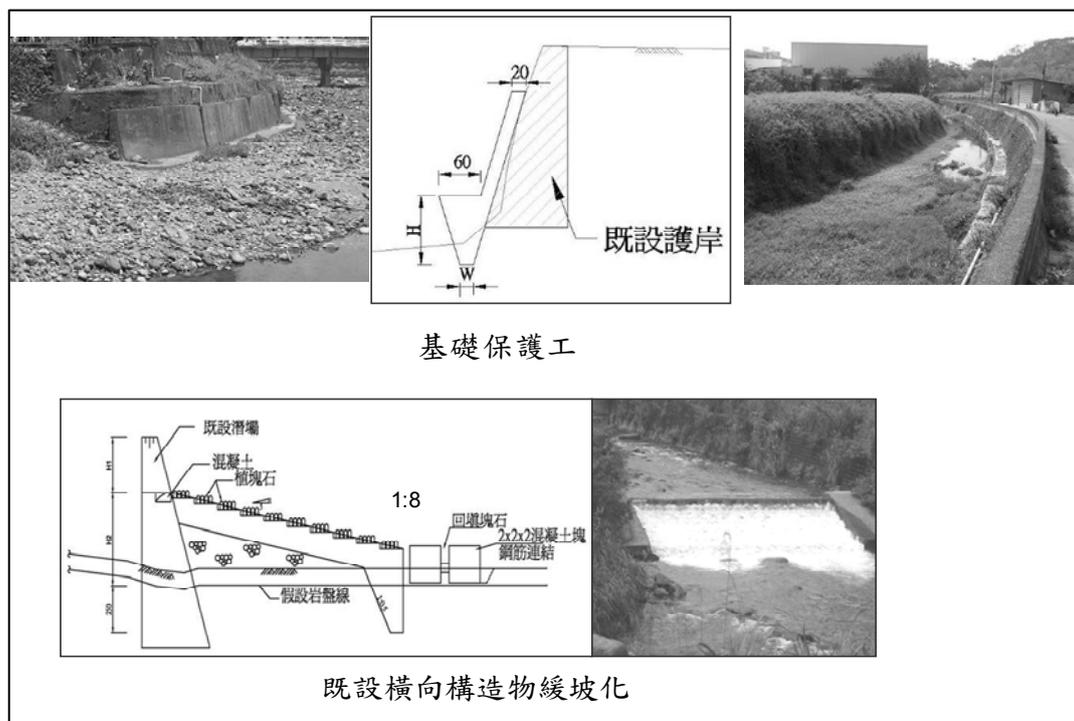


圖 4-2-3 野溪既有構造改善適用工法

表 4-2-1 烏山頭水庫集水區野溪及蝕溝整治工程一覽表

編號	TWD97(X)	TWD97(Y)	工程名稱	工程內容
溪-01	187,696	2,569,610	鹽井坑溪流整治工程	拋石丁壩 2 座，拋石工約 50m，河道整理 100m，施設護岸 200m。
溪-02	191,059	2,569,991	北勢坑支線溪流整治工程	河道清淤 200m，上游護岸修復長 100m。
溪-03	192,416	2,569,094	第一號橋溪流整治工程	施設石籠護岸 100m，河道清淤整理 100m。
溪-04	194,498	2,569,232	西口發電廠旁溪流整治工程	河道清淤整理長 200m。
溪-05	195,429	2,570,413	羌仔寮溪流整治工程	混凝土防砂開口壩乙座、混凝土護岸 250m×2、河道整理 300m。
溪-06	195,203	2,570,443	羌仔寮復健工程	河道清淤長 300m，既設石籠護岸修復 30m。
溪-07	194,336	2,566,087	馬斗欄支流整治工程	河道清淤整理長 150m，混凝土護岸 150m×2，防砂壩開口壩乙座，階段式固床工 10 座，路基修補乙式，路面 PC 修復 300m ² ，掛網植生 300m ² 。
溪-08	194,215	2,566,992	無名橋 01 溪流整治工程	河道清淤長 150m，石籠護岸 150m×2。
溪-09	193,927	2,567,093	無名橋 02 溪流整治工程	河道清淤長 200m，石籠護岸 150m×2 岸，路基修補乙式，路面 AC 修復 50m ² 。
溪-10	193,675	2,567,138	無名橋 03 溪流整治工程	河道清淤長 300m，石籠護岸 200m×2 岸。
溪-11	193,400	2,567,386	南勢坑支流整治工程	河道清淤長 100m，石籠護岸 100m×2 岸，掛網植生 200m ² ，縱向排水溝長 4m、橫向排水溝長 50m。
溪-12	192,989	2,567,468	南勢坑三號橋清淤工程	河道清淤長 250m。
溪-13	192,805	2,567,471	南勢坑二號橋清淤工程	河道清淤長 200m。
溪-14	192,634	2,567,664	防砂壩清淤工程	河道清淤長 100m。
溪-15	192,521	2,567,664	南勢坑一號橋上游整治工程	橋上游施作石籠護岸 150m×2 岸，河道清淤長 250m。
溪-16	191,956	2,568,056	南勢坑橋清淤工程	河道清淤長 350m。
溪-17	192,075	2,568,435	匏仔寮橋溪流整治工程	河道清淤長 300m，石籠護岸長 250m×2 岸。
溪-18	192,128	2,568,472	自強橋溪流整治工程	河道清淤長 200m，凹岸施作混凝土護岸長 50m。
			烏山頭集水區河道清淤工程	土石清運堆積 50,000m ² (99 年~103 年)。
坑-01	187,734	2,569,431	王爺村道路坑溝整治工程	坑溝清淤整理長 100m，施設草溝長 100m。
坑-02	190,669	2,568,085	北勢坑支線坑溝整治工程	坑溝清淤整理長 200m，施設草溝長 40m，靜水池乙座(2m×2m×2m)。
坑-03	195,335	2,570,425	羌仔寮坑溝 01 整治工程	坑溝清淤整理長 50m，施設草溝長 50m，靜水池乙座(2m×2m×2m)。
坑-04	195,295	2,570,447	羌仔寮坑溝 02 整治工程	坑溝清淤整理長 40m，施設草溝長 40m，靜水池乙座(2m×2m×2m)。
坑-05	196,125	2,570,003	線 174 旁坑溝 01 整治工程	河道整理 50m，縱向排水蝕溝 50m。
坑-06	195,828	2,569,154	線 174 旁坑溝 02 整治工程	河道整理 100m 及防砂壩清淤約 1500m ³ 。
坑-07	195,579	2,568,965	線 174 旁坑溝 03 整治工程	河道整理 100m 及防砂壩清淤 1000m ³ 。
坑-08	195,505	2,568,712	線 174 旁坑溝 04 整治工程	河道整理 120m 及防砂壩清淤 1000m ³ 。
坑-09	194,787	2,566,575	馬斗欄支流坑溝 01 整治工程	縱向排水蝕溝長 50m，河道整理 50m。
坑-10	194,650	2,566,511	馬斗欄支流坑溝 02 整治工程	河道整理 150m，防砂壩清淤 1000m ³ ，踏步式固床工 10 座，混凝土護岸長 100m×2 岸，擋土牆(L=20m,H=3m)，路基修補乙式，路面 AC 修復 100m ² 。
坑-11	194,569	2,566,422	馬斗欄支流坑溝 03 整治工程	河道整理長 100m，防砂壩清淤 1000m ³ ，路基改善乙式，擋土牆(L=20m,H=3m)，路面 AC 修復 80m ² 。
坑-12	194,372	2,566,296	馬斗欄支流坑溝 04 整治工程	河道整理 150m，混凝土防砂壩乙座，階段式固床工 10 座，混凝土護岸長 150m×2 岸。
坑-13	192,203	2,567,965	南勢坑支線坑溝 05 整治工程	河道整理 150m，縱向排水蝕溝 100m。

4-3 崩塌地及地滑地處理

4-3-1 處理原則

- 一、崩塌地治理應以擾動程度最小及防患二次災害之發生為原則，經由衛星影像、空照圖分析及現場複核，擬定可採工程方式處理之崩塌地優先提出處理方案，其中針對土石直接下移至溪流，影響下游水庫者、影響現有保全對象者、造成二次災害者及可採工程手段治理者，列為優先處理。
- 二、交通無法到達，但崩塌土石或不安定土砂量甚大，將隨逕流下移，影響下游水庫或保全對象者，以間接方式處理，如溪流治理、防砂設施整建等。
- 三、無立即災害者或陡峭岩坡者，以自然演替為原則。
- 四、區內之崩塌經現地調查後，區內並無地滑地分佈，現況之崩塌區位均係屬中淺層崩塌地，再加上區內受地質影響崩塌區位又可分為非泥岩崩塌地及泥岩崩塌地，因此使用之工法因地制宜，包括坡頂、坡面、坡趾、完整之坡地排水系統及植生；另，針對泥岩地區之崩塌區位，所導入之工法需特別注意：(1)完整之坡面排水系統，有效控制地表逕流；(2)護坡需有足夠之強度，可有效抵抗泥岩之回脹壓力；(3)護坡須具有抵抗沖蝕及防止細顆粒土壤流失及充分排水能力及(4)植生需耐旱、耐鹼性或先驅植物。

4-3-2 處理對策

一、崩塌地處理之工法及佈置

崩塌地最主要之處理對策為防患二次災害之發生，通常造成二次崩塌災害之主因，除了地震之外則為降雨及人為擾動，因此處理崩塌地應以擾動程度最小之原則著手。崩塌地整治以源頭填補裂縫並施作截排水設施，崩塌坡面施作截水、排水工、植栽等之自然工程加以整治，及採以生態為基礎、安全為導向的工程方法，以減少對自然環境造成傷害，其評估流程如圖4-3-1所示。

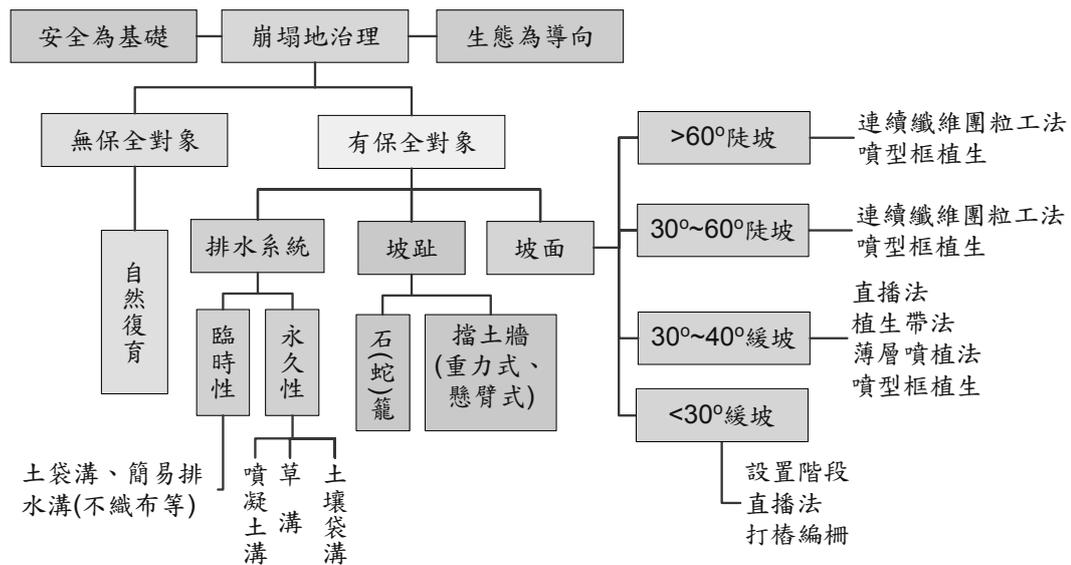


圖 4-3-1 崩塌地處理評估流程圖

由於計畫區內崩塌地之破壞機制不盡相同，處理方式亦因崩塌型態之不同而有所差異，故治理工法之選擇分為非泥岩及泥岩，如下所述：

(一)非泥岩坡面崩塌處理

非泥岩之整治工法依淺層及深層崩塌選擇如圖4-3-2所示，細部處理方式如下：

1.溪流兩岸崩塌地

(1)坡頂段

裸露坡面上不穩定塊石應優先處理，可考慮採用具高拉力、撓性、質輕之護坡網，就坡面先加以固定，並於其上植入原生種灌木或小喬木，其根群可與護坡網結合成一強化之護坡結構，並與現有景觀結合，以收自然美觀之效果。

(2)中段坡面

中段坡面現場多為崩積土或岩盤結構，其上部份仍有植被，建議採用固結劑，混以肥料及優質有機纖維，利用機具施放，藉以達到初期保護坡面，同時亦有利於原生植物之加速成長，另有機纖維之粗糙表面有利於附近原生植物種籽著床生長。

(3)坡趾部份

計畫區部份坡趾現有大量崩落之土石，洪水漫溢其表面時，可能

產生表土沖蝕而污染水源，另其亦可能被侵蝕而不穩定，應加以保護。建議採用可就地取材之土石填充於石籠網內並加以堆疊成護岸(基礎為泥岩)，或採用混凝土護岸(基礎為崩積土或砂岩)。

(4)攔砂措施

每逢颱風豪雨來襲，雨水由崩塌位置挾帶大量土石流入溪流中，建議土石崩塌較嚴重之區位，於坡趾護岸或擋土牆上方施設攔砂措施(防落石網)。

(5)噴植草種

對於工程施作困難且有必要儘早復育之河岸崩塌地，可採用以人工噴植草種之方式予以促早完成地表裸露地植生覆蓋。

(6)自然植生復育或間接處理

於交通無法到達或陡峭岩坡者計畫採自然復育，或於溪流設置防砂壩以間接處理之方式解決土砂問題。

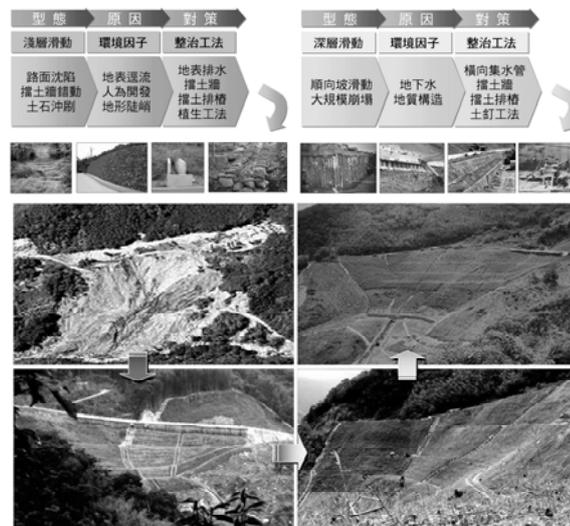


圖 4-3-2 崩塌地治理工法選擇示意圖

2.一般坡面崩塌地

崩塌地建議採用之處理方式包括：鋪網植生、噴型框護坡植生、石籠、打樁編柵、肥束帶(植生束)、袋苗穴植、人工撒播、連續纖維高次元團粒工法、階段式擋土牆及複合型大崩塌地整治配合植生等，並以擋土牆保護坡趾，並於上方施設攔砂措施(防落石網)。

(1)複合型大崩塌地整治配合植生

1.改善排水系統(上邊坡，陡坡 $> 45^\circ$)

- A.設置坡頂擋水墩。
- B.縱溝採噴凝土框溝(岩筋補強基礎)。
- C.階段性整坡並設平台溝及匯流井。

2.蝕溝控制兼排水系統(下邊坡，坡度 $< 45^\circ$)

- A.排水設施以盲溝、箱籠、橫向透水管組合。
- B.蝕溝控制以連續固床工處理。

3.基礎工程加強

- A.上邊坡基腳增設柔性擋土設施。
- B.整坡及階段小平台處理，餘土填於緩坡。

4.緩坡植生綠化

- A.緩坡區依原設計先期進行植生綠化。
- B.陡坡區待坡面穩定後另以專案進行植生綠化。

5.清除原河道淤積土石，依地形現況需求設置防砂壩及石籠護岸避免逕流沖蝕及土石沖刷堆積。

(二)泥岩坡面崩塌處理

計畫區乾濕季明顯且泥岩裸露範圍大，經常在降雨後，發生邊坡崩壞、沉陷等地質災害，影響區內道路及野溪，更有甚者，造成烏山頭水庫淤積。一般傳統之泥岩護坡破壞率約在35%以上，其中以混凝土與泥岩間存有一界面，形成一弱面，受破壞比率高。植生邊坡在坡度 40° 以下者，始可能穩定；自然植生邊坡的破壞率遠高於客土植生邊坡，且植物密度愈密的邊坡愈不穩定，尤其以種植竹子的邊坡更易破壞。

由於烏山頭水庫泥岩邊坡含大量之鹼性鹽分，一般植物生長不易，使得邊坡多為裸露地，另一方面則由於泥岩膠結不佳易風化崩解，易受雨水沖蝕造成崩塌。依據陳時祖等以南化泥岩為主要研究對象，顯示在無任何保護之裸露泥岩邊坡，每年之沖蝕深度通常超過10cm。

泥岩邊坡由於坡面排水不良，使得泥岩吸水回脹軟化，不僅沖蝕嚴重，且當雨水入滲到風化層與新鮮之泥岩界面，常會造成界面處泥岩軟

化，喪失剪力強度而崩壞。故有效之治理對策需具備以下條件：(1)完整之坡面排水系統，有效控制地表逕流；(2)護坡需有足夠之強度，可有效抵抗泥岩之回脹壓力；(3)護坡須具有抵抗沖蝕及防止細顆粒土壤流失及充分排水能力。

本計畫根據泥岩之特殊性質，就崩塌地之處理，包括植生規劃、基礎處理、排水系統及無法治理時之間接處理等，提出原則如下：

1. 植生規劃

泥岩地區屬特殊敏感之環境區域，歷經數十年之土地開發利用，地表受侵蝕情況極為嚴重，地形崎嶇起伏，治理工作之施行，困難度高：

(1) 區域環境特性對植生之影響

泥岩地質特殊與台灣西南部早雨分明之暴雨型天候互為作用下，使植生工程所面臨之問題更為複雜。茲就此區域環境特性與植生問題彙整分析如表4-3-1所示。

表 4-3-1 泥岩環境特性與植生問題一覽

天 候	地 質	植 生 問 題
<ul style="list-style-type: none"> • 早雨分明，早季長達半年以上 • 降雨集中，多為暴雨 • 夏季日期蒸發量高達9.1毫米 • 幾乎年終處於乾旱狀態 	<ul style="list-style-type: none"> • 乾旱時地表層收縮龜裂形成剝落界面 • 膠結疏鬆，觸水風化表層即崩解流失 • 組成細密，水份無法入滲，地質不具含水量 • 土壤硬度高(山中式硬度計測值25~35毫米)植物根系無法穿透深入 • 地質貧瘠，且含大量可溶性鹽類，會隨水分蒸散作用蓄積於地表 	<ul style="list-style-type: none"> • 地表大幅的收縮現象，會造成植物根部傷害 • 逕流侵蝕使根部外露 • 植物因缺水死亡 • 生長受限，植物易老化、死亡，及引發坡面界面滑坍 • 植物常因養分缺乏，生長不良、老化，幼苗易受鹽害死亡

資料來源：本計畫整理

(2) 泥岩地區之植生復育理念與方法

由於泥岩地區之立地條件及植生復育困難之等級差異甚大，植生方法之選擇應因地制宜，而植生施工後之養護工作亦極為重要。植生復育極端困難且無法養護之地區，不可逆勢而為，否則將事倍功半，徒勞傷財終將失敗。

泥岩地區植生復育難易程度若依平均坡度來劃分，可概分為三類：

A. 平均坡度小於40%之緩坡地：植物自然入侵容易，僅需一般性之養護。

- B.平均坡度為40%~60%之坡地：裸露初期可藉人工導入植生達到坡面綠化效果，植物自然入侵緩慢，旱季需適當的養護並注意坡面排水之設計。
- C.平均坡度大於60%之陡坡地：旱季坡面極易乾燥，植物難以入侵生長，若在此陡坡面強行植生復育工作，需投入相當大的養護費用及注意坡面沖蝕而至崩壞之情形。

一般而言，坡度陡峭之處多位於集水區之中、上游，交通不便，養護困難。因此，除道路邊坡或開挖整坡坡面經階段化緩坡處理後，可進行植生工程施作外，應避免直接在泥岩自然裸露坡面上實施植生復育工作。

陡坡泥岩裸地之植生方法可採用圍堵策略。雖然坡面愈陡，植物生長之機率愈低，此時可在裸露坡面之坡腳平緩處配置植生緩衝帶，將坡面沖蝕下來的泥砂阻攔於坡腳，避免沖刷泥砂危及中、下游河道及水庫。所以陡坡面坡度劇烈變化點，即為植生復育之最佳配置地點，可藉由地形分析予以標定。

泥岩邊坡植生復育成功與否，除了考量坡度之外，尚需注意坡面及坡腳土壤理化性質之差異。尤其是新開挖或整地之坡面，常將未風化之母岩挖出，若坡面含有新露出之泥岩碎塊，易因鹽度含量過高，造成坡面植生局部生長不良，水溶性鹽類也容易被水流攜帶而累積於坡面或坡腳之低窪處，此時坡度雖平坦，植物亦難以入侵生長。由於雨水短時間內無法將坡面之鹽類洗出，若開挖坡面欲達到快速植生綠化成果，可採用打樁編柵客土處理，俟泥岩層中之鹽類慢慢淋出，植物之根系即可自然深入生長。泥岩坡面應避免大面積之連體構造物，例如框工等相關之植生工法，容易因某處破壞而波及他處導致整體滑落。

(3)植生方法規劃設計原則

針對泥岩地區特殊環境特性，進行小集水區整體規劃，訂定整治之策略目標，再按部就班，分階段施行治理及配合植生措施。其植生方法規劃設計原則說明如下，施工項目與工法詳表4-3-3。

- A.先於裸露區適當地點配置截泥措施(土堤、土壩)或滯水設施，將降雨盡可能留蓄，以控制泥砂流出量及改善區域微氣候，營造動植物適

生環境。貯留之水用於植物養護之需，使植物能迅速成林。

- B. 同步施行機械整地快速造成設計坡面地形，及構築排水、擋土等水土保持設施(如使用混凝土材料，應使其與基岩緊密接觸，避免因風化土層之滲水而導致構造物與坡面土層分離之情形)。
- C. 採用之苗木以本土植物提高其抗逆境能力。
- D. 同步施行植生基材與植物導入作業。
- E. 永續林植物歧異複雜多樣化，故採用之植物著重於快速地被覆蓋植物與生態林營造植物併用，藉以改善植被單一化之缺點。
- F. 泥岩地區之自然沖蝕坡面，直接施用於坡面之植生方法，通常其效果不佳，應儘量避免使用，或可於其坡面基腳設置箱籠、土堤或混凝土擋土牆，等擋土構造物淤積後，再進行淤積區之植生導入作業，可得事半功倍之效。

2. 泥岩地區適用之整治工法

台灣西南部泥岩地區因地質與氣候因素之影響，為確保本地區邊坡及整體植生綠化成效，人工整坡坡面綠化工程之設計應具有下列之考量，方能有長期之綠化效果：

- (1) 施工過程中儘量減少挖穴、開條溝等造成坡面擾動之措施。
- (2) 採用之工法應於施工後，即能產生防止地表雨水沖刷之功能。
- (3) 應積極改善坡面之立地條件，營造穩固之植生長基盤，防止施工目的種子(或發芽後)受沖蝕流失並長期提供植物發育所需之養分。

3. 基礎處理

因烏山頭水庫裸露坡面且陡峭，植生不易或植生費用龐大，則在距坡腳5~10公尺處，本計畫建議以土堤或石(蛇)籠圍繞陡坡下方，以堵住崩積土或土砂、泥岩碎塊流入溪流，並在土堤與坡腳間栽種耐淤之本土植物如：水柳、榕樹、稜果榕、雀榕、九芎、烏柏、竹類等植物形成土砂扞止林，以強化土堤安全與防堵土石外流及兼具景觀綠化之效益，至於土堤頂部及外側，則以直播法或植生帶法混播百慕



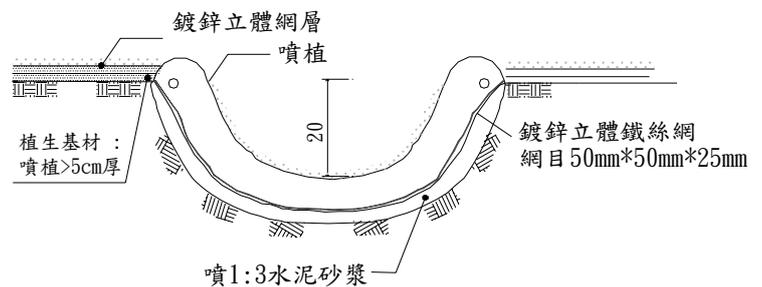
達草、百喜草種子植生。

亦可配合簡易擋土構造物以防止上邊坡落石危害人車安全，如採用攔石柵等設計。於上邊坡較緩之崩塌地，可在整坡後設箱型箱籠，該工法之特性為透水性良好，泥岩坡面沖蝕下來之細顆粒可淤積於箱籠內，提供植物生長環境，為良好的生長界面，亦可隨地形之變化而改變。若現場有大石塊，可設計乾砌塊石，較一般擋土牆透水性佳。



4.排水系統

以泥岩坡面排水位置區分，排水溝可分為三種：



(1)坡頂截水溝

過去諸多坡面水土保持工程失敗之案例，皆係因忽略了坡頂截水溝所致，尤其在挖方坡面之上方有水匯集之情形。泥岩坡頂覆蓋層地質多為礫石、砂岩或砂壤及破碎頁岩，其透水性佳，故坡頂截水溝應以複式混凝土溝或噴漿排水溝較為適宜。

(2)坡面階段截水溝

歷年來泥岩階段平台寬度少於2公尺之處設置為草溝者幾無成功之案例，失敗之原因多為岩層裂隙滲水侵蝕導致坡面坍塌，泥岩人工坡面於機械刷坡整地時，受斧鏟擾動，地層常會造成大幅度與深入之裂隙。這些不易察覺的岩層破壞常是人工坡面初期幾年內不穩定之主因，故階段平台截水溝之設置應注意事項如下：



- A.階段寬度小於3公尺之平台不宜設置草溝，應以混凝土溝或噴漿溝為宜，且平台之斜率應大於5%以上。
- B.溝槽挖掘後，應先充分灑水，使溝底基礎密實後，再施行鋪鋼筋或鋪鋼網及混凝土漿。

(3)坡面縱向排水溝：

泥岩有極敏感擾動禁忌及擾動處不規則沉陷特性，因此縱向排水溝槽的挖掘，常使該處成為坡面最脆弱之區域，卻又係逕流匯集之地點，故泥岩縱向排水溝損壞率極高。因此其在施設上須特別留意如下：



- A.溝槽挖掘後應先充分灑水使溝底基礎完全密實後，在施行排筋或鋪網作業。
- B.混凝土鋪設以採高壓機具噴覆為佳。
- C.設計之溝體應採貼覆式且兩側應略低於原地表。
- D.兩側與原地表接合處應採防滲蝕設計，並密植蔓性且耐旱植物。

5.泥岩邊坡植生工法

現場所應用之植生工法包括植生帶(布袋模毯)鋪植、肥束網帶法、打樁編柵、噴植法、菱形鋼網固定框法、固定框法等，根據水土保持局臺南分局2005年11月所做之「台灣西南部地區泥岩植生工法資料庫建置」，上述工法均適用於泥岩，如表4-3-2所示，且已有成功案例於泥岩地區，但植生工法導入仍需詳加評估。泥岩邊坡植生工法施工步驟與方法說明如下：

(1)植生帶(布袋模毯)鋪植

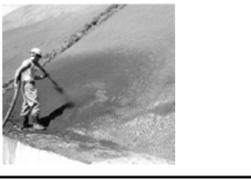
- A.整地：鋪植前需確實清除坡面之石塊、枯枝，並將坡面整理平順。
- B.鋪植前坡面應略為鋤鬆後每平方公尺均勻撒佈3至5公斤充分腐熟之有機堆肥或木質泥炭土。
- C.植生帶(布袋模毯)規格：植生帶(布袋模毯)係人造、天然或兩者混合之纖維物質所製成，其帶(毯)中均勻夾附植物種子，植生種子為每平方公尺含百慕達草3公克、百喜草10公克、及其他適用豆科種子3公克。
- D.植生帶(布袋模毯)鋪植時需自然平順並緊貼坡面，應避免緊拉、懸空等現象，兩帶間並需有5公分左右重疊。
- E.植生帶(布袋模毯)鋪設後須上覆稻草蓆，稻草蓆每平方公尺之乾重不得少於300公克，並以#10鐵絲，長25公分，彎成口型，固定每平方

公尺約1支。

F.稻草蓆上須全面均勻微量覆土或撒佈有機堆肥。

G.南部地區氣溫高、旱季時間長，致使土壤水分含量不足，鋪設植生帶雖然能夠減少水分蒸發。但是在久旱不雨的情況下，植生帶反而會吸收土壤中水分，加速水分的蒸發，因此在施工養護期與久旱的情況下應該澆水灌溉，以增加植生存活率。

表 4-3-2 泥岩邊坡植生工法評估表

植生工法	工法特性				工法缺點	工法適用建議	照片
	施工與養護之便利性	工程成本之經濟性	工法之自立性	植生復育基盤營造之成效			
廢輪胎護坡工法	●●	●●●●●	●●●●	●●●●●	施用於陡坡時(35°~)，輪胎之錨釘及輪胎間相互連結不易。	(1) 適用於泥岩較緩(40°以下)邊坡。 (2) 施作時宜加強每個輪胎之錨釘及輪胎間相互連結工作，方能確保植生基盤之穩固，利於植生演替。	
自由樑框工法	●	●	●●●●●	●●●●●	本法單價高，較不符合經濟效益。	現場打造之自由樑對坡面之穩定效果佳，唯坡度應低於60°較適宜，並應確實執行錨釘工作。	
布袋模毯工法	●	●●	●	●●●●●	邊坡坡度大於40°時，邊坡穩定成效不佳。	於邊坡坡度40~50°時可改採掛網噴植工法取代。	
擋土柵配合截留束法	●	●●●●	●●●●	●●●●●	使用打鋼筋樁、編鋼網柵，不合乎自然生態工法原則，且易造成後續坡面維護工作的危險與二次污染，因此今後應因地制宜的配合使用。	(1) 一般用於泥岩緩坡地(35°以下) (2) 打樁編柵的用途為改善坡度、穩定坡面，材料以萌芽樁為主，若因大量萌芽樁取得不易時，每四支樁中僅一支即可，餘三支以一般木樁或竹樁代替。	
掛網噴植法	●●●●	●●	●●●●●	●●●●	噴植坡面使用之水泥黏著劑用量過多時，噴植後水泥漿易聚集在表面上形成硬的薄層，而妨礙種子之發芽、草苗之生長及植被度，需控制其用量。	適用於(35~50°)泥岩裸坡。	
肥束網帶法	●●●●●	●●●●●	●●●●	●	對於植生復育基盤的營造極為有限。	適用於泥岩緩坡地(35°以下)	
植生帶法	●●●●●	●●●●●	●●●●	●	對於植生復育基盤的營造極為有限。	適用於泥岩緩坡地(35°以下)	
土堤(箱籠)圍堵法	●●●●	●●●●●	●●●●	●●●●●	對泥岩裸坡之植生復育基盤營造，則相對其他法則較為緩慢。	適用於泥岩陡坡地具腹地之坡腳。此工法最主要功用乃對於基腳坡度之改善有緩和作用，進而恢復植生覆蓋，有利基腳植生復育基盤的營造。	

●越多代表成效越佳

資料來源：水土保持局「南化水庫集水區山坡地整體治理調查規劃」(2006)

(2) 肥束網帶鋪植

- A. 整地：於擬設置肥束網帶之坡面，將雜草、樹根等雜物清除，並將坡面上凹凸不平之處予以整平。
- B. 肥束網帶規格：肥束網帶分為三部分：(A)塑膠網帶，(B)肥料束，(C)植生帶。塑膠網帶之網目應不大於 $12\text{mm}\times 12\text{mm}$ ，左右兩端有補強繩索，網體材質應具抗紫外線且不容易腐蝕者，顏色為深綠或黑色。塑膠網帶上之二重織網處，插入遲效性橫肥料束($\phi \geq 25$ 公分，重 250 公克/ m^2 以上)。肥料束之材料應為腐蝕速度較慢之非織物。肥料束內採用之肥料成份，可為含遲效性肥料(N:P:K=13:3:11)、化學肥料(N:P:K=4:17:4)、土壤改良劑、保水劑等混合物。植生帶為單層不織布，內含種子、棉絮之基材，每平方公尺應含長遲效性肥料 60 公克，保水劑 72 公克等。
- C. 鋪設肥束網帶：網帶已含棉絮及種子可直接鋪設，鋪設時注意將種子、肥料包等植生基材之一面向下，並由坡肩上鋪 20 公分左右後，向下沿著展開，由左向右逐次鋪設，每卷網帶約重疊 $2\sim 5$ 公分寬，重疊處注意使肥料束與肥料束之間成為平行。
- D. 將主錨釘($\phi 16\text{mm}\times 400\text{mm}$)、補助錨釘($\phi 9\text{mm}\times 200\text{mm}$)打入適當位置固定。
- E. 鋪設肥束網帶雖然能夠減少水分蒸發，但是在久旱不雨的情況下，植生網帶反而會吸收土壤中水分，加速水分的蒸發。因此，在施工養護期與久旱的情況下，應該澆水灌溉，以增加植生存活率。

(3) 菱形鋼網固定框

- A. 整地：於擬設置鋼網固定框植生之坡面上，將雜草、樹根等雜物清除，並將坡面上凹凸不平之處予以整平，務使網框與坡面密切接合。
- B. 鋼網之規格：鋼網應以符合CNS1468之鋼線，用機器編製網目應編紮結實，不得有鬆動現象。各網框單元之構材、組合鐵件、錨釘等均須鍍鋅，其表面不得有鏽斑、裂痕及其他任何有害之缺陷。
- C. 網框設置：將鋼網固定框安置於已整妥之坡面上，組合時應以焊接施工，並用 $\phi 13\text{mm}$ 、長 70cm 之鍍鋅圓筋錨釘將網框固定於坡面，錨定入岩至少 40 公分以上。

- D.客土厚10公分，以 $2\text{kg}/\text{m}^2$ 腐熟堆肥、 $0.06\text{kg}/\text{m}^2$ 台肥43號複合肥料(或等量的單質肥料)與客土內混合均勻，填入坡面已安置妥當之鋼網固定框內並整平之。
- E.種子噴植：將草類種子以 $0.06\sim 0.12\text{kg}/\text{m}^2$ 粘著劑、 $0.4\text{kg}/\text{m}^2$ 木質纖維及適量之黏著劑等，加水充分混合均勻後，噴佈於坡面上。若為地被或蔓藤植物，則植物種類可採用種植草莖方式。
- F.稻草蓆覆蓋：撒播種子後，全以稻草蓆覆蓋其上，稻草蓆間須重疊。每平方公尺至少使用2支「 \square 」型#12鍍鋅鐵絲嵌插入土固定之。
- G.固定框內可配合土壤袋或植生袋植草。使用土壤袋時，應規範客土之規格，袋體亦宜以透光率50~60%為主，以增加植生種子發芽與成長。

6.泥岩地區應用植物之選取

影響植物生長之主要氣候因子為溫度與降雨量。泥岩地區為熱帶至亞熱帶地區，適合高溫型植物。高溫型植物之草類有百喜草、類地毯草、天竺草、羅滋草、奧古斯丁草、兩耳草、地毯草、孟仁草、竹節草、五節芒等；木本植物有山水柳、山鹽菁、番石榴、九芎、山芙蓉、黃槿等。台灣西南部之泥岩地區雨量集中在雨季5~10月，此期雨量達全年雨量80%以上，11~4月份為旱季，乾濕分明，甚不利於植生施工及植物生育。植生需在雨季前4月份前開始至8月份結束，並選用耐旱性植物植生，否則植物會因缺水而生長受阻或死亡。惟雨季時，降雨量多且降雨強度甚大，強烈的打擊坡面，並造成大量逕流嚴重侵蝕表土，使植生基盤不穩，植物生長不易，故應積極改善坡面之立地條件，營造穩固之植物生長基盤，防止施工目的種子(或發芽後)受沖蝕而流失。

泥岩地區土質之入滲量極低，地表逕流容易匯集，區域排水極為重要。植生復育材料之選取應隨著地形之變化而有不同，例如集水區上游地區因地表逕流水尚未匯集，可採高密度造林阻擋雨滴打擊地表，但是在中、下游等地區，常因逕流集中造成土質嚴重沖刷，水流匯集之處若採用高密度造林，會因強度遮蔭致地表寸草不生，造成地表覆蓋雖好，而林下沖蝕卻相當嚴重。例如刺竹為泥岩地區主要之造林樹種，由於雨季遮蔭與旱季落葉之影響，常造成地被植物入侵困難，加上其根圈主要分佈於風化層，雨季常因根圈蓄水造成風化層與泥岩層之界面滑動，若

坡腳遭淘蝕後易產生整體滑落現象，所以集水區中、下游水流匯集處復育植物種類與行株距之規劃極為重要。

泥岩邊坡區域排水之設計宜配合農塘或沉砂池等蓄水設施之位置。若能在坡腳平緩處普遍設置蓄水設施，蓄積坡面逕流水，雨季可發揮滯洪與沉砂功能之外，旱季則能提供坡面植物生長用水。泥岩邊坡排水溝之設計亦極為重要，由於泥岩土質入滲率極差，縱向排水溝若採用水泥構造物等非植生之剛性材質，溝底與土壤界面以及排放口之處，易為逕流水所淘空而破壞，此為泥岩邊坡縱向排水溝及坡腳破壞之主因。泥岩坡地最忌諱逕流水集中，分散排水及廣設蓄水設施其泥岩地區區域排水規劃設計應有之理念。

綠化用植物材料，依來源分本地植物與外來植物。本地植物在生育地上，受長時間優勝劣敗的自然淘汰及對生育地環境之調適，植物生長興盛，自然演替快，植群組成佳，植相能與鄰近景觀調和。唯有採種不易、種子供應量少、發芽率低、發芽經過時間長、生長緩慢、播種期短之缺點，不被大量採用；外來植物則可依現地植生之需要選取適生之植物，其種子可大量採購，初期防災效果較大，唯有與生態景觀較不調和、演替遲緩、易衰退等缺失。

常見泥岩地區應用植物，依使用區域不同，常見之使用植物如下：

- (1)坡面噴植植生：百慕達草(狗牙根)、百喜草(小葉品系)、羅滋草、田菁、相思樹、山鹽青(羅氏鹽膚木)
- (2)填方坡腳或緩衝帶植生：苦藍盤、田菁、垂榕、培地茅、水柳、榕樹、九芎、小葉桑、構樹、台灣海棗。
- (3)土堤坡面植生：百喜草(大葉品系、小葉品系)、蟛蜞菊、百慕達草(狗牙根)、馬尼拉芝(斗六草品系)、白茅、甜根子草、田菁、月桃、馬纓丹、奧古斯丁草、類地毯草、鹽地鼠尾粟、鯽魚膽。
- (4)農塘週邊植生：蘆葦、水柳、黃槿、茄苳、春不老、小葉桑、稜果榕、構樹、甜根子草、月橘、鯽魚膽。
- (5)生態綠化：稜果榕、構樹、相思樹、臭娘子、朴樹、棟、九芎、山芙蓉、番石榴、野桐、血桐、山鹽菁(羅氏鹽膚木)、小葉桑、長穗木、蟲屎、春不老、海欖果、馬利筋。

(6)造林植物：柚木、鐵刀木、赤桉、相思樹、大葉桃花心木、木麻黃、無葉櫻柳、朴樹、刺桐、兩豆樹、水黃皮、茄苳、棟、台灣欒樹、無患子、黃槿、木棉、破布子、麻六甲合歡、大葉合歡。

(7)泥岩地區主要先驅植物：雞屎藤、山葛、葎草、血桐、鹽地鼠尾粟、甜根子草、五節芒、台灣蘆竹、台灣澤蘭、腺葉澤蘭、艾納香、鯽魚膽、孟仁草。

三、非工程措施

當崩塌地並無直接保全對象或崩塌土石並不直接危及人民或造成二次災害時可考慮採非工程措施方式如下：

(一)自然復育

由於地震或豪雨所造成的大量塌方並不直接危及安全時，若急於穩定邊坡工程，有可能造成投資大量金額，但只得到短期穩定，而後續塌方必須於雨季時重複不斷做工作，建議以自然復育方式，而俟原有不穩定邊坡穩定後，再考慮進行工程修復。

(二)管制計畫

當崩塌造成塌方危及道路通行時，而無法即時清除或修復時可採豎立警告標誌或採交通管制、引導車流改道措施。

四、配合措施

(一)由於崩塌區位可能涉及台南縣政府或鄉鎮公所等道路養護單位，未來需各單位協調執行。

(二)推動「社區防災總體營造實施計畫」，加強居民自救及防災意識宣導，以減免災害發生或損失。

五、崩塌地處理計畫

崩塌地整治並非以單一工法就可適用，因此需因地制宜規劃設計合宜之方案，泥岩崩塌地及一般崩塌地整治對象及建議整治工法如表4-3-3及表4-3-4所示。

表 4-3-3 泥岩崩塌地處理策略工法項目及其適用性表

每階坡高H(m)	坡度 $\theta(^{\circ})$	坡腳與坡面保護工法
$H \leq 5m$	$\theta \leq 40^{\circ}$	植生工法+矮擋土牆
	$40^{\circ} \leq \theta \leq 60^{\circ}$	坡面框工、箱籠、蛇籠、加勁擋土牆
	$\theta \geq 60^{\circ}$	岩錨工法、箱型籠、蛇籠、重力式擋土牆(背填土袋)、格籠式擋土牆(背填土袋)、加勁擋土牆
$H \geq 5m$	$\theta \leq 40^{\circ}$	植生工法+矮擋土牆 配合階段處理
	$\theta > 40^{\circ}$	岩錨工法、箱籠、蛇籠、格籠式擋土牆、坡面框工(可多樣選擇) 配合階段處理

資料來源：參考水土保持局「南化水庫集水區山坡地整體治理調查規劃」(2006)及本計畫整理

表 4-3-4 一般崩塌地處理策略工法項目及其適用性表

主要目的	工程項目		適用範圍及特點
減緩雨水沖蝕影響	排水工程	地表排水工程	1.經濟且效果佳 2.應用層面廣泛 3.多與其它工法搭配使用
	植生工程		1.適用於湧水現象少的地區 2.可適度搭配周遭環境景觀特色
	護坡	混凝土護坡	坡度較 1:1 陡，且節理發達之岩石邊坡或噴漿、固定框等工法不易施工之處；可考慮混凝土護坡。
		自由樑護坡	坡度較 1:1 緩，可採自由樑護坡。
源頭處理		1.工法簡單 2.就地取材，降低成本 3.以生態工程為主，減少對環境的衝擊	
降低驅動力	修坡		1.移除不穩定的土石 2.常與其他工程搭配使用 3.整坡工程，改變邊坡形狀
增加外抗阻力	擋土工程	砌石擋土牆	1.適用於坡度 1:0.3~1:0.5，且土壓力較小的邊坡。 2.治理邊坡坡腳小規模崩塌
		半重力式擋土牆	適用山區道路拓寬路段，但應注意基礎地盤的穩定性。
		重力式擋土牆	維持坡腳穩定，並可作為其它坡面保護工的基礎
		箱籠式	透水性與曲擾性俱佳，適用於湧水多或軟弱的邊坡。
	打樁編柵		在較緩的修坡坡面上，與植生工或固定框搭配使用。

資料來源：水土保持局「濁水溪流域聯合整體治理調查規劃」(2003)及本計畫整理

烏山頭水庫集水區上游及蓄水庫周邊崩塌地處理擬定工程區位及項目分別如表 4-3-5 及表 4-3-6 所示。

表 4-3-5 烏山頭水庫集水區上游崩塌地處理工程一覽表

編號	TWD97(X)	TWD97(Y)	岩層類型	土壤種類	工程名稱	工程內容
崩-01	187,426	2,570,190	卓蘭層及其相當地層	崩積土	線 174 崩塌地治理工程	土袋溝 L=100m, 打木樁編柵配合植生 200m ² 。
崩-02	187,825	2,570,032	卓蘭層及其相當地層	崩積土	王爺村支線道路崩塌治理七期工程	肥束網袋掛網噴植 400m ² , 縱向排水長 20m、橫向排水長 20m。
崩-03	187,826	2,570,032	卓蘭層及其相當地層	崩積土	王爺村支線道路崩塌治理六期工程	打木樁編柵配合植生 100m ² , 縱向排水長 10m、橫向排水長 70m。
崩-04	187,688	2,569,475	卓蘭層及其相當地層	石質土	王爺村支線道路崩塌治理三期工程	擋土牆(L=20m, H=3m)、裸露坡面植生 30m ² 、截排水設施 L=30m、靜水井乙座(2m×2m×2m)、防落石網 20m ² 。
崩-06	187,584	2,568,765	崙山層及其相當地層	崩積土	王爺村支線道路崩塌治理四期工程	肥束網袋掛網噴植 200m ² , 縱向排水(長度 10m)、橫向排水(長度 30m)。
崩-07	187,322	2,568,568	崙山層及其相當地層	石質土	王爺村支線道路崩塌治理五期工程	肥束網袋掛網噴植 200m ² , 縱向排水(長度 30m)、橫向排水(長度 20m)。
崩-09	187,756	2,568,846	崙山層及其相當地層	石質土	王爺村支線道路崩塌治理一期工程	打木樁編柵配合植生 600m ² , 縱向排水長 20m、橫向排水長 25m。
崩-10	187,936	2,570,143	卓蘭層及其相當地層	石質土	王爺村產業道路崩塌治理二期工程	打木樁編柵配合植生 400m ² , 縱向排水長 20m、橫向排水長 50m, 道路側溝清淤長 30m。
崩-14	189,277	2,569,741	卓蘭層及其相當地層	石質土	線 174 支線崩塌地處理一期工程	打木樁編柵配合植生 900m ² , 縱向排水長 30m、橫向排水長 40m。
崩-15	189,289	2,569,757	卓蘭層及其相當地層	石質土	線 174 支線崩塌地處理二期工程	掛網植生 100m ² , 縱向排水長 10m、橫向排水長 20m。
崩-17	189,443	2,569,665	卓蘭層及其相當地層	石質土	線 174 支線崩塌地處理三期工程	肥束網袋掛網噴植 100m ² 。
崩-19	189,720	2,569,320	卓蘭層及其相當地層	石質土	北勢坑崩塌地處理一期工程	複合型大崩塌地整治配合植生 1800m ² , 縱向排水長 25m、橫向排水長 80m。
崩-21	189,798	2,569,088	卓蘭層及其相當地層	石質土	北勢坑崩塌地處理二期工程	打木樁編柵配合植生 1000m ² , 縱向排水長 20m、橫向排水長 70m。
崩-22	189,652	2,569,645	卓蘭層及其相當地層	石質土	北勢坑崩塌地處理五期工程	肥束網袋掛網噴植 100m ² , 縱向排水長 10m、橫向排水長 15m。
崩-24	190,512	2,570,202	卓蘭層及其相當地層	石質土	北勢坑崩塌地處理六期工程	擋土牆(L=20m, H=3m)、裸露坡面植生 100m ² 、截排水設施 L=20m。
崩-25	190,849	2,569,900	卓蘭層及其相當地層	石質土	北勢坑崩塌地處理四期工程	肥束網袋掛網噴植 160m ² , 縱向排水長 5m、橫向排水長 50m。
崩-26	191,179	2,569,842	卓蘭層及其相當地層	石質土	北勢坑崩塌地處理三期工程	掛網植生 300m ² , 縱向排水長 10m、橫向排水長 50m。
崩-27	191,158	2,569,785	卓蘭層及其相當地層	石質土	北勢坑崩塌地處理七期工程	掛網植生 500m ² , 縱向排水(長度 10m)、橫向排水(長度 40m), 擋土牆(L=50m, H=3m)。
崩-28	194,665	2,570,625	卓蘭層及其相當地層	崩積土	羌仔寮崩塌地處理一期工程	擋土牆(L=50m, H=3m)、裸露坡面植生 1500m ² 、截排水設施 L=80m、坡面整理。
崩-29	194,426	2,570,709	卓蘭層及其相當地層	崩積土	羌仔寮支線崩塌地處理二期工程	擋土牆(L=40m, H=2m)、裸露坡面植生 500m ² 、截排水設施 L=50m。
崩-30	187,655	2,564,616	崙山層及其相當地層	石質土	大井支線崩塌地整治工程	施打排樁 100 支, 地錨 100 支, 道路側溝排水 160m, 擋土牆 130m, RC 路面長 160m, 寬 3m。

表 4-3-6 烏山頭水庫蓄水庫周邊崩塌地處理工程一覽表(1/3)

編號	TWD97(X)	TWD97(Y)	岩層類型	土壤種類	工程名稱	工程內容
L-01	185626	2567309	頭嵙山層及其相當地層	石質土	烏山頭水庫崩塌保護工程(1)	土袋溝L=150m，肥束網袋掛網噴植3000m ² 。
L-02	185698	2567643	頭嵙山層及其相當地層	石質土	烏山頭水庫崩塌保護工程(2)	邊坡噴型框植生1,000m ² 。
L-03	185839	2567932	頭嵙山層及其相當地層	石質土	烏山頭水庫崩塌保護工程(3)	邊坡粒料墊層拋石護岸200m ² 。
L-04	185840	2567739	頭嵙山層及其相當地層	石質土	烏山頭水庫崩塌保護工程(4)	土袋溝L=20m，打木樁編柵配合植生200m ² 。
L-05	186034	2567833	頭嵙山層及其相當地層	石質土	烏山頭水庫崩塌保護工程(5)	土袋溝 L=120m，打木樁編柵配合植生 1,950m ² 。
L-07	185884	2567971	頭嵙山層及其相當地層	石質土	烏山頭水庫崩塌保護工程(6)	邊坡噴型框植生400m ² 。
L-08	185712	2568182	頭嵙山層及其相當地層	石質土	烏山頭水庫崩塌保護工程(7)	掛網植生600m ² 。
L-09	185697	2568273	頭嵙山層及其相當地層	石質土	烏山頭水庫崩塌保護工程(8)	邊坡噴型框植生800m ² 。
L-10	185769	2568371	頭嵙山層及其相當地層	石質土	烏山頭水庫崩塌保護工程(9)	土袋溝L=170m，打木樁編柵配合植生2,050m ² 。
L-11	185730	2568484	頭嵙山層及其相當地層	石質土	烏山頭水庫崩塌保護工程(10)	掛網植生500m ² 。
L-12	185706	2568526	頭嵙山層及其相當地層	石質土	烏山頭水庫崩塌保護工程(11)	採肥束網袋掛網噴植600m ² 。
L-13	185724	2568613	頭嵙山層及其相當地層	石質土	烏山頭水庫崩塌保護工程(12)	邊坡噴型框植生400m ² 。
L-14	185877	2568505	頭嵙山層及其相當地層	石質土	烏山頭水庫崩塌保護工程(13)	邊坡噴型框植生400m ² 。
L-15	186050	2568511	頭嵙山層及其相當地層	石質土	烏山頭水庫崩塌保護工程(14)	邊坡噴型框植生1,600m ² 。
L-16	186021	2568580	頭嵙山層及其相當地層	石質土	烏山頭水庫崩塌保護工程(15)	掛網植生1,000m ² 。
L-17	185781	2568768	頭嵙山層及其相當地層	石質土	烏山頭水庫崩塌保護工程(16)	掛網植生200m ² 。
L-18	185816	2568828	頭嵙山層及其相當地層	石質土	烏山頭水庫崩塌保護工程(17)	邊坡噴型框植生600m ² 。
L-19	185875	2568964	頭嵙山層及其相當地層	石質土	烏山頭水庫崩塌保護工程(18)	肥束網袋掛網噴植450m ² 。
L-20	185957	2569037	頭嵙山層及其相當地層	石質土	烏山頭水庫崩塌保護工程(19)	邊坡粒料墊層拋石護岸500m ² 。
L-21	186240	2568456	頭嵙山層及其相當地層	石質土	烏山頭水庫崩塌保護工程(20)	複合型大崩塌地整治配合植生4,000m ² 。
L-22	186342	2568527	頭嵙山層及其相當地層	石質土	烏山頭水庫崩塌保護工程(21)	採掛網植生20,00m ² 。
L-26	186267	2568200	頭嵙山層及其相當地層	石質土	烏山頭水庫崩塌保護工程(22)	邊坡噴型框植生2,000m ² 。
L-28	186452	2568289	頭嵙山層及其相當地層	石質土	烏山頭水庫崩塌保護工程(23)	掛網植生1,600m ² 。
L-29	186477	2568066	頭嵙山層及其相當地層	石質土	烏山頭水庫崩塌保護工程(24)	邊坡粒料墊層拋石護岸500m ² 。
L-32	186345	2567631	頭嵙山層及其相當地層	石質土	烏山頭水庫崩塌保護工程(25)	掛網植生750m ² 。
L-31	186382	2567899	頭嵙山層及其相當地層	石質土	烏山頭水庫崩塌保護工程(26)	採掛網植生600m ² 。

表 4-3-6 烏山頭水庫蓄水庫周邊崩塌地處理工程一覽表(2/3)

編號	TWD97(X)	TWD97(Y)	岩層類型	土壤種類	工程名稱	工程內容
L-33	186184	2567582	頭嵙山層及其相當地層	石質土	烏山頭水庫崩塌保護工程(27)	採掛網植生600m ² 。
L-37	186778	2567689	頭嵙山層及其相當地層	石質土	烏山頭水庫崩塌保護工程(28)	邊坡粒料墊層拋石護岸600m ² 。
L-38	186748	2567902	頭嵙山層及其相當地層	石質土	烏山頭水庫崩塌保護工程(29)	掛網植生900m ² 。
L-39	186781	2568080	頭嵙山層及其相當地層	石質土	烏山頭水庫崩塌保護工程(30)	邊坡噴型框植生1,000m ² 。
L-43	186983	2567804	頭嵙山層及其相當地層	石質土	烏山頭水庫崩塌保護工程(31)	掛網植生2,000m ² 。
L-45	187132	2567612	頭嵙山層及其相當地層	石質土	烏山頭水庫崩塌保護工程(32)	肥束網袋掛網噴植400m ² 。
L-47	187388	2567829	頭嵙山層及其相當地層	石質土	烏山頭水庫崩塌保護工程(1)	邊坡噴型框植生2,000m ² 。
L-48	187302	2567938	頭嵙山層及其相當地層	石質土	烏山頭水庫崩塌保護工程(2)	複合型大崩塌地整治配合植生10,000m ² 。
L-49	187184	2568146	頭嵙山層及其相當地層	石質土	烏山頭水庫崩塌保護工程(3)	掛網植生3,750m ² 。
L-51	187101	2568456	頭嵙山層及其相當地層	石質土	烏山頭水庫崩塌保護工程(4)	土袋溝L=50m，打木樁編柵配合植生750m ² 。
L-52	187318	2568663	頭嵙山層及其相當地層	石質土	烏山頭水庫崩塌保護工程(5)	邊坡粒料墊層拋石護岸1,000m ²
L-56	186785	2569002	頭嵙山層及其相當地層	石質土	烏山頭水庫崩塌保護工程(6)	掛網植生1,600m ² 。
L-58	186605	2569437	頭嵙山層及其相當地層	石質土	烏山頭水庫崩塌保護工程(7)	土袋溝L=50m，肥束網袋掛網噴植1,200m ² 。
L-59	186623	2569474	頭嵙山層及其相當地層	石質土	烏山頭水庫崩塌保護工程(8)	掛網植生1,800m ² 。
L-61	187220	2568837	頭嵙山層及其相當地層	石質土	烏山頭水庫崩塌保護工程(9)	掛網植生500m ² 。
L-62	187290	2569108	頭嵙山層及其相當地層	石質土	烏山頭水庫崩塌保護工程(10)	邊坡噴型框植生400m ²
L-64	187433	2568892	頭嵙山層及其相當地層	石質土	烏山頭水庫崩塌保護工程(11)	邊坡粒料墊層拋石護岸900m ² 。
L-65	187507	2568932	頭嵙山層及其相當地層	石質土	烏山頭水庫崩塌保護工程(12)	掛網植生2,250m ² 。
L-66	187631	2569023	頭嵙山層及其相當地層	石質土	烏山頭水庫崩塌保護工程(13)	掛網植生600m ² 。
L-67	187872	2568941	頭嵙山層及其相當地層	石質土	烏山頭水庫崩塌保護工程(14)	邊坡噴型框植生600m ²
L-68	187461	2568441	頭嵙山層及其相當地層	石質土	烏山頭水庫崩塌保護工程(15)	土袋溝L=50m，肥束網袋掛網噴植1,000m ² 。
L-69	187470	2568395	頭嵙山層及其相當地層	石質土	烏山頭水庫崩塌保護工程(16)	掛網植生900m ² 。
L-71	187604	2568325	頭嵙山層及其相當地層	石質土	烏山頭水庫崩塌保護工程(17)	掛網植生900m ² 。
L-72	187488	2568219	頭嵙山層及其相當地層	石質土	烏山頭水庫崩塌保護工程(18)	掛網植生600m ² 。
L-73	187595	2568045	頭嵙山層及其相當地層	石質土	烏山頭水庫崩塌保護工程(19)	邊坡噴型框植生500m ² 。
L-77	187890	2568551	頭嵙山層及其相當地層	石質土	烏山頭水庫崩塌保護工程(20)	掛網植生500m ² 。

表 4-3-6 烏山頭水庫蓄水庫周邊崩塌地處理工程一覽表(3/3)

編號	TWD97(X)	TWD97(Y)	岩層類型	土壤種類	工程名稱	工程內容
L-79	187924	2568173	頭嵙山層及其相當地層	石質土	烏山頭水庫崩塌保護工程(1)	邊坡噴型框植生1,000m ² 。
L-81	187994	2568301	頭嵙山層及其相當地層	石質土	烏山頭水庫崩塌保護工程(2)	肥束網袋掛網噴植800m ² 。
L-86	188110	2567978	頭嵙山層及其相當地層	崩積土	烏山頭水庫崩塌保護工程(3)	邊坡粒料墊層拋石護岸1,500m ²
L-87	187942	2568008	頭嵙山層及其相當地層	崩積土	烏山頭水庫崩塌保護工程(4)	掛網植生1,200m ² 。
L-88	187833	2567874	頭嵙山層及其相當地層	崩積土	烏山頭水庫崩塌保護工程(5)	複合型大崩塌地整治配合植生3,750m ² 。
L-89	187915	2567713	頭嵙山層及其相當地層	崩積土	烏山頭水庫崩塌保護工程(6)	掛網植生900m ² 。
L-91	187720	2567682	頭嵙山層及其相當地層	石質土	烏山頭水庫崩塌保護工程(7)	邊坡粒料墊層拋石護岸750m ²
L-92	187671	2567582	頭嵙山層及其相當地層	石質土	烏山頭水庫崩塌保護工程(8)	掛網植生2,400m ² 。
L-95	187592	2567421	頭嵙山層及其相當地層	石質土	烏山頭水庫崩塌保護工程(9)	掛網植生2,000m ² 。
L-98	187015	2567084	頭嵙山層及其相當地層	石質土	烏山頭水庫崩塌保護工程(10)	掛網植生600m ² 。
L-99	186827	2567238	頭嵙山層及其相當地層	石質土	烏山頭水庫崩塌保護工程(11)	掛網植生1,000m ² 。
L-102	186572	2567047	頭嵙山層及其相當地層	石質土	烏山頭水庫崩塌保護工程(12)	肥束網袋掛網噴植800m ² 。

4-4 土石流防治

4-4-1 治理原則

土石流之肇因為土、石、水與坡度的適當組合，因此土石流的治本方案就是將以上四種造成土石流的基本因素儘量去除，或降低到最小的程度。根治土石流之方案包括：

一、工程措施

利用現地調查資料及地形圖，可進行土石流潛勢溪流之水文、水理分析，以提供溪流整治及防砂工程之參考依據。

土石流防治工程考慮「選擇性破壞」「即壞即修」，採「源頭處理、疏、隔、攔、迴避法」等，各種工法之配置必須整體規劃、交互運用，才能發揮最大的功效，將災害減至最低程度，任何單一工法絕對無法達到目的。

一般常用之工法包括崩塌地源頭處理(鋪網噴植或打樁編柵之坡面穩

定工、截水分水、填補裂縫)、接近崩塌源頭處視設土袋壩或樹枝壩，中上游處視土石流潛勢溪流之集水面積及坡度於系列壩上游第一座，設置安全性與保護性較高之梳子壩以便攔阻大粒徑之土石，減輕下游工程負擔，再配合透水性壩消減土石流之能量。於中上游土石流之流動段設系列透過性壩減低土石流流出量及防止側向沖蝕，於坡度較緩之土石流淤積區設沈砂池防止擴散、設置足夠高度之原型石護岸防止土石流越堤、土石淤積嚴重處進行疏浚，設置固床工防止溪床刷深。

二、非工程措施建議

有鑑於坡地災害之形成、運動及規模變化難以掌握，為避免土石流災害對人民造成財產損失，在工程防治措施之外，應輔以非工程措施，如設置土石流觀測系統，以求有效掌握土石流動態，同時針對受災村落規劃避難地點及緊急疏散路線，期望土石流危險區內之居民能瞭解土石流災害形成原因及危險區域後能降低土石流災害之威脅。

(一)土石流觀測系統

事前觀測系統量測之因子包括雨量、地表水逕流水位、孔隙水壓等參數；其觀測之儀器有傾斗式雨量感測器、地下水水位感測器、孔隙水壓感測器、地表伸縮感測器、地表傾斜感測器、地中傾斜感測器等為主，期能蒐集土石流發生時的觀測資料。事發型觀測系統則是針對土石流發生的時候，透過對土石流特殊的運動特徵(如衝擊力、震動、水位、巨礫移動等)進行觀測，以確認土石流之流動發生時刻、衝撞力大小與土石流量之多寡等，其觀測之儀器有簡式鋼索監測器、CCTV攝影監視器、複式鋼索線監測網與麥克風等，一般藉土石流衝撞鋼索監測器，而啟動CCTV攝影監視器及投光燈開始攝影記錄。以掌握土石流運動之第一手資料，期望能發佈土石流發生的觀測結果。

(二)土石流危險區疏散避難規劃

水土保持局曾針對計畫區內之土石流所在之南勢村(南縣DF019、南縣DF020、南縣DF021及嘉縣DF029)辦理疏散避難規劃；以確保民眾於災害發生時能迅速且安全抵達避難處所避災。



4-4-2 治理對策

一、治理策略

土石流治理是指在土石流潛勢溪流上構築各種工程設施，有效降低土石流撞擊、淤埋、堵塞..等有害行為，以維護保全對象生命、財產、生活環境及自然生態環境等為目的所制定之方案。因此，在策略擬定上應就現場地文、水文及溪流等條件規劃適當的工程與非工程手段，以達到避免發生、避免發展、避免成災之『三避』防治目標(詳圖4-4-1)，即：

- (一)『避免土石流發生』是在溪流上游(包括源頭)實施結構性措施(如植生、造林、蓄水、引水、排水、防砂壩、固床工...等)的治理手段，以抑制邊坡斜面土體和溪床土砂的異常流失，降低土石流土砂供給料源，大幅減低土石流發生之機會。
- (二)『避免土石流發展』係指針對已發生的土石流，透過有效地結構性治理措施(如透過性壩及非透過性壩)將土石流流出規模予以破壞、消滅或調節，以減輕其對下游的可能影響。
- (三)『避免土石流成災』乃通過結構性措施和非結構性措施將土石流危害程度降低，前者包括攔阻、疏導、淤積及緩衝等災害治理工法，後者則包括災害預警、避災措施、土地政策、有害行為限制…等成災預防措施。

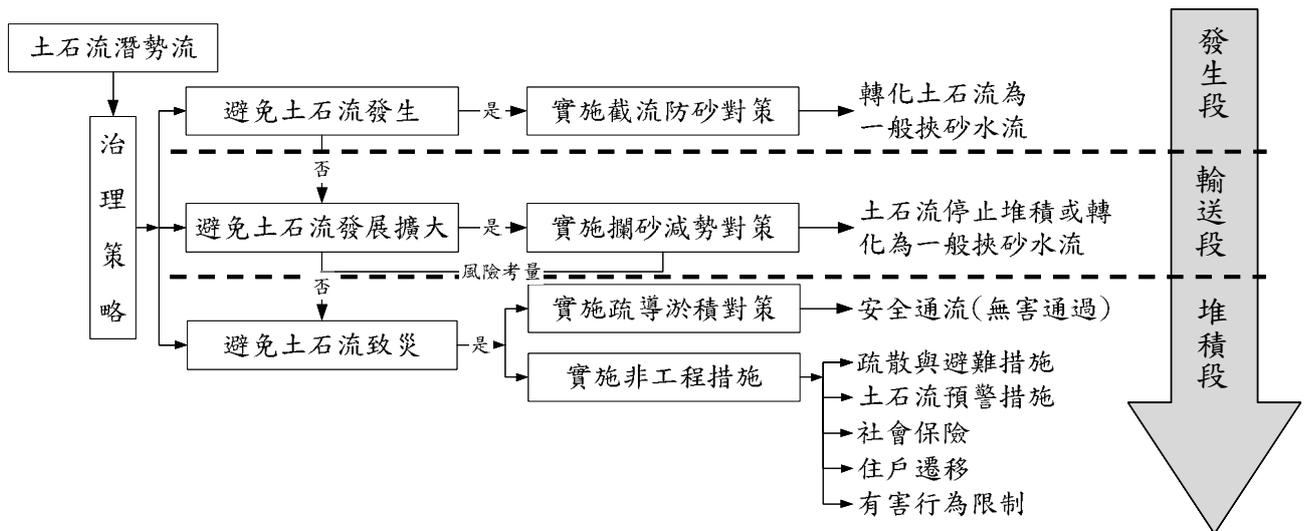


圖 4-4-1 土石流潛勢溪流治理策略流程圖

二、防治對策

(一) 總合防治對策

土石流總合防治對策係指「工程手段」及「非工程手段」之總稱(各區段防治對策詳表4-4-1)，其中工程手段係利用結構性措施控制土石流之發生與發展，即抑制、攔阻、消能、調節、淤積及疏導等，各種工法之配置必須整體規劃、交互運用，才能發揮最大的功效，將災害減至最低程度；非工程手段，包括避災措施及管理管制措施兩大類，前者包括減損措施、警戒措施、居民避難遷移等，而後者涵括限制措施、防救災組織、集水區管理、教育宣導及設施維護等。

(二) 工程手段

1. 土石流防治工法之設計原則包括：源頭處理、降低土石流之流速、中斷土石流崩進鋒的前進、分散土石流的前進鋒、降低土石流尖鋒流量、暫存土石及導流等。土石流防治可採「疏、導策略」、容許「多次小量發生」及「無害通過」，工程考慮「選擇性破壞」、「即壞即修」。
2. 源頭處理：土石流之肇因為土石、水與坡度的適當組合，因此土石流的治本方案就是將以上三種造成土石流的基本因素儘量去除，或降低到最小的程度。
3. 減少土砂生產與移動：對目前河床大量土石堆積，應予以清淤疏浚，

若有橋樑造成土砂阻塞，應將橋樑加高加長，增加通水斷面。巨型、粗顆粒之土石流地區可由上游起選取適當位置施作一系列不同梳距之透過型梳子壩，以攔阻巨石、使土水分離，以減少對河床刷深、河岸侵蝕與撞擊力，讓細粒料仍能往下游輸送。為防止縱向沖蝕，可配置連續固床工、潛壩等構造物。

4. 囚砂區：土石流堆積區應於適當位置施作容量足夠之囚砂區，以沈砂攔淤，減少土砂進入主河道，調節沖蝕之動能。

表 4-4-1 土石流潛勢溪流各區段防治對策一覽表

區段	地形特徵	重點工程措施
發生段	1. 位於溪流上游區段，呈漏斗狀 2. 溪床坡度約在 15° 以上 3. 岸坡陡峻，具有V字形橫斷面，土石裸露，岩石破碎，崩塌、地滑發達	1. 防砂工程 2. 坡面穩定工程 3. 排水工程 4. 蝕溝控制
輸送段	1. 位於溪流中、上游段，多為峽谷地形 2. 溪床坡度約介於 5° ~ 15° 之間 3. 溪床土層厚度可高達數公尺至數十公尺 4. 溪床土砂沖淤顯著 5. 斷面多呈複式斷面，溪幅較形成區大	1. 各式壩工(透過性及非透過性壩) 2. 護岸
淤積段	1. 位於溪流下游段，多呈扇形 2. 溪床坡度在 5° 以下 3. 堆積大小石塊混雜，無明顯的篩分 4. 易發生漫流改道，流路不穩定	1. 沉砂措施 2. 緩衝林帶 3. 導流堤
輸導段	1. 位於淤積段下游，常與主流連接 2. 溪床坡度較淤積段為緩和	1. 導流渠道 2. 導流堤

資料來源：「集水區整體治理調查規劃手冊」

烏山頭水庫集水區土石流整治擬定工程區位及項目分別如表4-4-2所示。

表4-4-2 烏山頭水庫集水區土石流整治工程一覽表

編號	TWD97(X)	TWD97(Y)	工程名稱	工程內容
土-01	195,407	2,568,440	嘉縣 DF029 土石流潛勢溪流土石災害復育工程	河道整理 200m，混凝土防砂壩乙座、階段式固床工 15 座、混凝土護岸長 200m×2。
土-02	195,916	2,569,293	南縣 DF021 土石流潛勢溪流土石災害復育工程	河道整理 250m、階段式固床工 10 座、混凝土護岸長 200m×2。
土-03	196,146	2,569,640	南縣 DF020 土石流潛勢溪流土石災害復育工程	河道整理 300m，施作護岸 300m×2 岸，防砂壩乙座，固床工 20 座。
土-04	196,167	2,570,184	南縣 DF019 土石流潛勢溪流土石災害復育工程	護岸長 100m×2。

4-5 農地水土保持

4-5-1 治理原則

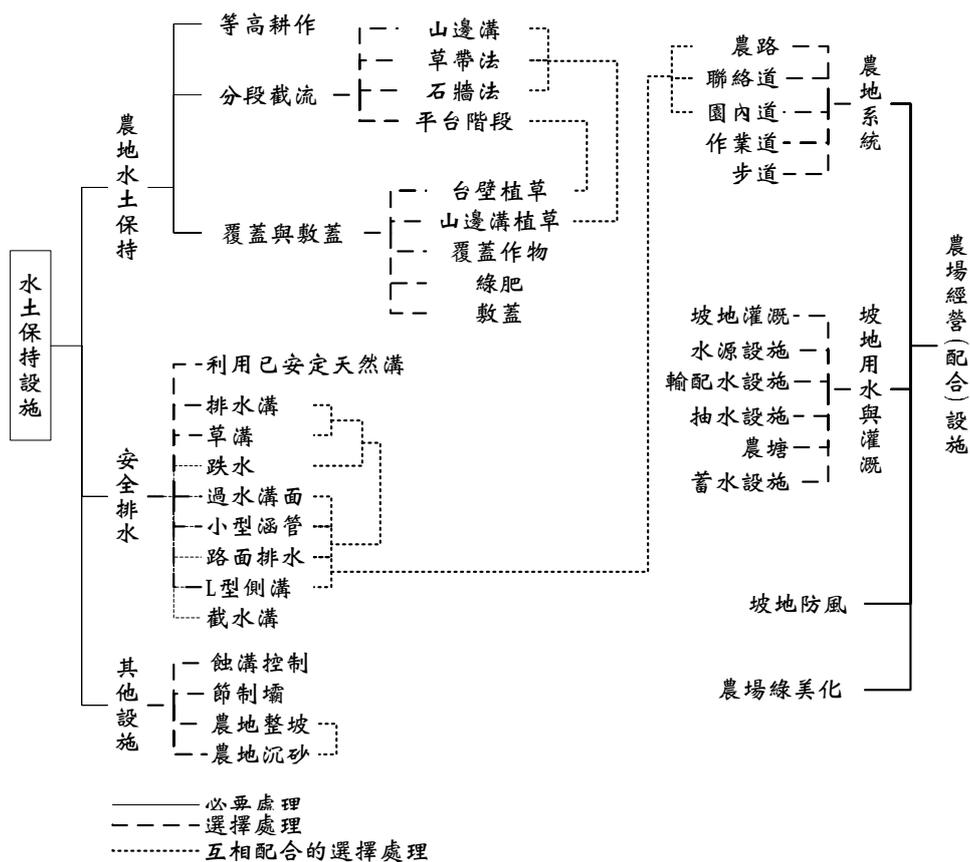
於山坡地上之各項開發行為，建議相關單位應積極介入輔導與進行管理之職責，已防止土壤沖刷、水質污染等情事發生，而坡地上為防止土壤沖蝕與災害所採取之各種水土保持方法，應按下列原則依序考慮：

- 一、土地利用要在合理原則下，妥善規劃開發區域內之各種設施。
- 二、避免雨滴直接打擊地表，發生飛濺沖蝕現象。
- 三、增加土壤抗蝕力。
- 四、促使到達地表之雨水滲入土中，以減少地面逕流。
- 五、增加地面粗糙率，降低地面逕流水之流速。
- 六、地面逕流須妥善導入安全排水系統。
- 七、對易發生沖蝕、崩壞之地點，應予加添適當保護措施，先擇各種安全排水處理。

參考水土保持手冊(2005)中所列之各種坡地水土保持處理單元，均有其目的與效果。任何單一處理常難完全有效控制土壤沖蝕，須視現場情況因地制宜。建議將若干種處理同時相互配合運用，功用才能相輔相成，以達到水土保持之預期效果(詳圖4-5-1)。

坡地水土保持之主要目的為增加地表覆蓋，以減低雨水打擊土壤造成沖蝕，及降低地表逕流的沖刷，其處理方式應依土地特性及其利用型態並配合經營管理之需要性實施。本計畫區內之宜農牧地利用以果園及檳榔園型態為主，雖然一般果農尚能以合理方式耕作，但部分宜農牧地仍未經水土保持處理，為確保本計畫區坡地水土保持工作成果，其處理原則如下：

- 一、本計畫區內多為果園及檳榔園，為配合土地經營管理之需要性，農地水土保持處理依現有果樹種植情形，採用果園平台階段、山邊溝及安全排水，並施以坡地覆蓋。
- 二、原有之平台階段，屬於已完成水土保持地區，以檢查改善安全排水為主。
- 三、如有非法占用國有或公有山坡地且涉及超限利用者，則由台南縣政府、嘉義縣政府等土地管理機關收回土地，實施造林。



資料來源：水土保持手冊

圖 4-5-1 農地水土保持處理流程圖

4-5-2 治理對策

農地水土保持方法大致可分為工程、農藝與植生三種。有效用的不外是增進土壤本身之抗蝕力，阻截雨滴之衝擊力，控制地表逕流，降低沖蝕力或穩定蝕溝等。每個方法均有其功效，且往往需多項方法互相配合運用，因地制宜而相輔相成，才能達到水土保持目的，本計畫區農地水土保持使用時機之建議工法或方案如表4-5-1所示。

除此之外，本計畫區在農地水土保持推行上之治理方式亦包括：

- 一、覆蓋與數蓋為斜面栽培必須配合之處理，實施帶狀覆蓋較全園覆蓋經濟

有效。果園覆蓋草種以百喜草為原則。

二、小型蝕溝控制以修建安全排水為原則。

三、考量本計畫區坡度較陡，農作物經營方式、機械施工需要及水土保持，採用平台階段，並應設山邊溝系統配合。

四、坡地果園經營首重灌溉水源的供應不匱乏，而坡面農地水源供應方式因受限於地形坡度陡，主要利用地表開挖蓄水空間降低地表水的快速流失，來達到最直接的保水效果，使用設施以農塘、蓄水池為普遍方式，近來因可使用的宜農牧地漸為珍貴，以單一功能存在之農塘或蓄水池已較不能符合現況土地利用，故另衍生出兼具沈砂、滯洪、蓄水及綠美化的多功能水池，本規劃案建議應由農民或由農民向水土保持局提出補助申請，依當地需求新建蓄水池，其雖無助於土壤水源涵養之功效，但為當地灌溉提供用水來源滿足水需求，亦屬達到保水用意的一種。

烏山頭水庫集水區坡地及農地水土保持擬定工程區位及項目分別如表4-5-2所示。

表 4-5-1 農地水土保持建議工法表

項次	使用類型	建議工法或方案			
		農場規劃	工程方法	農藝方法	植生方法
1	土地合理利用為原則，妥善規劃農地上之各種設施	◎			
2	避免雨滴打擊地表，發生飛濺沖蝕現象				◎
3	增加土壤抗蝕性		◎	◎	◎
4	地表之雨水滲入土中，以減少地表逕流		◎	◎	◎
5	增加地表粗糙率，降低地表逕流水之流速		◎	◎	◎
6	地表逕流須導入安全排水系統		◎	◎	◎
7	易發生沖蝕崩壞之地點		◎	◎	◎

表 4-5-2 烏山頭水庫集水區坡地及農地水土保持工程一覽表

編號	TWD97(X)	TWD97(Y)	工程名稱	工程內容
坡-01	187,811	2,570,427	縣 174 旁坡面排水工程	縱向排水溝長 200m，橫向排水溝 80m、靜水池乙座(2m×2m×2m)。
坡-02	189,036	2,569,988	縣 174 旁坡面排水工程	縱向排水溝長 100m，橫向排水溝 50m、靜水池乙座(2m×2m×2m)。
坡-03	195,203	2,570,211	內坑支線旁坡面排水工程	縱向排水溝長 250m，橫向排水溝 100m、靜水池乙座(2m×2m×2m)。

4-6 道路水土保持

4-6-1 治理原則

通常道路破壞之原因多屬於道路上下邊坡滑動造成路面土石堆積與路基流失，導致路面下陷甚至道路中斷。另外，雖有高品質的道路設計但道路之排水系統往往是不良的，尤其缺少縱橫排水溝造成逕流集中亦為道路破壞之主要原因之一。因此道路水土保持主要包括有道路上下邊坡穩定處理、路面排水系統以及橫向排水系統。

故開闢道路應按地形、地質、重要程度、交通量等重視選定適當之道路設計規範及邊坡穩定原則設計施工，更不得超限構築。若位於地形陡峻、地質不良之特殊地段，因考慮施工不易及維護困難之情況，應選用較低標準之規範來開闢，以減少開挖面積、土方及破壞自然。另外應加強安全防護措施如護欄、標誌等設施以策安全。

所以，未來除配合水土保持法之規範以及治山防災之治理工程外，應改善道路設計施工規範，現有道路逐年改進道路通洪、橫向排水、邊坡排水等水土保持設施，以維護良好之道路功能。

本計畫區道路水土保持因不同原因造成之破壞，其治理原則如下：

(一) 土石流對道路之破壞

本計畫區內烏山頭水庫有南縣DF019、南縣DF020、南縣DF021及嘉縣DF029等4條土石流潛勢溪流通過縣174；過去因直接沖毀、淤埋道路路基或沖毀橋樑，造成道路中斷。而面對此一問題最佳之態度為適度之退讓，而非對抗，以避免災害一再重複發生。因此，最佳之作為可採以工程性方式及改建現有橋樑增加排洪斷面(減少橋柱、增加跨距、增加淨高)，或者透過土石流整治方法，以清淤或在上游處攔阻土石下移，減少土石流對道路之危害程度。

(二) 道路上邊坡崩塌對道路之破壞

道路上邊坡受人為或自然因素影響，在外力激發(地震或豪雨作用)之下，常因土體滑動崩落而使道路阻斷，其處理對策將以邊坡穩定處理手法為主，處理方式可以較偏向工程方法或較偏向生態之植生方式進行。至於上邊坡岩石墜落對道路危害之處理方式，應視邊坡崩塌機制選擇適當之處理工法，若屬小規模落石，可採防止落石發生之工法或採捕

捉落石之方法處理，本計畫區內多處道路上邊坡擋土牆上方多採防落石網即屬之。另外，道路上邊坡如有危木仍應儘速清除，縱橫向排水及坡頂截水亦需設置。

(三)道路下邊坡崩塌對道路之破壞

道路下邊坡崩塌對道路之破壞，主要為造成路基流失。因此除了上述之處理對策以外，治標方式可包括加深路基基礎甚至採用深基礎，治本方式則可採蝕溝控制與河岸保護之相關工法以避免降低下邊坡之穩定性；除此之外，道路排水之改善對於道路下邊坡之穩定亦相當重要。

(四)道路邊坡整體穩定性不足對道路之破壞

道路所處邊坡整體穩定性不足，將因整體滑移而造成路基斷裂，最常見之情形為路基位於崩塌地或斷層錯動區，面對此一災害，最佳之處理對策係以非工程方式處理，即以避開為宜，尤其大規模之崩塌地或重要斷層破碎帶，若以工程方式對抗，常將面臨失敗之命運。

(五)道路排水系統不良對道路之破壞

道路排水系統不良所造成之問題，為與工程設計、施工相關性較高之一項因素。排水不良之問題包括：道路無排水溝或排水斷面不足、道路坡度過陡，地表逕流嚴重破壞排水溝甚或路面、道路排水溝排水成效不彰、逕流未於適當地點排放或放流口未能發揮消能功效，以致造成下邊坡之沖蝕甚或崩塌。因此需設計良好之排水溝並於適當地點設置集水井及放流口之消能設施。

4-6-2 治理對策

計畫區內道路損壞情形烏山頭水庫以道路下邊坡崩塌造成路基下滑，使路面寬度變窄，及道路無施設排水設施，如側溝、排水溝及集水井等，造成逕流沿路而下，沖刷路面造成損壞。

因此，針對現況問題，區內之道路水土保持工作包括：(1)加強養護路基及邊坡，使路基、路肩、邊坡、擋土牆及其他保護路基設備；(2)針對道路路面老化進行養護、改善；(3)加強道路截排水、縱橫向排水設施及(4)區內道路主管機關，於緊急強修通時，常有不當之棄土，造成二次災害，應有完善之臨時防災措施及土方運棄計畫。

依據水土保持局以往研究報告指出，路面無妥善排水處理之路段單就

地表年沖蝕量高達200公噸/公頃，為達下游淤積減量之目標，必須針對道路縱橫向排水及邊坡穩定進行妥善處理。道路沖蝕現象可分成上坡沖蝕、下坡沖蝕、路面及路溝沖蝕等三種，其控制方法亦各有不同，在實際應用時必須因地制宜，妥善配合，才能處理成功。至於道路之各種沖蝕現象及其控制方法，如表4-6-1所示，排水設施如圖4-6-1，集水井、涵管及消能設施配置如圖4-6-2。

此外，建議路權機關仿照水土保持局之「土石流預警系統」，建置道路預警系統以落實風險管理，並由相關單位應於道路、橋樑不安全、有潛在威脅或已發佈警戒時進行交通管制，提早避免災害或危害用路人安全之情況發生。

表 4-6-1 各種道路沖蝕現象及控制方法表

位 置	沖蝕現象	控制方法
上 坡	逕流自挖方上端集中，發生蝕溝	截洩溝、排水溝
	挖方本身缺乏植生保護，發生沖蝕	植生盤、植生帶、種子噴射法
	坡腳因底土滲流，發生崩坍	擋土牆、格籠、蛇籠、PVC板、底土排水、預鑄框容土植生法、自由型框容土植生法
下 坡	道路排水系統不良，沖蝕下坡	改良排水措施，設置消能設施
	填方未壓實，產生裂縫或坡腳淘刷因而發生坍塌	消除裂縫、坡腳拋石及填土
	填方無表層安定處理及植生覆蓋、發生嚴重沖蝕	打樁埋枝、綠化帶
路面及路溝	路面坡降過大，發生沖蝕	橫溝、路面種草或鋪設混凝土
	路溝溝底過陡，發生沖蝕	跌水、堆石及植生保護

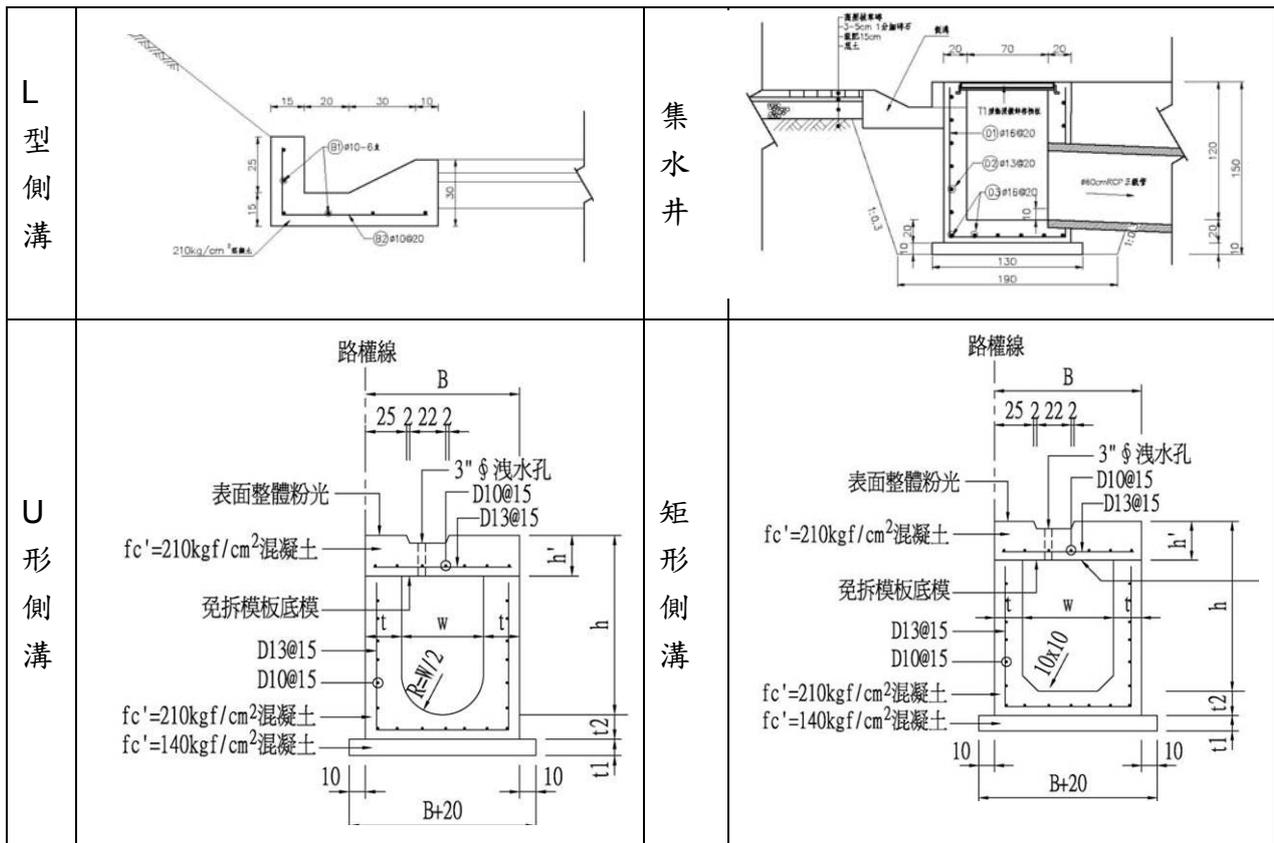


圖 4-6-1 道路排水設施圖

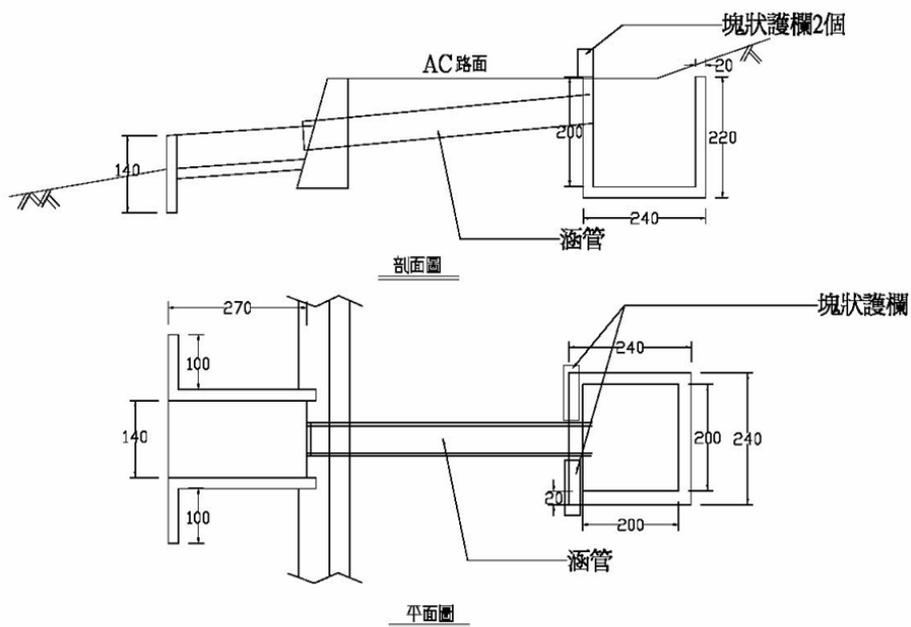


圖 4-6-2 集水井、涵管及消能設施配置圖

烏山頭水庫集水區道路水土保持擬定工程區位及項目分別如表4-6-2所示。

表 4-6-2 烏山頭水庫集水區道路水土保持工程一覽表

編號	TWD97(X)	TWD97(Y)	工程名稱	工程內容
道-02	186430	2570511	縣 174 道路改善工程	路基改善乙式，AC 重鋪 100m ² 。
道-03	187737	2569338	王爺村支線道路排水工程	排水側溝長 150m，橫向溝 10m，集水井乙座(2m×2m×2m)。
道-04	190560	2569523	北勢坑支線道路排水工程	排水側溝長 250m，橫向溝 40m，集水井 2 座(2m×2m×2m)。
道-05	191068	2569861	北勢坑支線道路改善工程	道路下方施設擋土牆長 50m，高 2m，路面重鋪設 40m ² 。
道-06	191161	2570074	北勢坑支線道路改善一期工程	溪流凹岸處施設混凝土護岸長 80m，道路路基改善乙式，AC 路面重鋪 100m ² 。
道-07	191188	2570039	北勢坑支線道路改善二期工程	溪流左岸施設混凝土護岸保護長 70m，道路路基改善乙式，AC 路面重鋪 80m ² 。
道-11	194505	2570517	內坑支線道路改善一期工程	道路路基改善乙式，AC 路面重鋪 60m ² 。
道-12	194539	2570462	內坑支線道路改善二期工程	道路下邊坡擋土牆長 50m，路基改善乙式，AC 路面重鋪 30m ² 。
道-13	195933	2569534	縣 174 道路道路改善工程	路基改善乙式，AC 重鋪 100m ² 。
道-14	194279	2566323	馬斗欄支線道路改善工程	路基改善乙式，道路重新鋪設長 300m。
道-15	193357	2567445	南勢坑支線道路改善工程	路基改善乙式，AC 路面重鋪 70m ² 。
道-16	191759	2568144	南勢坑支線排水工程	排水溝清淤長 300m。
道-17	188448	2564918	大井支線道路改善工程	打除損壞路面乙式，路基修補改善乙式，PC 重鋪 50m ² 。
道-18	188427	2565106	大井支線道路改善工程	擋土牆(L=80m,H=2m)，L 型側溝排水長 50m，路基改善乙式，PC 路面重鋪 110m ² 。

4-7 坡地保育、植生綠美化及棲地改善

4-7-1 坡地保育

本計畫之烏山頭水庫泥砂淤積問題嚴重，主要土砂來源包括：崩塌、河道沖刷以及土壤沖蝕等三項，由於水庫淤積之泥砂以細顆粒為主，故如何降低本區之土壤沖蝕量，以及減少坡地土砂災害發生之機率與規模，為重要工作之一，這部分除治理工程之外，應配合坡地保育處理，規劃執行之項目，包含加強農地水土保持、劃編保安林以及加強山坡地管理工作等。

一、加強農地水土保持部分

由於本區農業使用土地面積甚廣(約20%)，故農地水土保持工作相當重要，經現場調查，目前農地水土保持主要以等高耕作或簡易之山邊溝排水為主，但均未施設農地沉砂池，故對於農地土砂產出之控制較為缺乏，此一問題在農地除草、改作等需以機具進行一定程度之開挖致使土

壤裸露時最為明顯，考量到可行性、便利性與經濟性，規劃以土壤袋配合不透水布之方式加強農地排水與農地沉砂池之設置（亦可側坡與池底、渠底均以鋪設土壤袋方式處理），以提升對農地土砂生產控制之效果，但考量若全面對農地進行改善，推行阻力較大，因此建議規劃以施設山邊溝方式作橫向排水，以噴漿溝配合靜水池做縱向排水，並於排水出口施設農地沉砂池，由於該農地屬私有土地，故上述之改善方案，規劃由主管機關依水土保持法第22條規定「山坡地超限利用者，或從事農、林、漁牧業，未依第10條規定使用土地或未依水土保持技術規範實施水土保持之處理與維護者，由直轄市或縣（市）主管機關會同有關機關通知水土保持義務人限期改正…」，要求限期改正，並加強輔導，完成改善後可作為本區農地水土保持之參考。

另外，如現場地形許可，園內道之設置，可考量以不透水黏土鋪底，上覆碎石級配，排水設施除道路邊溝之外，可以較為密集之方式設置靜水池，亦可收到控制土砂流出之效果。農地水土保持之規劃方案，應配合山坡地管理、宣導及輔導措施推動，方可收到較佳之執行成效。

二、劃編保安林或緩衝帶

本區之最主要之農業行為，以種植果樹、檳榔、竹類等為主，這些農作物由於種植時間已久，坡面除農作物外大多為草地覆蓋形式，但依照現場情形看來，這些農耕地對地表土壤之保護，仍不如區內複合林相之林地，故長期而言，可將面臨水庫之全部坡地及對水庫威脅性較大之土地（包含林地、農耕地等），依照法定程序，編入保安林或於農園下方及水庫周邊施設緩衝帶，鑑於水資源之開發益形艱難，為保育水土資源，延長水庫壽命，建議後續主管機關仍應持續爭取經費辦理，補助經費，降低民眾異議。

三、加強山坡地管理工作

在山坡地管理部分，主要是為了減少不當之開發行為，各目的事業主管機關應依照其主管法令與權責，執行查報取締工作，在農業使用土地部分亦可依照山坡地保育利用條例第16條第3項所規定「山坡地供農業使用者，應實施土地可利用限度分類…。土地可利用限度分類標準，由中央主管機關定之」，依山坡地土地之可利用限度分類標準，強化農業使用土地之保育利用與管理工作，避免不當之開發引起不必要之災害發

生，並應配合宣導與輔導工作執行，使民眾能確實瞭解問題所在，達到保育水土資源人人有責之共識，以確實達到集水區永續經營之目的。

4-7-2 植生綠美化

本計畫執行方向除了希望以防洪安全為主之外，更希望能兼具生態、景觀、親水及教育的功能，同時反應自然生態，人文歷史的獨特性。經過計畫區現場的踏勘並與當地里長、居民討論的結果，對於計畫區植生綠美化相關地點，配合各項整治工程及當地居民需求一併考量。配合野溪坑溝整治、崩塌地整治及土石流潛勢溪流整治進行植生綠美化工作，以達到風景區、河川沿岸或河川景觀美化之目的。

4-7-3 棲地改善

針對計畫區內之人工渠道進行溪流生態環境營造，以人為手法恢復或營造自然生態環境，創造富自然性的溪流。有關生態環境復育原則如下：

1. 多樣化之棲地環境：建議於適當河段營造多樣化棲地環境，如深潭、淺灘等，故本計畫預定以溪床拋石工或興建拋石丁壩改善，改善區位：烏山頭水庫選定在鹽井坑處。
2. 維護生態系：除了水域生態，應兼顧陸域生態環境等周邊設施，使其生態系臻於完備。
3. 施工現場因地制宜：棲地改善或復育設施，應與現地狀況配合，施工前應深入瞭解現地環境，適時修正。

而棲地改善及復育步驟如下：

1. 生態棲地環境基本資料與瞭解：建議對河川區域之生態環境建立長期監測計畫、建立資料庫，並對時間與空間之演替提出具體改善計畫。
2. 選擇試辦河段：棲地改善或復育工法，可選擇敏感度較低之區域進行試辦計畫，其試辦結果可作為同一流域之依據。
3. 改善或復育成果之後續追蹤檢討：生態環境之改變無法立即呈現，需長期追蹤才能研判其變化，因此建議生態棲地改善計畫內容應包含後續成果追蹤紀錄。

4-8 危險部落保護

北勢坑聚落位於北勢坑溪兩側，現場調查發現北勢坑溪河寬狹窄且土砂淤積嚴重，造成通洪斷面減少，道路大都未施設排水設施；莫拉克颱風時水漫淹道路，道路及果園內積水，造成行車困難，建議進行拓寬河道且進行清淤，避免聚落聯外道路中斷，主要保全對象為民宅共約40人及支線道路。

大埔仔聚落因位於烏山頭水庫淹沒區邊緣，下邊坡基腳侵蝕嚴重，造成聚落果園土地流失，建議進行基腳保護與聚落內排水設施，以維護聚落安全，主要保全對象為民宅共約25人及支線道路。

馬斗欄聚落因處於地勢低窪處，於現場調查時發現聚落聯外道路中斷，詢問附近居民得知，在今年6月18日發生道路沉陷2公尺深，造成道路中斷；於莫拉克颱風時，縣政府及鄉公所進行相關物資補給並勸導聚落內居民暫離危險區域，主要保全對象為民宅共約70人及支線道路。

4-9 造林植生及水源涵養規劃

一、造林植生及水源涵養措施

颱風、豪雨之降雨流量，部份可經河川疏往下游入海，直接有效減少下游地區洪水之災害，惟此降雨量若能使其蓄留於森林土壤中而造成綠色森林水庫，不僅亦具有延滯及抑平洪峰、達成減洪效益，亦且蓄成地下水滲流量更可長時提供地區民生、工業等之水利用，對於整體水資源之開發利用而言，更具效益。就此，對於森林水庫之認識與建立實有待長時不斷的呼籲與推動造林。

二、森林經營管理

(一)補植造林—以宜林地、林班地等遭違規使用或超限利用或濫墾進行取締後收回之地區或植生密度不佳之處補植林木，使其形成複層林或混淆複層林，並積極對於集水區內既有之林地進行復育。

(二)森林保護—良好的森林保護，對水庫集水區森林之涵養水源功能及水庫壽命，影響至大，對所有破壞森林之行為及導致森林功能受損之因子，應予有效控制。

(三)保育、防災宣傳及解說牌之豎立

- 1.設置森林火災告示牌，以提醒入山活動人員發生易發生火災區域及正確防火觀念以降低火災發生機會、提供火災資訊。
- 2.讓民眾瞭解水庫集水區森林之重要性及有關法律規定，可加強民眾愛林及保育的觀念。
- 3.保育宣傳需與媒體、學術機關及環保團體結合，亦可配合森林遊憩活動進行保育宣傳。

4-10 緩衝帶之規劃

4-10-1 緩衝帶劃設原則

集水區因道路施工、農牧地耕種及逕流沖蝕而造成果園農藥污染水源及泥砂隨逕流淤積水庫內，復因集水區土壤抗蝕力較弱，致淹沒區邊坡雖林木覆蓋良好，但因受波之沖擊及水份毛細現象作用後，將造成側向解壓使邊坡土方崩塌、墜落及植物根系因浸水難以存活等問題。依據水土保持法規定，水庫周邊應設置適當之緩衝帶，藉以過濾土石、農藥之污染。有關緩衝帶治理原則如下：

- 一、依據現行法令規定設置緩衝帶。
- 二、緩衝帶設置，須能防制或減緩砂石下滑而淤積水庫。
- 三、緩衝帶設置，須能過濾或減少水庫農藥對水庫水質污染。
- 四、緩衝帶範圍應實施植生、造林或防砂工程使用，以維護水庫安全。
- 五、緩衝帶設置，仍需配合行政管理措施及推動宣導水土保持觀念。

4-10-2 緩衝帶功能及相關研究報告

一、對水和淤泥之影響

- 1.增加緩衝帶入滲能力，以減少表面逕流。
- 2.以緩衝帶的植生來增加地表水力粗糙度，以降低表面逕流的速度。
- 3.密集的植生增加物理性的過濾效應。

地表逕流入滲到緩衝帶內可以在短時間達到過濾溶解性污染物及對泥沙運移之效果。在美國的試區試驗報告中曾提出草地的緩衝帶可過濾80%以上的淤泥，但緩衝帶在黏粒土壤地，尤其是在較窄的條狀地緩衝效果較不好。

二、對污染物運移之影響

1. 在其森林中的前19公尺，一年中氮、磷的濃度分別減少了83%和81%。(Knauer and Mander,1989)。
2. 在德國Schleswing Holstein地區，來自於施肥田間之表面逕流流過赤楊林緩衝帶時，能滯留82%的銨基鹽和61%的硝酸鹽。而自然的草生地也分別有效的滯留銨基鹽和硝酸鹽(61%與58%)，但永久放牧地之滯留量則較少(9%與33%)。
3. Asmussen et al.,(1997)報告中指出殺草劑2.4-D通過24.4公尺的濕生與乾生草溝時總量分別減少77%與69%。其認為殺蟲劑減少的原因是水的入滲、泥沙沉積及植生與有機物的吸附。
4. Doyle等(1977)與Young等(1980)報告中指出緩衝帶有高度滯留磷的能力，而Dillaha等(1989)則指出可溶性磷的含量在經過緩衝帶後有增加的傾向。
5. 緩衝帶除去污染物質的能力較除去泥砂的能力差(Dillaha et al.,1987)。
6. 污染物質被滯留於緩衝帶的因果作用仍有爭議，Dillaha等(1987)以及Magette等(1989)在短期試驗中表示，雖然全磷量在運送過程中會降低，但可溶性和有效性磷的含量是可轉變。
7. 在德國Knauer與Mander(1989)報告關於不同植生型緩衝帶作用的比較，其效果依植生之密度及地被落葉、木質碎屑而定；發現赤楊與天然草地之間並無明顯的不同，而在長期之牧草地中則發現對於氮的效果特別小。
8. 台灣地區之研究：

在國內丁昭義與陳慶雄(1981,1984)；謝長富與陳尊賢(1989)；陳連興(1989)由研究試驗指出，河岸周緣緩衝帶之寬度可依污染物之不同，而至少必須有10公尺至60公尺方可發揮其功能，一般最好在30公尺以上才可確保河流或水庫之優良水質並避免受到水土污染的影響。

三、農藥過濾

1. 依據台灣大學教授陳信雄博士於1979年至1984年「森林緩衝帶對農藥

過濾作用」之研究指出，對水不溶性的農藥需保留30公尺柳杉人工林地，而對於水溶性的農藥則至少有須60公尺的緩衝帶。

2. 依據台灣大學陳尊賢等人針對德基水庫鄰近果園養分之截留作用研究報告指出，德基水庫周緣果園區之營養鹽，進入河岸森林緩衝帶後，在約三十公尺之距離內，即可將磷酸根、鉀、鈣、鎂與銨態氮等離子截留住，而使其濃度有明顯降低之趨勢，但建議安全之河岸森林緩衝帶寬度應至少50公尺。
3. Lowrance等人(1988)曾研究指出，在植生生長良好之地區，銻(Sr)-137在森林帶距離交界30公尺處之含量最高，之後即急劇減少；而Cooper等人(1983)與Cooper and Gillian(1987)則研究表示，河岸森林帶能夠沉積銻-137，說明河岸森林緩衝帶如有足夠之寬度，則可有效地阻絕營養及較細粒子之移動；此外，Jordan等人(1993)亦以溴離子(Br)作為追蹤劑，在美國馬里蘭州之試驗地對營養鹽之移動情形進行研究，顯示如有約30公尺之森林緩衝寬度即可將養分截取並滯留。
4. 林崇明(1988)研究指出，至少需要10公尺的緩衝寬度才能有效降低土壤水溶液中磷酸根及全磷之濃度。Peter john and Correll(1984)亦研究說明，至少需要19公尺之周緣緩衝帶，才可有效地降低營養鹽進入水庫之現象，如此即可使硝酸態氮降低79%，而P、C亦有明顯降低之現象。

4-10-3 緩衝帶範圍之擬定

為達保育水土資源、涵養水源、淨化水質、防止土砂災害，延續水庫壽命，維護自然生態環境等目標，並兼顧土地權利人合理使用土地之權益下，建議針對烏山頭水庫劃設「緩衝帶」，其緩衝帶寬度擬定應包含：

1. 依據水庫保護帶之相關法規。
2. 依據毛細作用影響範圍。
3. 依據過濾泥砂所需長度。
4. 依據過濾農藥及肥料所需寬度。

一、依據水庫保護帶之相關法規

(一)我國現行法令

1. 水土保持法

依據「水土保持法」第20條規定：經劃定為特定水土保持區之水庫集水區，其管理機關應於水庫滿水位線起算至水平距離30m或至50m範圍內，設置保護帶。其它特定水土保持區由管理機關視實際需要報請中央主管機關核準設置之。前項保護帶內之私有地得辦理徵收，公有土地得辦理撥用，其已放租之土地應終止租約回收。第一項水庫集水區保護帶以上之區域屬森林者，應編為保安林，依森林法有關規定辦理。

2. 水庫蓄水範圍使用管理辦法(1999年6月30日訂定，2005年5月27日修正)

依據「水庫蓄水範圍使用管理辦法」第3條規定：本辦法所稱水庫蓄水範圍(以下簡稱蓄水範圍)，指水庫設計最高洪水位與其迴水所及蓄水水域、水庫相關重要設施之土地與水面及必要之保護帶。前項蓄水範圍應由管理機關(構)擬定送主管機關會同有關機關(構)勘定後核定公告之。變更或廢止時亦同。

(二) 日本相關法令

日本河川法第54條

1. 河川管理者認為有必要時，為保護河岸或河川管理設施，可將鄰接河川區域之一定範圍設定為河川保護區。
2. 河川保護區之設定，以保護該河岸或河川管理設施所需之最小區域為限，且不超過自河川界線起50公尺之範圍。但因地形、地質情況，確為必要時可設定其範圍超過50公尺。

(三) 美國農業部

美國農業部在其耕地保育計畫內所推薦之緩衝帶寬度為20~30m，而在森林集水區內，沿著溪流兩岸之緩衝帶至少需有30m。

二、依據毛細作用影響範圍。

為解決溪流周邊水分上滲而致植物根系受損，緩衝帶最好能包括受毛細作用影響範圍。依據毛細現象上升作用可能之高度，並依溪流周邊之坡度，推估所需之寬度，推估公式如下：

$$hc = \frac{K}{e \times D_{10}}$$

式中，hc：為水份上升高度(公分)。

K：為常數，介於0.1至0.5之間(cm^2)，採0.3

e：為孔隙比，採用0.3

D_{10} ：為有效料徑(公分)，採用0.003

由上述公式推求不同不同坡度毛細作用影響範圍(如表4-10-1)；依據水庫周邊平均坡度；烏山頭水庫約為 30.96° (60%)，推算所需緩衝帶側坡長度為6.00m。

表 4-10-1 不同坡度毛細作用影響範圍表

坡度(%)	水份上升高度hc(m)	保護帶寬度W(m)
0~5	3.33	66.6
5~10	3.33	33.3
10~20	3.33	16.65
20~30	3.33	11.1
30~40	3.33	8.33
40~50	3.33	6.66
50~100	3.33	3.33

資料來源：本計畫整理

三、依據過濾泥砂所需長度。

目前國內外對緩衝帶研究大多以土石下移坡面長度，訂定過濾泥砂所需長度，因泥砂為邊坡最主要之污染源，故以土石下移長度作為緩衝帶所需長度之標準。林業試驗所於1990年經參考Clinnick(1985)及Swift(1986)之研究，於六龜試驗所實驗所得之緩衝帶所需長度如下：

$$F=10+0.03 \times S^2$$

式中，F為側坡長度(公尺)，S為側坡坡度(度)

由上述公式推求不同坡度下過濾泥砂所需長度(如表4-10-2所示)，依據烏山頭水庫平均坡度為 30.96° ，推算所需緩衝帶側坡長度為38.76公尺。

表 4-10-2 不同坡度過濾泥砂所需長度表

坡度(%)	坡度(度)	保護帶寬度W(m)
0~5	0~2.86	10.25
5~10	2.86~5.71	10.98
10~20	5.71~11.31	13.84
20~30	11.31~16.70	18.37
30~40	16.70~21.80	24.26
40~50	21.80~26.57	31.18
50~100	26.57~45	70.75

資料來源：林業試驗所

四、依據過濾農藥及肥料所需寬度

計畫區緩衝帶位於潛在污染源與地表水體間之人工栽植或天然植被，設置後可減緩漫地水流能從逕流水中去除泥砂、營養鹽及農藥。由於地表土壤入滲率之差異，計畫區地表土壤常混有石片或礫石，粗孔隙多，土壤飽和入滲率極高，地表逕流水發生之機率甚低。以目前常用的土壤中化學物傳輸模式有以下三種：即(1)表土層的農藥傳輸模式(PRZM, Pesticide Root Zone Model)、(2)線性系統模式和(3)指標模式(Index Method)三種，PRZM模式、線性系統模式或其他類似模式中化學物在土壤中的傳輸機制，在應用上因所需參數較多，模擬時資料不足，故應用上常受到限制，尤其在大面積模擬時，實地資料的不足常導致模式係數無法正確的估算。而指標模式較簡單，所需參數較少，且國內外已有成功的應用經驗可資參考，故本計畫使用指標模式進行估算與預測。

參照輔導會武陵農場「有勝溪集水區治理計畫」，推得緩衝帶過濾農藥、肥料其所需斜坡方向之適當長度為如下：

$$L_{\text{buffer}} \geq 8/\sin \theta$$

如考慮安全係數(C_s)，則可修改為下式。

$$L_{\text{buffer}} \geq 8C_s/\sin \theta$$

式中， L_{buffer} ：適當過濾帶斜坡長度(公尺)； C_s ：為 ≥ 1 之安全係數；

θ ：為緩衝過濾帶之坡度。

由上述公式推求不同坡度下過濾農藥、肥料所需斜坡方向之適當長度(如表4-10-3所示)；依據烏山頭水庫周邊平均坡度為 30.96° ，推算所需緩衝帶側坡長度為17.11公尺。

表 4-10-3 不同坡度過濾農藥、肥料所需長度表

坡度(%)	坡度(度)	sin θ	安全係數 cs	保護帶寬度W(m)
0~5	0~2.86	0.05	1.1	176.35
5~10	2.86~5.71	0.10	1.1	88.44
10~20	5.71~11.31	0.20	1.1	44.88
20~30	11.31~16.70	0.29	1.1	30.62
30~40	16.70~21.80	0.37	1.1	23.69
40~50	21.80~26.57	0.45	1.1	19.67
50~100	26.57~45	0.71	1.1	12.45

資料來源：武陵農場「有勝溪集水區治理計畫」

五、緩衝帶寬度

本計畫依據法令規定、毛細作用、農藥過濾、泥砂過濾等因素，相對應本計畫範圍集水區之地形、水質優養化問題及未來水庫集水區經營方式等機制條件，並參考各專家學者之研究報告後，推算出烏山頭水庫因坡度較陡，過濾泥砂所需長度較長，故需39公尺寬度之緩衝帶，詳表4-10-4。

表 4-10-4 烏山頭水庫考慮各項因素所需緩衝帶寬度

考慮因素	緩衝帶寬度(公尺)
法令規定	30~50
毛細作用	4.00
泥砂過濾	38.76
農藥過濾	17.11
建議採用值	39.00

資料來源：本計畫整理

六、劃定條件及區域

由於坡面愈陡植物愈不易入侵，其存活率也低，表土高沖蝕率及表土流失嚴重。坡面植生復育須注意坡面及坡腳土壤化學性之差異外，可在坡腳平緩處設置緩衝帶，將坡面沖蝕下來之泥砂阻攔於坡腳，避免危害中、下游河道及水庫。目前在烏山頭水庫集水區內容易使土砂直接進入水庫的途徑計有與庫面直接接觸之坡面及主、支流兩側之邊坡兩部份，另外，各土石流潛勢溪之土石流量，亦是造成土石進入水庫相當大的隱憂，因此對於其下游土石沖積扇範圍內設置緩衝帶應有考量，茲分別說明如後述：

(一)與庫面直接接觸之坡面部分

由表4-10-4得到烏山頭水庫所需之庫區緩衝帶寬度為39公尺，在接近庫面部份因水庫漲落關係，且坡度較陡峭，少有草木生長，並不適宜緩衝帶之規劃設置，而往上至坡頂平緩處多為茂密之雜樹林、竹林及果園等，以避免泥砂進入水庫淤積。

(二)主、支流兩側之邊坡部份

此部份之坡面包括坡面之沖蝕所產生的土砂量，以及坡面、坡頂之崩塌量，此兩部分進入溪溝之土砂量會隨著水量流入水庫淤積。而緩衝帶之設置以規劃於各主、支流溪溝側岸邊坡之兩側為宜，以防制土石進入溪床。

(三)土石流潛勢溪流部份

為防範土石流潛勢溪流所產生之土砂，對下游保全對象(包含居民、住宅、道路、橋樑、農地、果園..等)造成災害，應於各土石流潛勢溪下游處適當區位(應於各類保全對象之上坡面處)設置緩衝帶，以將較大礫石攔阻避免其傷害下游之保全對象。

4-10-4 緩衝帶範圍之土地權屬及土地利用

依據本計畫劃定緩衝帶範圍線並轉換為二度分帶座標之地籍圖及土地利用圖資進行套繪，藉以瞭解緩衝帶範圍之地籍權屬及土地利用情形，茲分述如下：

一、土地權屬

烏山頭水庫緩衝帶範圍由滿水位標高58.18公尺起算至水平距離39公尺範圍，水庫緩衝帶涵蓋台南縣六甲鄉王爺村、大丘村、甲東村及官田鄉大崎村、社子村、嘉南村、與東山鄉南勢村，烏山頭水庫緩衝帶內主要地籍資料，參考水保局2008年山坡地籍數化成果，經套疊分析結果，國有地約549.21公頃、私有地約1.62公頃。其中國有地佔緩衝帶99.71%為最高，詳如表4-10-5及圖4-10-1所示。

二、土地利用

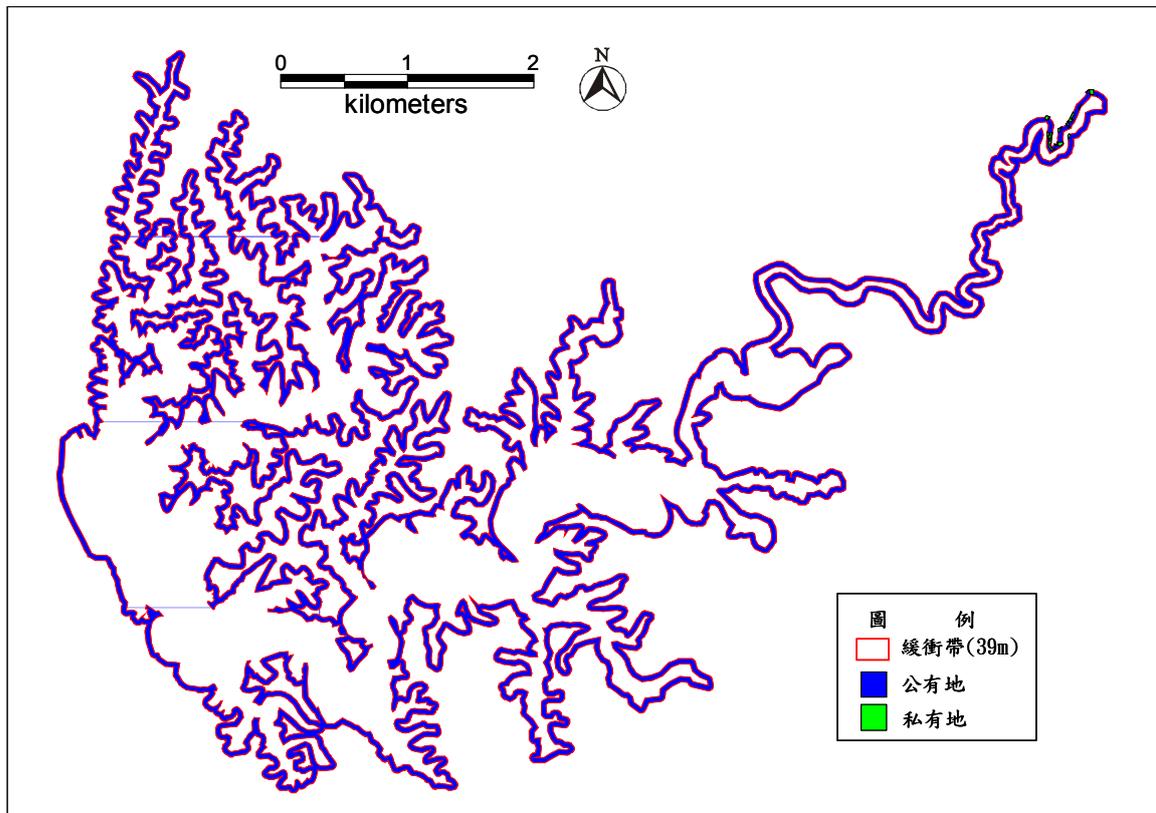
烏山頭水庫緩衝帶內無林班地，緩衝帶土地利用以竹林為主，面積約319.13公頃，約佔緩衝帶57.94%，土地利用情形詳如圖4-10-2及表

4-10-6所示。

表 4-10-5 烏山頭水庫緩衝帶範圍地籍統計表

類別	面積 (公頃)	百分比 (%)
私有地	1.62	0.29
國有地	549.21	99.71
總和	550.83	100.00

資料來源：本計畫整理



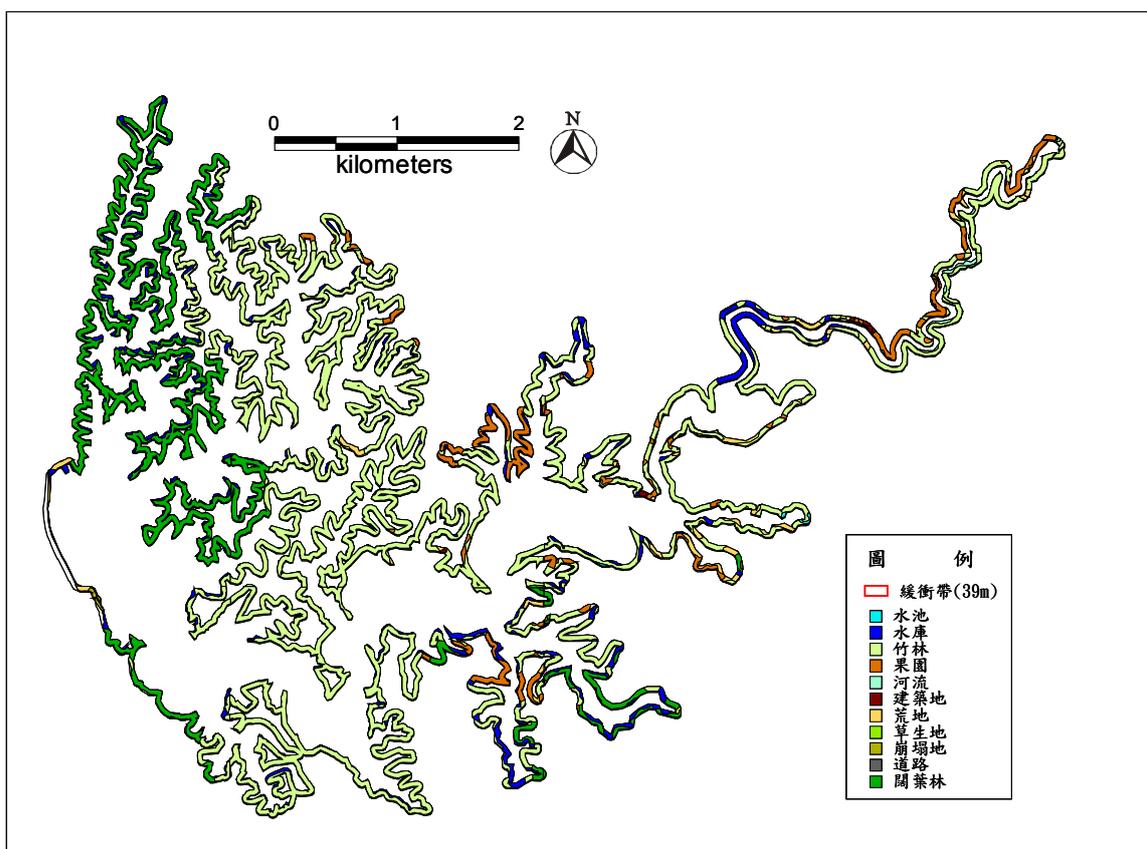
資料來源：台南地政事務所、水保局山坡地地籍數化成果(2008)及本計畫整理

圖 4-10-1 烏山頭水庫緩衝帶地籍分佈圖

表 4-10-6 烏山頭水庫緩衝帶範圍土地利用統計表

土地利用	面積 (ha)	百分比 (%)
闊葉林	125.53	22.79
果園	34.33	6.23
竹林	319.13	57.94
荒地	12.9	2.34
建築區	1.19	0.22
崩塌地	0.59	0.11
道路	0.43	0.08
水池	0.64	0.12
草生地	0.01	0.002
河流	2.07	0.37
水庫	54.01	9.8
合計	550.83	100.00

資料來源：本計畫整理



資料來源：參考水保局山坡地土地利用數化成果、行政區域圖及現場勘查修正。

圖 4-10-2 烏山頭水庫緩衝帶土地利用分佈圖

4-11 防砂壩清淤計畫

計畫區屬水庫集水區，因地質條件抗蝕力不佳、土壤易受沖蝕流失，故土砂生產量極大，尤其受以往颱風、豪雨事件所挾帶之豐沛雨量沖刷，水庫上游各溪流及野溪溪床堆積大量土砂，雖然各相關單位已在計畫區內施設相當數量之防砂壩，但依據現場調查結果，既設防砂壩多已淤滿無蓄砂空間，為避免土砂持續下移至烏山頭水庫庫區而造成庫容量減少，故水庫中、上游既有防砂壩清淤顯得格外重要，本計畫依據現地調查結果及訂定之清淤機制及原則，建置計畫區防砂壩清淤規劃。

4-11-1 清淤機制及原則

參考行政院水土保持局「野溪淤積土石清疏作業要點」(2008.12)、經濟部水利署「經濟部水庫淤泥利用處理作業要點」(2007.8)、經濟部「水庫集水區治理權責分工暨有關事項處理原則」(2007.1)及「經濟部水利署辦理中央管河川、區域排水疏濬工程作業要點」(2007.2)(詳附錄四)，並配合現地調查結果，訂定下述計畫區防砂壩清淤機制及原則：

一、防砂壩清淤原則

- (一)防砂壩淤積土石清疏應以野溪保育治理及防止土砂下移庫區為目標，不得危害既有構造物，影響上下游河道穩定。
- (二)清淤工程應針對用地無虞區域，及其產生之土石處理無問題者，優先辦理。
- (三)清淤所產生之土石，應有妥適處理方式，勿僅堆置於野溪兩岸，避免豪雨時又沖入野溪造成災害。如需堆置者，應依相關規定覓妥適當堆置場地，不得影響排洪或危及其他人、地、物及設施等。
- (四)清淤土石之標售，原則依採售分離方式辦理，但有(1)屬緊急清疏者、(2)清疏量二萬立方公尺以下者、(3)運距遠、(4)地形不佳、(5)廠商無申購意願及(6)其他特殊原因情形，主管機關得依採售合一方式辦理。
- (五)清淤土石堆置後之標售，應公開標售，其經標售二次無人投標者，得報經濟部轉財主機關核准提供政府機關申請作為公共工程使用。

二、防砂壩清淤機制

- (一)以本計畫調查計畫區內清淤作業機具可到達區位為主，首先進行現地

調查，除淤砂情形與進行河床粒徑調查分析外，尚調查上游不安定土砂量、是否有供清淤之道路或便道與既有設施之安定性，再依調查結果，進行評估。

- (二)於山坡地保育區範圍內之清淤土方應就地回填，恢復原本被沖毀之果園。
- (三)清淤工程盡量配合治理工程一併實施，可將清淤之卵塊石做為治理工程之材料(如：乾砌塊石護岸、混砌塊石護岸及斜坡式固床工等)，而細粒料可做為回填方使用。
- (四)清淤之土石方可利用砂石標售，標售所得經費可用於加強與維護工程，或挹注地方政府財政需求，將土石方充分利用。
- (五)依據相關法規配合事項：「水土保持法」、「山坡地保育利用條例」、「河川管理規則」、「辦理土石採取管理注意事項」、「水庫蓄水範圍管理辦法」、「野溪淤積土石清疏作業要點」、「經濟部水庫淤泥利用處理作業要點」及「水庫集水區治理權責分工暨有關事項處理原則」等，辦理土砂清疏、堆置及標售工作。

4-11-2 計畫區防砂壩清淤規劃

依據現場調查結果並參考訂定之清淤機制、原則，規劃烏山頭水庫上游馬斗攔橋防砂壩、縣174道路旁防砂壩1及防砂壩2、南縣DF021防砂壩、內坑防砂壩及第四防砂壩(位置詳圖4-11-1)等6座，採用陸面機械開挖進行清淤工作，規劃清淤防砂壩資料詳表4-11-1，總清淤量約為12,000m³。

表 4-11-1 烏山頭水庫規劃清淤防砂壩資料表

防砂壩名稱	淤積量 (m ³)	座標(97)		備註
		X	Y	
馬斗攔橋攔砂壩	3,000	194,650	2,566,511	
縣 174 道路旁防砂壩 1	1,000	195,505	2,568,712	
縣 174 道路旁防砂壩 2	1,500	195,828	2,569,154	
南縣 DF021 防砂壩	2,500	195,916	2,569,293	
內坑防砂壩	1,000	194,428	2,569,935	
第四攔砂壩	3,000	191,420	2,570,143	
總計	12,000			

註：淤積量為計畫清淤線與現況河床線之間的區塊面積 × 河寬

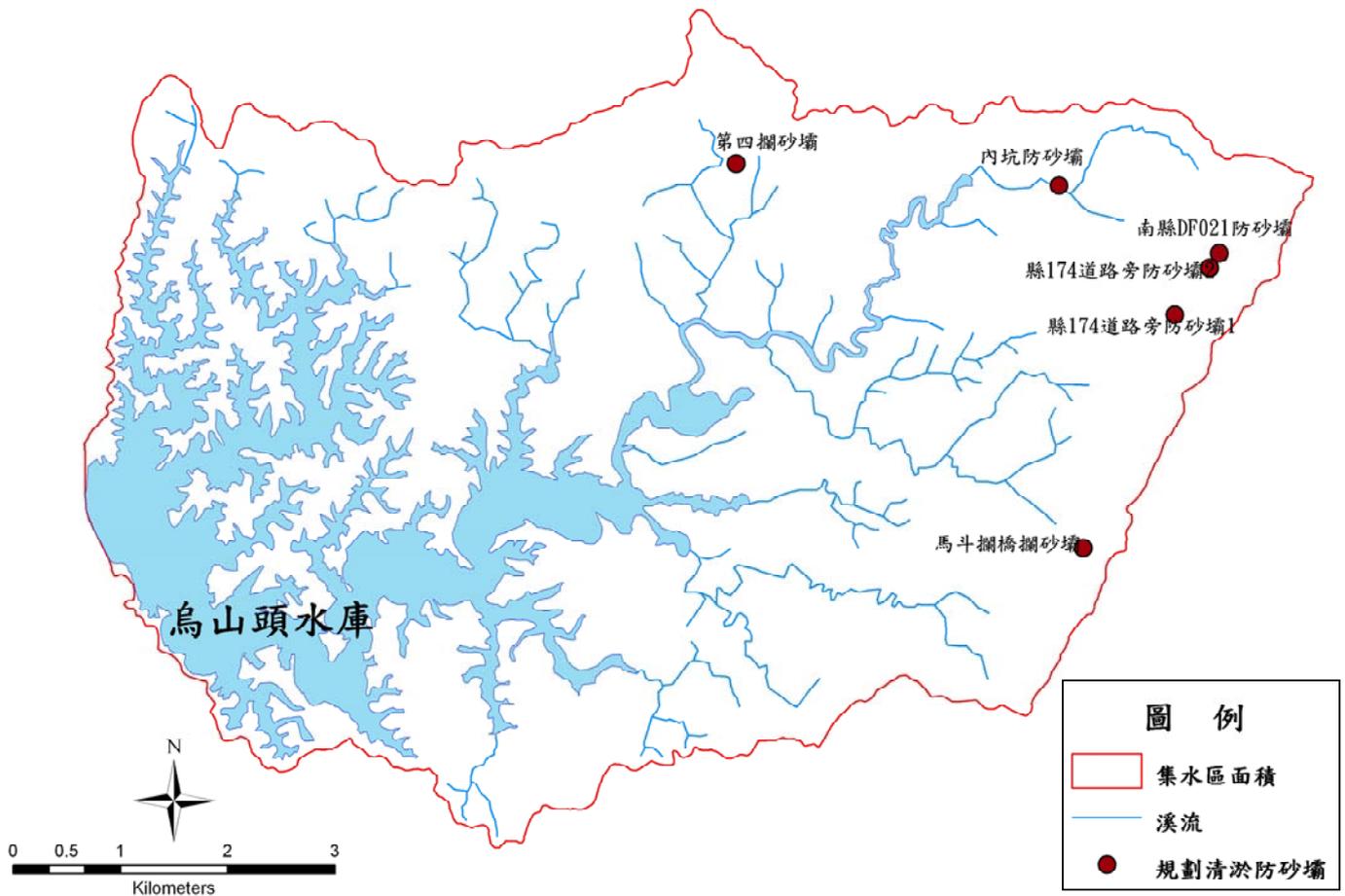


圖 4-11-1 烏山頭水庫防砂壩分佈及規劃清淤位置圖

三、清淤土方再利用方案

清淤土方視其成份及粒徑大小，有不同之再利用方式，如填土利用、陸地掩埋、農地改良或淤灌、國土保育等再利用方式，分述如下：

(一)填土利用

陸上機械開挖之清淤土方直接運至需借土之處，如填高窪地、填平山溝或作為建築地基用土，但需附近有用土需求，若清出之淤泥要作為直接作為建築地基用土，則還需通過強度測試。

(二)陸地掩埋

陸地掩埋係將清淤土方經脫水處理後，可選定水庫附近之低窪地予以掩埋，掩埋後之土地可供農耕、植生或其他用途。

(三)農地改良或淤灌

清淤土方之來源為集水區之表層土，若形成之過程未受到污染，則

可將防砂壩清淤所得之土砂經由改良填土或灌溉渠道導入農田，如此可解決浚淤物之處理問題外，亦可同時以淤泥所含養份提高農地之肥力，改良農地土質供農民從事「有機農業」，進而提高農產品之價值。

農委會台南農業改良場(顏、蔡等，2002)以白河水庫大壩右側沉澱池之淤泥，進行浚泥改良(添加泥炭土及蛭石)後之養殖土及有機土壤作物試驗，以五種旱作植物(玉米、高樑、大豆、蕃茄及葉菜類)作物試驗。結果顯示浚泥不經處理就直接種植之生育情形不如田土，而淤泥改良土之植物生長情形，除蕃茄外，其它植物之生長情形亦不如田土，應用淤泥於農業土壤改良需再作鬆土曝曬及混和田土之改良研究。

(四)國土保育-地工砂袋填料

河川與海岸之國土保育均需大量土質建材。水庫淤泥如能加以適當處理做為其建材，則不僅國土保育材料之來源持續不斷，水庫淤泥之去路問題亦相應解決。水庫淤泥再利用需具大量性、多元性及持續性等要求，而將淤泥做為地工砂袋及地工砂管之填料，作為河川與海岸國土保育之施工材料，符合這些基本要求(水庫淤泥應用於國土保育之研究3/3，2006，水利署)。

地工織物應用其本身高張力之特性，擠壓充填於其中之內容物，使其快速脫水並固化。地工織物具有內容物無化學變化產生、可隨地形改變形狀、機具簡便、施工快速、維護容易、造價便宜、可容納細小顆粒等特性。

地工織物目前已商業化並大量應用於護岸及環境保育方面，袋體直徑約1~4公尺，長度可視需要任意調整。清淤作業時可先將水庫淤泥抽(挖)至沉澱池或臨時堆置場，再填充至地工織物內運至適當地點作資源再利用。

四、清淤土方後續處理

規劃烏山頭水庫防砂壩清淤工作，土砂總清淤量可達約1.2萬 m^3 ，其土方後續處理方式依據前述所訂定之清淤原則，可採用標售、公共工程利用或土資場棄置方式處理。

(一)標售及公共工程利用

依據水土保持局「野溪淤積土石清疏作業要點」(2009.12)及「經濟

部水利署辦理中央管河川、區域排水疏濬工程作業要點」(2007.2)等規定之清淤土石方標售、處理辦法，規劃計畫區內清淤工作可採用：(1)土砂採售合一(2)土砂堆置後公開標售(3)公共工程利用等方式，以解決後續土石方處理問題。

- 1.土砂採售合一：計畫區內規劃防砂壩清淤量約為1.2萬 m^3 ，可規劃分次進行清淤工作，依規定每次清淤量於2萬 m^3 以下者，得可採用土砂採售合一辦法，以解決土方後續處理問題。
- 2.土砂堆置後公開標售：清淤土石方於適當地點堆置妥善後，依規定應公開標售二次，標售所得經費可用於加強與維護工程，或挹注地方政府財政需求，將土石方充分利用。
- 3.公共工程利用：規劃清淤工作可配合其他治理工作進行，將清淤之卵塊石做為治理工程之材料，而細粒料可做為回填方使用，或如土石方標售無人投標時，得報經濟部轉財主機關核准提供政府機關申請作為公共工程使用，或公告提供私人機關使用，以加速土石方清運。

(二)土資場棄置

考量計畫區內土石方堆置後續管理維護不易，且堆置土石方易受大雨及水流沖刷再次下移河道，其清淤土方外運既有土資場棄置擁有處理社會成本低及管理維護容易之優點。

依據營建餘土網站重要資料公告中「台灣地區營運中收容處理場所資料表」，可知於台南縣附近現有土資場計有6處，詳見表4-11-2，依據現況調查及路線規劃，可選定於縣內距烏山頭水庫最近之現有土資場「官輝工程有限公司營建剩餘土石方資源堆置場」，以降低運費成本及外縣市棄置土方行政上之糾紛。

烏山頭水庫清運路線規劃(詳圖4-11-2)，烏山頭水庫：最近之土資場為「官輝工程有限公司營建剩餘土石方資源堆置場」，由水庫集水區主要聯外道路縣174道路轉縣165道路，接至南118道路至土資場位址，集水區範圍至土資場運輸距離約6.5Km(詳圖4-11-2)。

表4-11-2 台南縣土資場資料一覽表

序號	縣市	流向編號	土資場名稱	功能類別	核准可填埋量(m ³)	核准年處理量(m ³)	備註
94	台南縣	DBK26705	台南縣麻豆鎮久生環保企業社	填埋型、轉運型	25,438	1,040,000	
95	台南縣	DCD09616	左鎮鄉菜寮段土石方資源堆置場	填埋型、轉運型	675,802	500,000	
96	台南縣	DEJ04829	台南縣大內鄉大內段土石方資源堆置場(台山企業行)	填埋型、轉運型	79,553	777,600	
97	台南縣	DFI29987	宏輝科技工程股份有限公司(台南縣柳營鄉五軍營段130-1、453、454-1等三筆地號營建剩餘土石方資源堆置場)	填埋型、轉運型	28,857	576,000	
98	台南縣	DGD18753	峻聯交通有限公司土石方資源堆置場	填埋型、轉運型	7,918	435,456	
99	台南縣	DHC11984	官輝工程有限公司營建剩餘土石方資源堆置場	填埋型、轉運型	60,168	576,000	烏山頭水庫清運點

資料來源：營建剩餘土網站(2009.9)

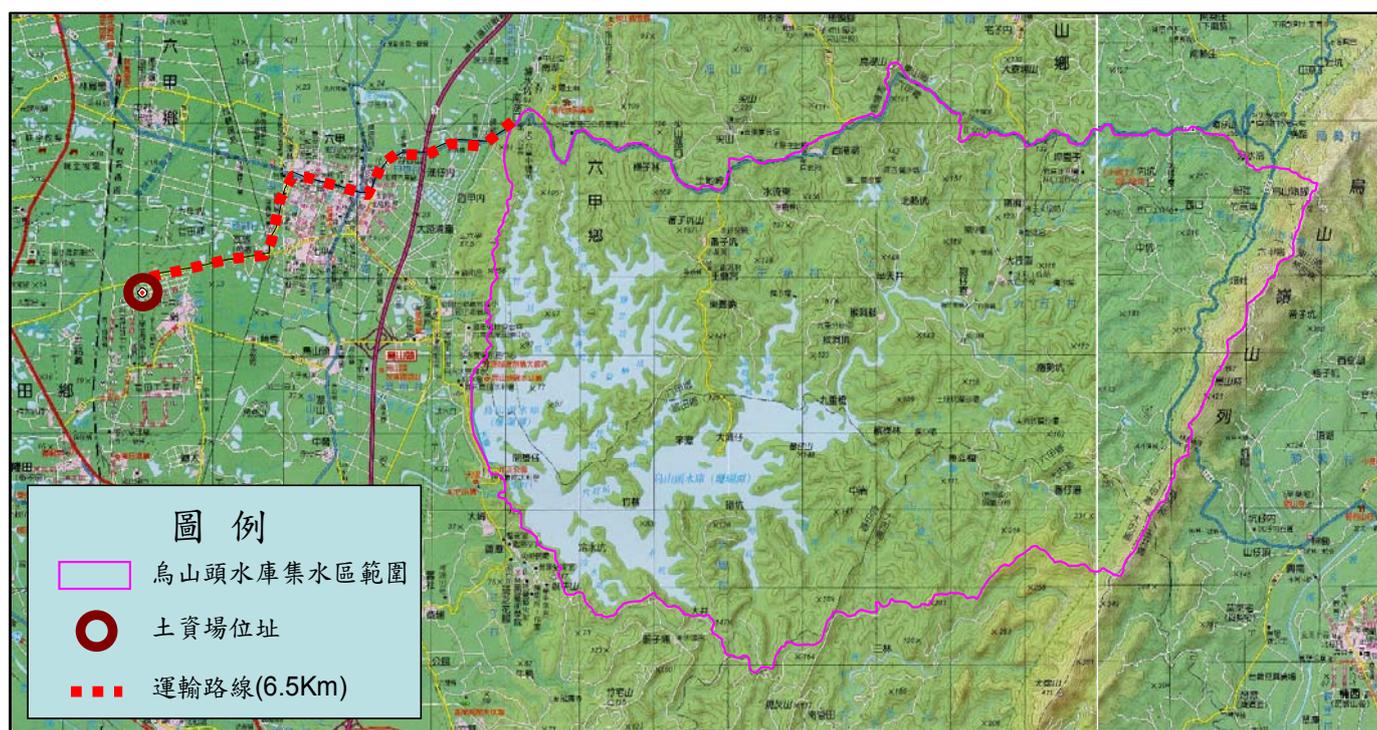


圖 4-11-2 烏山頭水庫土資場清運路線規劃圖

五、防砂壩清淤工程限制

烏山頭水庫係屬觀光風景區，每年觀光旅遊遊客為數不少，本規劃清淤工程即在考量觀光、交通、環保及法令規範下，避免長期影響水庫集水區內各方面營運，其規劃清淤工程限制概分防砂壩浚渫時機及交通道路服務水準分述如下：

(一)防砂壩浚渫時機

本清淤工程為機械陸挖，可工作天數為以民國99年度基本工作天數扣除預估降雨天數(採最保守估計，即不上班天與降雨天不同時發生)，則各月份可工作天數如表4-11-3所示。

表 4-11-3 99 年度防砂壩清淤各月份可工作天數

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	合計
可工作天數	18	11	15	14	9	7	12	8	17	19	17	18	165

(二)交通道路服務水準

依據交通部運輸研究所「2001年台灣地區公路容量手冊」，計算清淤土方外運影響烏山頭水庫周遭道路服務水準，後續規劃最終淤泥棄置場所選定「官輝工程有限公司營建剩餘土石方資源堆置場」，主要運輸道路依據交通部「二區-交通量統計表」統計，經過路段為縣174道路~縣165道路~南118道路至土資場，其中土石外運最大影響路段分別為縣165道路及南118道路，現況道路服務水準A(道路服務水準詳見表4-11-4)。

表 4-11-4 道路服務水準等級表

服務水準	密度, D (小客車/公里/車道)	平均速率, U (公里/小時)	最大	
			服務流率 (小客車/小時/車道)	V/C
A	$D \leq 12$	$U \geq 65$	780	0.371
B	$12 < D \leq 18$	$U \geq 63$	1,134	0.54
C	$18 < D \leq 25$	$U \geq 60$	1,500	0.714
D	$25 < D \leq 33$	$U \geq 55$	1,815	0.864
E	$33 < D \leq 52.5$	$U \geq 40$	2,100	1
F	$D > 52.5$	$U \geq 0$	變化很大	變化很大

考量烏山頭水庫為台灣熱門國家風景區，規劃以不降低現有道路服務水準，計算清淤工程淤泥可外運數量以減少民眾抗爭，依現有道路流量加上後續規劃土石外運車次計算，欲維持現有道路服務水準，烏山頭水庫其土石年度最大可外運量為5.94萬 m^3 (每日360 m^3)，此為環境限制下最大可運輸量。

4-11-3 清淤工作相關法規及配合事項

水庫集水區整治進行防砂壩清淤工作，主要涉及相關法規如：

1. 水利法：

第78之1條規定，河川區域內採取或堆置土石，應經中央主管機關許可。

2. 山坡地保育利用條例：

第9條規定，山坡地採取土石、堆積土石或設置有關附屬設施，應實施水土保持之處理與維護；第三十二之一條規定，於水庫集水區內採取或堆積土石，應先徵得其治理機關(構)之同意，並報經各該目的事業主管機關核准。

3. 水土保持法：

第8條規定，於山坡地或森林區內堆積土石、處理廢棄物或其他開挖整地，依水土保持技術規範實施水土保持之處理與維護。

4. 環境影響評估法：

第5條規定，土石採取對環境具有不良影響者應實施環境影響評估。

5. 營建剩餘土石方處理方案：

依營建署(88)營綜字第65326號函檢送之研商「水庫、河川、給水廠、沉砂池等淤積之泥土資源回收再生利用申請設置土資場疑義」研商認定，營建剩餘土石方應包含水庫、河川之沉砂池、給水廠沉澱池等淤積之泥土，故清淤土方無適當處置方法時，得依「營建剩餘土石方處理方案」規定辦理。

上述各項法規為對於清淤工作影響最主要之法規，但由於執行清淤工作時，因各作業項目之不同，面臨之法規也不同，故將清淤工程依清淤、運輸及棄置等作業項目分類，將其涉及相關法規整理如表4-11-5所示。

由於清淤工程所涉及之法規及主管機關眾多，造成清淤工作易遭到諸多限制，對水庫管理單位而言，更增加許多工作負擔。因水庫管理機關有人力與財力限制，故將整合集水區內各管理與治理機關，依法令規定及權則研擬整體性清淤工作規劃，避免各計畫之重疊，使治理或管理有依據可循。本計畫蒐集相關法規資料，並依據法規規範進行清淤規劃，以利工作

順利進行，清淤工作法規資料詳表4-11-6。

表 4-11-5 台灣地區清淤工作相關法規

法規	作業項目	清淤	運輸	棄置
水利法		√		√
飲用水管理條例		√		
水庫蓄水範圍使用管理辦法		√		
山坡地保育利用條例		√		√
水土保持法		√		√
水土保持法施行細則				√
土石採取法		√		√
環境影響評估法				√
開發行為應實施環境影響評估細目及範圍認定標準				√
水污染防治法		√	√	√
廢棄物清理法		√	√	√
營建剩餘土石方處理方案				√

資料來源：經濟部水利署南區水資源局，2000；經濟部水利署，2004；本計畫整理

表 4-11-6 清淤工作相關法令一覽表(1/3)

法令規章名稱	相關內容摘要	說明
1.山坡地保育利用條例(2006年6月修正)。	山坡地開發應擬具實施水土保持處理與維護，並報經該目的事業主管機關核准。	山坡地及水庫之採取土石、堆積土石及其他開發利用行為依本條例第九條及三十二之一條規定，應擬具水土保持計劃書。
2.水土保持法(2003年12月修正)。	水土保持專業技師簽證 一般水土保持範圍 非農業使用之水土保持計畫	水土保持處理與維護達指定規模以上應依水保法第六條由專業技師簽證，並依第八條三、五、六款範圍實施水保處理與維護，又應依第十二條擬具水保計劃，依法應環評者應附環評結果一併送審。
3.水土保持法施行細則(2006年5月修正)。	水土保持計畫需經技師簽證之種類及規模	該施行細則第四條規定堆積土石方在 $5,000M^3$ 以上，開挖整地面積在 $2,000M^2$ 以上或挖填土石方總和在 $5,000M^3$ 以上應實施之水土保持處理與維護。
4.水土保持技術規範(2003年修正)。	水土保持計畫之調查、規畫、設計、施工、監督、檢查及審查之技術、準則、依據	與土石堆積相關之條文，應依該規範之第十五條、二百六十四條、二百七十三條、三百七十七條之規定辦理。
5.水土保持計畫審核監督辦法(2006年2月修正)。	水土保持計畫送審文件	該要點之第六條與水土保持計畫書送審文件有關。

表 4-11-6 清淤工作相關法令一覽表(2/3)

法令規章名稱	相關內容摘要	說明
6.水利法(2007年7月修正)。	水庫蓄水範圍內禁止之行為	該法第五十四之一條規定，水庫內禁止採取土石。但主管機關辦理之濬渫，不在此限。
7.飲用水管理條例(2006年1月修正)。	飲用水水源水質保護區或飲用水取水口一定距離內之地區，不得有污染水源水質之行為。	該法第五條污染水源水質之行為係指：土石採取及探礦、採礦。
8.環境影響評估法2003年1月修正)。	應實施環境影響評估之開發行為	土石採取對環境具有不良影響者應依該法第五條規定實施環境影響評估。
9.開發行為環境影響評估作業準則(2006年12月修正)。	環境影響說明書或環境影響評估報告之製作規定與環境影響之預防對策	環境影響說明書或環境影響評估報告之製作規定依該作業準則第二條製作；土石採取與堆積應依該作業準則地三十七條訂定環境保育對策。
10.開發行為應實施環境影響評估細目及範圍認定標準(2006年2月修正)。	土石採取、堆積應實施環境影響評估標準	土石堆積位於水庫集水區及山坡地內，應依該標準實施環境影響評估。
11.噪音管制法(2003年1月8號公布修正)。	噪音管制區內之工程及設施，所發出之聲音不得超過噪音管制標準；易發生噪音之設施，應先向當地主管機關申請後始可設置、操作。	機具、船舶運轉期間計畫區內容易發生噪音之工程及設施需依據本法第七條及第八條之規定辦理。
12.土石採取法(2003年2月公布)	土石採取申請作業	該法第八條規定水利主管機關為配合河川、水庫疏濬或河道整治，依水利法規定辦理土石採取者，不受該法規定之限制。
13.營建剩餘土石方處理方案(2007年3月修正)。	剩餘土石方處理方針及收容處理場所設置與管理方針	水庫土石方之處理依本方案規定辦理。
14.營建工程廢土棄置場會勘審查作業注意事項。	土資場會勘審查程序及統一作業標準	申設土資場應依該注意事項內容辦理。
15.廢棄物清理法(2006年5月公布修正)。	事業廢棄物之清理，除再利用方式外，應以規定清理之。	計畫區內輸送泥砂之清理，應以本法第三章第二十八條辦理，自行清理、共同清理或委託清理。
16.道路交通安全規則(2007年9修正)	土石裝載車輛之各項限制	輸送泥砂之車輛尺度、軸重、總重、後懸及段差應依該法第38條之限制。
17.道路交通管理處罰條例(2007年7修正)	土石裝載車輛違規時之罰則	裝載車輛各項違規罰則如該法第二十九條之一、二十九條之二及第三十條之規定罰之。
18.經濟部水庫淤泥利用處理作業要點(2007年8月發佈訂定)	為促進水庫浚渫所產生之土石資源利用及處理，得設置處理專區	依該要點水庫管理機關得視水庫浚渫之數量及期程，研擬水庫土石方利用處理專區計畫呈報經濟部核准後，得於適當地點設置處理專區。
19.風景特定區管理規則(2003年4月30日修正)	申請在風景特定區內興建任何設施計畫者，應填具申請書，送請該管主管機關會商各目的事業主管機關審查同意。	國家級風景特定區內興建任何設施計畫之申請，由交通部委任管理機關辦理。

表 4-11-6 清淤工作相關法令一覽表(3/3)

法令規章名稱	相關內容摘要	說明
20.森林法(2004年1月20日修正)	國有或公有林地有左列情形之一者，得為出租、讓與或撥用	水利用地所必要、公用事業用地所必要、國家公園、風景特定區或森林遊樂區內經核准用地所必要，依法向當地林管處提出申請。
21.野溪淤積土石清疏作業要點(2008年12月24日)	河川界點以上野溪，進行河道清疏整理，所遵循規定。	清疏工作之進行、土砂石之標售處理規範。
22.經濟部水利署辦理中央管河川、區域排水疏濬工程作業要點(2007年2月14日)	規範所屬各河川局(以下簡稱河川局)辦理中央管河川、區域排水疏濬工程作業程序相關事宜	清疏工作之進行、土砂石之標售處理規範。

資料來源：本計畫整理

4-12 水質保育計畫

集水區內污染主要來源在於點源及非點源污染，包括觀光人口及溫泉區放流水與農地農藥及肥料的使用等等。而為使相關控制策略符合國家政策，並符合地方需求，參考環保署「91年環境白皮書」(2005)相關水污染防治措施及經濟部水資源局「水庫集水區污染源之調查評估報告」，主要以管理手段控制及削減各項污染，說明如後。

一、加強污染源管制及排放削減

(一)近程階段

1.主要策略：

- (1)強力執行水庫內違章業者之污染整頓，由縣政府主辦，結合建管環保單位、環保警察，並配合地方民眾及民意代表共同執行。
- (2)水庫沿岸垃圾髒亂點之定期清除與清理，以改善河岸、水庫及道路旁之景觀。
- 2.推動遊憩管理政策：依據行政院環保署所建立之遊憩活動非點源污染最佳管理作業規範，建立烏山頭水庫之遊憩區非點源污染控制計畫，建立遊憩區非點源污染最佳管理作業之選擇。
- 3.加強非法事業之管制與執法：依土壤及地下水污染整治法針對未經農田水利機關同意排入灌溉專用渠道之事業，不再核發許可證，已領有許可證者予以撤銷。
- 4.環保署為有效削減生活污水污染量，應陸續推動下列各項水質改善措

施：

- (1)推動建築物污水處理設施之設置。
- (2)社區下水道輔導管制。
- (3)建築物污水處理設施之水肥清理。
- (4)加強污水處理。
- (5)BMPs處理。
- (6)遊憩據點垃圾減量、勸導及清理。

(二)中程階段

由前節分析顯示，中程階段並無需以工程方式治理，故此階段水庫污染之改善主要仍以管理面為主。

- 1.推動最佳管理作業控制方法：推動包括流域管理、耕作方式管理、肥料管理、農地管理、水利與水源管理及沈積物侵蝕管理等措施。
- 2.推動水污染經濟誘因管理：以經濟工具促使排放者主動減少水污染物之排放量，因此我國於1991年修正水污染防治法時納入徵收水污染防治費，以做為削減污染之經濟手段。

(三)遠程階段

由於台灣地區水污染之三項主要來源中，工業廢水與畜牧廢水所占的比例已逐年下降，而生活污水則逐漸增加，主要原因為環保機關管制事業廢水已顯現成效，而收集處理生活污水的全國污水下水道系統建設進度緩慢，無法有效收集處理。故於遠程階段烏山頭水庫集水區及其上游引水之集水區應加速社區污水下水道之興建及庫區周邊緩衝帶之設置。

二、推動非點源污染管制

日光、營養鹽及溫度為水中藻類生長之重要因素，其中營養鹽為吾人所能控制的因素，且植物生長的必要元素為氮、磷、鉀。其中，磷為影響藻類生長的關鍵，要控制水質優養化程度必須控制水中磷的濃度，而水庫中磷的主要來源為暴雨沖刷所挾帶土壤中的磷，其來源主要為農業行為。

各種非點源之控制方法因時因地而有所不同，因此有賴綜合考量最佳管理作業(Best Management Practices, BMPs)以求實效。

Novotny and Gordon(1981)曾提出實施最佳管理作業必須要達到以下之要求：

- 1.能處理非點污染源
- 2.能達到水質標準
- 3.防止或減少非點源污染量之產生
- 4.具有可行性

最佳管理作業乃是針對可能發生或是已發生的污染狀況採取管制、消滅、處理的措施，控制方式可分為控制污染源頭、減少污染物傳輸進入河川及處理逕流三種。

對於非點源之控制，最好是在污染物產生地就加以減少或消除，也就是所謂「源頭控制」之策略。非點源污染之控制方式，因非點源污染產生機制之不同而有不同的控制方式。故非點源污染控制必須因地制宜，選擇最適當之污染控制技術，此一技術稱為最佳管理作業(Best Management Practices, BMPs)。「最佳管理作業」包括非結構性及結構性兩種。

(一)結構性之BMPs

結構性最佳管理作業(BMPs)包括多種類型，本計畫建議未來可採用草溝(grass swale)及緩衝帶(buffer strip)，作為本集水區中設置BMPs之選擇。茲介紹如下：

1.草溝

草溝(swale)為水土保持使用渠道最主要之一種，係藉著草類襯砌渠面以保護其不至於發生沖蝕(廖綿濬，1990)。一般而言，草溝主要是用來減緩水流速度、增加滯留時間(detention time)，如此可促進污染物之沉降，而且植物亦可有過濾(filtering)之功用，因此在非點源污染防治上，可得到不錯之效果。

長度最少應為30公尺，超過時應構築簡單之消能設施，以資減勢，避免溝面過分負荷。水深至少0.5公尺，邊坡之斜率應小於1/3，坡度以

不超過30%為宜。

草種為草溝最重要之因素，因此在選擇上僅以百喜草、假儉草等匍性草類作為考量，草的高度若太長則會造成植株倒伏，反而使流速增大，減低污染物之去除效率。根據設計頻率之暴雨流量，經由水力半徑之計算後利用曼寧公式求出平均流速後，設計流速應小該平均流遠，以提供至少10分鐘之滯留時間。

在草溝中可構築小型節制壩，一方面可減少流遠，避免暴雨逕流沖刷草溝表面，另一方面可增加滯留時間，增加去除效率。草溝斷面以半圓形或簡單拋物線形為佳，但大都採用淺寬之拋物線斷面。

當暴雨逕流流經一設計良好之草溝時，沉降作用可去除懸浮固體物，入滲作用可去除溶解性污染物，草溝中的植物則藉過濾作用來去除懸浮固體物以及吸附作用來去除溶解性的污染物質。若暴雨逕流慢慢流經草溝，增加接觸時間，則以上之機制將發揮作用，並有效去除污染物。

2. 緩衝帶

緩衝帶(bufferstrip)為一種造價低，但頗有益於去除雨水污染的方法。所示通常需先將雨水引進一水平分佈槽內，槽內水滿時會沿槽緣滿溢出來而平均分佈流過緩衝帶，如此可避免形成渠道流而減低緩衝帶之效率(余嘯雷等，1993)。植物緩衝帶通常可配合其他最佳管理作方法，以達到較高的總污染去除效率。

緩衝帶之去污原理主要有幾點：沉降原理及吸附、沉澱及植物攝取作用。沉降原理就是在緩衝帶中的水平分佈槽，可產生一「迷你滯留池」作用，加上緩衝帶可減低地表逕流之流速使污染物有沉降之機會，故可去除固體物及金屬污染物。吸附、沉澱及植物攝取作用則是水流經過某一長度之緩衝帶，藉由植物的生物性、阻滯性及過濾性，可對污染物產生攝取、吸附、沉澱及過濾等作用，而對污染物達到有效之去除效率。

(二)非結構性之BMPs

非結構性控制方法是指較少甚至不需要用結構性設施來控制污染物的方法，屬於較迅速執行且投資經營較少的方法，此管理方式偏向於法規、管理措施或仿自然的方法(生態工法，自然工法)處理。

非結構性的控制方法有土地利用管理、法規的訂定、遷移或拆除建

築物設施等。而非結構性的控制方法運用在控制地表逕流的實例為坡地上的處理，如改變居住方式或植被保護土壤防止沖蝕。而在人為污染行為的管制，如土地利用的管理、肥料和農藥的施用管理、林地和農地採收前計畫和道路的興建管理，茲分述如下：

1. 土地利用管制

利用土地面積控制不透水之比例，於規劃之初訂定透水層和不透水層面積之比例，如此可降低洪峰流量，間接降低暴雨逕流所挾帶之污染量。

2. 地表運用

利用都市現有的湖泊、水池、窪地、公園等，開闢成儲留設備，可有效降低暴雨逕流的懸浮固體。

3. 遊憩區規劃

妥善的遊憩區開發規劃可以經濟有效的減少暴雨逕流量以及伴隨產生之非點源污染。例如遊憩區計劃避免水源涵養敏感地區的開發；遊憩區規劃儘量減少不透水鋪面範圍；排水系統周圍設置緩衝草帶，避免不透水面緊臨下水道入口等。

4. 垃圾處理

垃圾(包括草、落葉等)常是非點源污染的來源，尤其是在觀光風景區，遊憩污染物隨遊客之多寡而決定。

5. 物料管理

包括砂石、泥土、農藥、肥料、清潔劑、塑膠及製品、石油產品或有害化學藥品，儲存輸送或使用時應儘量防止污染土壤或水體。儲存時應加蓋防雨或圍攔以防流失。

6. 風景區之清掃

路上區域包括道路、停車場、廣場及其他遊客常到達地區，必須加以清掃以減少污染物隨雨水流入承受水體。污染物包括固體物、灰塵、垃圾、樹枝、樹葉、烤肉殘餘物等；庫區漂浮之垃圾清運問題，由水庫管理單位負責管理。

7. 遊客環保教育

遊憩區的污染主要是由遊客帶來，所以遊客的環保教育對減少污染有很大的幫助。利用解說牌、廣告、布告、管制標誌或人員解說，教導遊客減少垃圾量、垃圾分類、不隨意亂丟；野餐、露營、烤肉完後，要清除殘餘物到指定的地方；禁止到達的地方，以減少土壤、草地被踐踏，減少雨水入滲功能。

二、點源污染削減措施

經檢討結果，由於住家分散，造成點源污染相當分散，如欲針對各點源污染進行控制，施做污水處理設施為必要措施，因考慮經費龐大，故本計畫經評估過後建議先行在烏山頭水庫之大埔仔聚落施設，本計畫預期於101年度實施，經費各預計約300萬元。

由於集水區產生之磷是造成水庫優養化之重要因素，為增加水資源之永續利用，本計畫將分為近程、中程、遠程三個執行期程來進行未來總磷削減負荷之控制，參考前經濟部水資源局「水庫集水區污染源之調查評估」(2001)，將總磷減污目標設定為20、15、10mg/m³，而根據訂定之目標濃度所計算之污染削減如表4-12-1所示。

表 4-12-1 烏山頭水庫水質改善方案之污染負荷削減量推估表

		近程(20mg/L)	中程(15mg/L)	遠程(10mg/L)
推估水體污染負荷總量		17,240.85kg	17,240.85kg	17,240.85kg
污染負荷削減量建議值		1,010.95kg	5,068.43kg	9,125.9kg
削減百分比		5.86%	29.40%	52.93%
進流水管制		尚無須管制	尚無須管制	尚無須管制
集水區治理	點源	家庭污染方面，利用宣導用水方式改變，預計削減量220kg 遊憩污染方面，利用遊憩區規劃及風景區之清掃，預計削減量49.39kg	家庭污染方面，利用宣導用水方式改變，預計削減量450kg 遊憩污染方面，利用遊憩區規劃及風景區之清掃，預計削減量98kg	家庭及遊憩污染方面利用套裝式污水處理設施，預計削減量907kg
	非點源	施做草溝、緩衝帶等工程並搭配局部改作林地預計削減量741.56kg	施做草溝、緩衝帶等工程並搭配局部改作林地預計削減量4,520.43kg	施做草溝、緩衝帶等工程並搭配局部改作林地預計削減量8218.90kg

資料來源：本計畫推估整理

4-13 非工程類保育實施計畫

非工程類依水土保持項目及水質改善項目分別敘述如下：

一、水土保持項目

(一)定期辦理防砂壩淤積測量

淤砂監測是為有效掌控整體治理計畫之成效。本計畫建議每年施行一次淤積測量施行淤積測量，以檢測水庫集水區之治理成效，並於集水區農地、林地、崩塌地及水庫蓄水域等地進行採樣、監測，以利分析集水區坡地來砂、河川輸砂、崩塌量等泥砂運移機制，其預算以每年20萬元加以編列。

(二)社區營造實務操作

結合在地社區專業團隊及社區組織，在社區營造過程中融入森林生態系經營理念，讓社區整體發展及森林永續經營共存共榮。並由社區居民共同參與、規劃，整合社區資源，辦理具社區特色，並能凝聚共識的社區文化活動。於社區發展之初，參與社區營造，做充份的理念溝通及適時專業導引，將有助於建立互信，並朝著彼此有利且正確的方向發展其預算以每年5萬元加以編列。

(三)加強土地利用管理監測

水庫管理單位可利用太空及遙測研究中心所拍攝之衛星影像資料，進行水庫集水區土地利用監測作業，以即時監測土地變化情形，提昇土地利用管理及防災應變之能力與成效。或以人工方式不定期巡視集水區範圍，以獲得對集水區土地利用即時變遷之資訊。其預算以每年20萬元加以編列。

(四)土石流避難路線與避難處所規劃、演練

為模擬土石流可能發生時所造成之災害，並藉由災害發生前之災害警報之發布、預防措施、防災宣導、及成立社區自衛編組，成立指揮中心、居民避難疏散路線，及災害發生後之開設前進指揮所、交通管制、居民強制疏散、生命搜索、災民收容安置、醫療救護、治安維護、道路搶救、維生管線維修、防疫消毒及災民救濟等模擬狀況實際操作，配合警察單位、消防單位、電力公司、自來水公司並配合空中警察等救援，

使模擬狀況真實，使參加演練之民眾提高對土石流災害之憂患意識。倘災害有可能發生之虞時，能循演練規劃之路線及場地做妥適的疏散及避難動作，必能使災害損失降至最低。其重點如下所述：

1. 土石流潛勢溪流

(1) 烏山頭南縣DF020鄰近地區辦理土石流危險區疏散路線及避難區規劃，由縣政府依據地區特性規劃疏散路線及避難區，農委會辦理示範計畫，並提供範例及標準。

(2) 未來每年針對計畫區內土石流潛勢溪流加強辦理土石流災害避難演練，使當地居民熟悉土石流災害之避難疏散路線，並且組織社區睦鄰救援隊相互支援。

2. 道路管制

落實風險管理觀念，道路、橋樑不安全、有潛在威脅或已發佈警戒時，公路總局及相關單位應進行交通管制，提早避免災害或危害用路人安全之情況發生。

避難路線與避難處所規劃、演練之預算以每年20萬元加以編列。

(五) 災害防救體系之建立

「災害防救法」於2000年7月19日經公佈實施。依災害防救法第2條定義，災害防救係指災害之預防、災害發生時之應變措施及災後之復原重建。

根據「災害防救法」於有災害發生之虞或災害已發生時，應設立相對應之三種層級災害應變中心，且參與災害應變中心編組之相關業務單位亦同時於其內部成立緊急應變小組，執行各項應變措施，並提供各級災害應變中心相關決策資訊。

針對平時保全對象防救體系，依規劃之避難路線、地點，進行疏散演練；當發佈警報時，各目的事業主管機關應將必要之人員、機具部署至易發生災害之區域鄰近，以便進行緊急搶救；水土保持局、林務局、公路總局(含工務段)、縣政府則應進行保全對象之預警、疏散、避難、交通管制及權責範圍內之災害搶救(通)。

(六)新生緊急災害治理及其他配合辦理事項

為因應無法預知之天然災害發生的可能，並求即時有效的立即處理。除此之外，本項配合辦理工作亦包含工程管理與維護、辦理宣導、訓練、研究、評估之所需業務費、旅運費及委辦費等，其預算與上述第(五)項合併計算，以每年50萬元加以編列。

上述水土保持非工程類經費預計五年(99~103年度)共575萬元。

二、水質改善項目

委託學校或顧問機構辦理有關肥料或農藥減量使用之教育宣導，另利用解說牌、廣告、布告、管制標誌或人員解說，教導遊客及當地居民減少垃圾量、垃圾分類及不隨意亂丟；野餐、露營、烤肉完後，要清除殘餘物到指定的地方；禁止到達的地方，以減少土壤、草地被踐踏，減少雨水入滲功能，並宣導禁止釣魚時撒餌等危害水質之行為，增加巡守集水區之頻率，其預算以每年35萬元加以編列，另建議環保署每年針對水庫進行微囊藻檢測，其預算以每年50萬元加以編列，預計五年(99~103年度)共425萬元。

4-14 整體規劃安全、生態、景觀平衡性

依據以上各節之各項治理規劃(包含：野溪治理、崩塌地處理、土石流防治……等)，配合植生綠美化、棲地改善、危險聚落保護、造林植生、防砂壩清淤及水質保育等計畫，整體規劃烏山頭水庫集水區之安全、生態及景觀平衡，其短程、中程及長程計畫如下所述：

一、短程計畫

短程計畫提列生態保育與生態棲地復育基礎建設及現階段有助於改善溪流生態環境之措施，包括：

(一)發展多自然型溪流並恢復溪流生態環境，包括：

- 1.溪流基本安全性之保護。
- 2.溪流棲地的創造。
- 3.保持河道原有的流路。

(二)將水域與周邊陸域生態環境結合、串連，建立沿線生態綠網，包括：

- 1.溪流護岸生態工程。
- 2.加強溪流水路緩衝帶，可減緩農藥及泥砂下移污染河川及水庫水源。
- 3.加強耕地間雜林帶，做為生物過境旅館。
- 4.推動環境生態教育。

二、中、長程計畫

中、長程計畫以溪流污染整治規劃及檳榔園輔導農業生產轉型或造林，研擬改善方案，透過集水區之經營與管理，擬定一套完整之管理措施，並統合各相關權責單位及地方組織執行，使安全性、生態環境及景觀平衡達到永續經營之目標。

4-15 治理短、中、長程策略

本計畫依前述之野溪治理、崩塌地處理、土石流防治、農地水土保持、道路水土保持及危險聚落保護等項目，考量災害特性、交通區位、面積大小及工法可行性等因子，擬定短、中、長程復育計畫，其中：

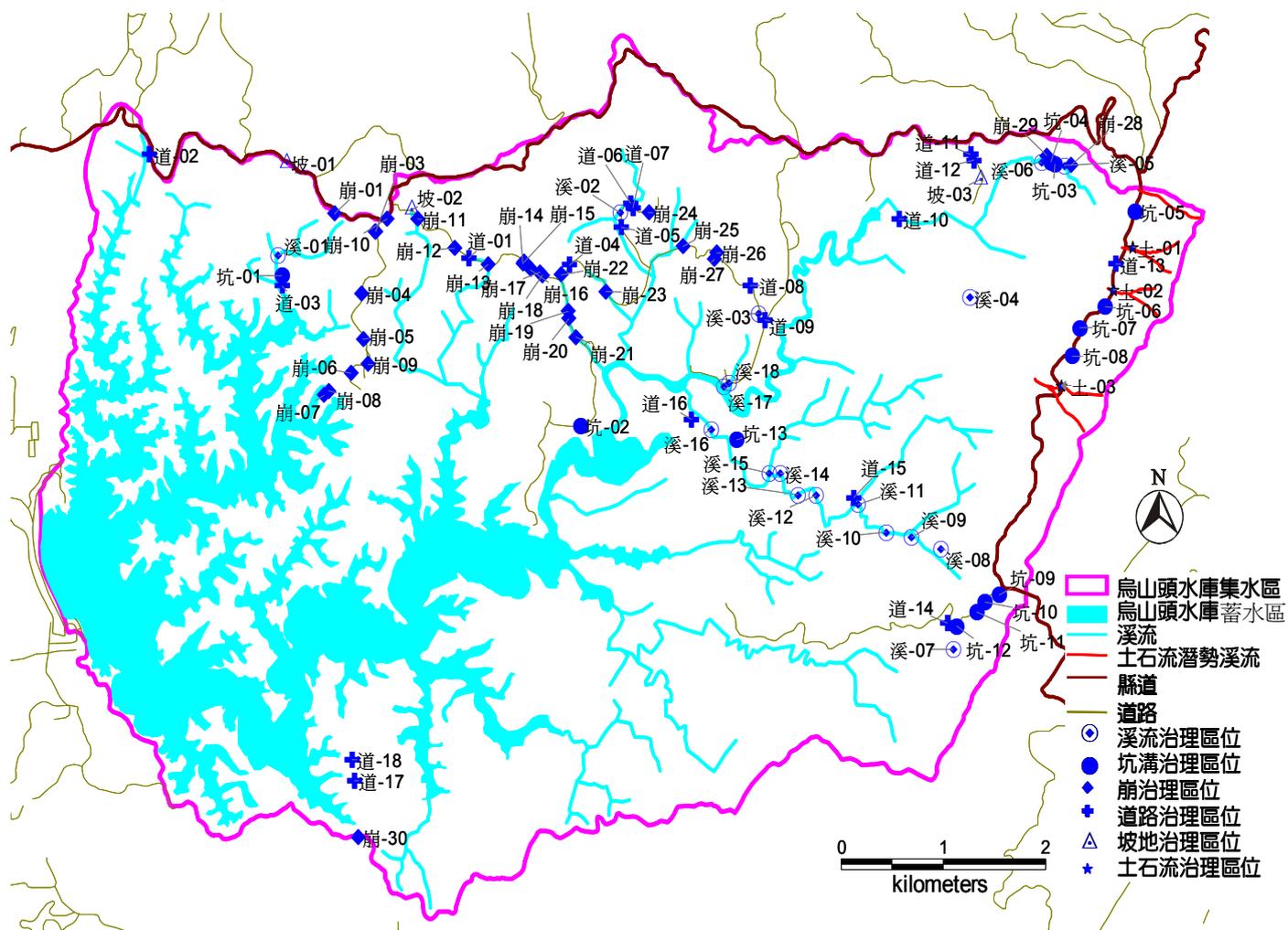
- 一、短程計畫：有保全對象、有立即危險，需立即進行整治復育之區位。
- 二、中程計畫：無立即危險，但仍有土砂下移影響水庫或造成二次災害。
- 三、長程計畫：緩衝帶、水質改善等需長時間實施才能展現成果。

第五章 水庫保育治理計畫與管制事項

5-1 整體治理計畫

5-1-1 集水區整體治理計畫

針對計畫區內野溪治理、崩塌地處理、土石流防治、農地水土保持、道路水土保持等各項問題，考量「水土流失程度」和「保全對象」，擬定烏山頭水庫集水區之整體治理計畫，總計烏山頭水庫集水區內需要治理之區位共有83處，其區位分佈如圖5-1-1所示。



資料來源：本計畫整理

圖 5-1-1 烏山頭水庫集水區治理區位分佈圖

5-1-2 蓄水庫周邊整體治理計畫

針對烏山頭水庫所劃定之緩衝帶寬度範圍內之裸露地編列整體治理計畫，敘述如下：

本計畫所估算之烏山頭水庫緩衝帶寬度為39公尺(詳4-10節)，針對緩衝帶範圍內之崩塌裸露地編列治理計畫，莫拉克風災前後崩塌裸露地資料如表5-1-1及表5-1-2所示，分佈位置如圖5-1-2及圖5-1-3所示。本計畫於烏山頭水庫周邊調查結果顯示，本區崩塌地之坡度極陡(平均約 55°)坡面缺乏有效之排水系統，導致雨水直接沖刷坡面，坡趾處也受到雨水形成漫地流，降低坡趾處岩體強度，造成上邊坡土石之崩落，岸邊受到水位上漲下落導致水庫周邊局部裸露嚴重，區內岩層位態變化明顯、造成岩層傾斜及產生岩體弱面，而坡面受到風化作用之影響，加速降低岩體強度，每當豪雨季節，坡面隨著岩體孔隙水壓增加而使強度相對降低，現況崩塌以表層覆土或風化表層滑動為主，烏山頭水庫蓄水庫周邊崩塌地於莫拉克風災後經調查崩塌面積共計 $189,100\text{m}^2$ 。綜括以上原因，現況崩塌地坡面應以掛網植生方式及施作縱、橫向排水溝整治，配合坡趾粒料墊層拋石護岸設施，以達到坡面穩定及排水作用。

表 5-1-1 烏山頭水庫緩衝帶內莫拉克風災前崩塌裸露地資料一覽表

編號	座標(TWD97)		面積 平方公尺	崩塌地類型
	X	Y		
1	186052	2565917	40	岩坡崩塌地
2	186132	2565540	10	岩坡崩塌地
3	186248	2565497	65	岩坡崩塌地
4	187136	2566716	300	岩坡崩塌地
5	186918	2566718	150	岩坡崩塌地
6	186902	2567422	18	岩坡崩塌地
7	187694	2567618	40	岩坡崩塌地
8	187736	2567665	60	岩坡崩塌地
9	187815	2567884	135	岩坡崩塌地
10	187777	2568013	50	岩坡崩塌地
11	187851	2568042	30	岩坡崩塌地
12	187974	2568275	300	岩坡崩塌地
13	187484	2568395	135	岩坡崩塌地
14	187646	2568998	225	岩坡崩塌地
15	186909	2569174	375	岩坡崩塌地
16	186592	2569434	120	岩坡崩塌地
17	187165	2568063	70	岩坡崩塌地
18	186506	2568527	100	岩坡崩塌地
19	186294	2568495	35	岩坡崩塌地
20	186290	2568500	63	岩坡崩塌地
21	185832	2566041	9	岩坡植生崩塌地
22	185844	2565925	15	岩坡植生崩塌地
23	186053	2565710	24	岩坡植生崩塌地
24	186273	2565457	40	岩坡植生崩塌地
25	186333	2565331	100	岩坡植生崩塌地
26	186467	2565287	140	岩坡植生崩塌地
27	186520	2565167	500	岩坡植生崩塌地
28	186688	2564876	35	岩坡植生崩塌地
29	186670	2564860	60	岩坡植生崩塌地
30	186815	2564799	75	岩坡植生崩塌地
31	186815	2564810	70	岩坡植生崩塌地
32	187200	2564767	35	岩坡植生崩塌地
33	186843	2565394	180	岩坡植生崩塌地
34	188158	2565112	50	岩坡植生崩塌地
35	188082	2565632	400	岩坡植生崩塌地
36	188088	2565761	180	岩坡植生崩塌地
37	187643	2566303	375	岩坡植生崩塌地

編號	座標(TWD97)		面積	崩塌地類型
	X	Y	平方公尺	
38	187961	2567257	32	岩坡植生崩塌地
39	187232	2566837	300	岩坡植生崩塌地
40	187020	2566515	375	岩坡植生崩塌地
41	186858	2567111	150	岩坡植生崩塌地
42	186858	2567181	300	岩坡植生崩塌地
43	186987	2567389	90	岩坡植生崩塌地
44	187708	2567502	250	岩坡植生崩塌地
45	188007	2567525	72	岩坡植生崩塌地
46	187815	2567884	150	岩坡植生崩塌地
47	187851	2568042	90	岩坡植生崩塌地
48	187672	2568122	75	岩坡植生崩塌地
49	187458	2568431	400	岩坡植生崩塌地
50	187523	2568672	240	岩坡植生崩塌地
51	187957	2569062	450	岩坡植生崩塌地
52	187473	2568895	240	岩坡植生崩塌地
53	187227	2568893	200	岩坡植生崩塌地
54	187077	2568841	250	岩坡植生崩塌地
55	186667	2569704	250	岩坡植生崩塌地
56	186692	2569567	200	岩坡植生崩塌地
57	186542	2569590	300	岩坡植生崩塌地
58	186528	2569399	50	岩坡植生崩塌地
59	187165	2568063	600	岩坡植生崩塌地
60	187011	2567840	200	岩坡植生崩塌地
61	186929	2567887	300	岩坡植生崩塌地
62	186561	2567682	150	岩坡植生崩塌地
63	186258	2568233	120	岩坡植生崩塌地
64	186434	2568396	375	岩坡植生崩塌地
65	185967	2568583	400	岩坡植生崩塌地
66	185930	2567892	300	岩坡植生崩塌地
67	187748	2564958	225	岩層裸露地
68	187864	2564846	270	岩層裸露地
69	188208	2565985	375	岩層裸露地
70	189313	2566661	270	岩層裸露地
71	190176	2566707	150	岩層裸露地
72	188142	2567139	240	岩層裸露地
73	188198	2567128	80	岩層裸露地
74	188360	2567190	30	岩層裸露地
75	187961	2567257	90	岩層裸露地
76	187416	2566307	300	岩層裸露地

編號	座標(TWD97)		面積 平方公尺	崩塌地類型
	X	Y		
77	186250	2566786	300	岩層裸露地
78	186489	2567046	60	岩層裸露地
79	186228	2567093	200	岩層裸露地
80	186428	2567273	40	岩層裸露地
81	187573	2567432	300	岩層裸露地
82	187550	2567318	300	岩層裸露地
83	188137	2567909	600	岩層裸露地
84	186590	2569325	600	岩層裸露地
85	186800	2568137	375	岩層裸露地
86	186733	2567877	400	岩層裸露地
87	186405	2568773	135	岩層裸露地
88	186405	2568800	24	岩層裸露地
崩塌面積總和			11,566	平方公尺

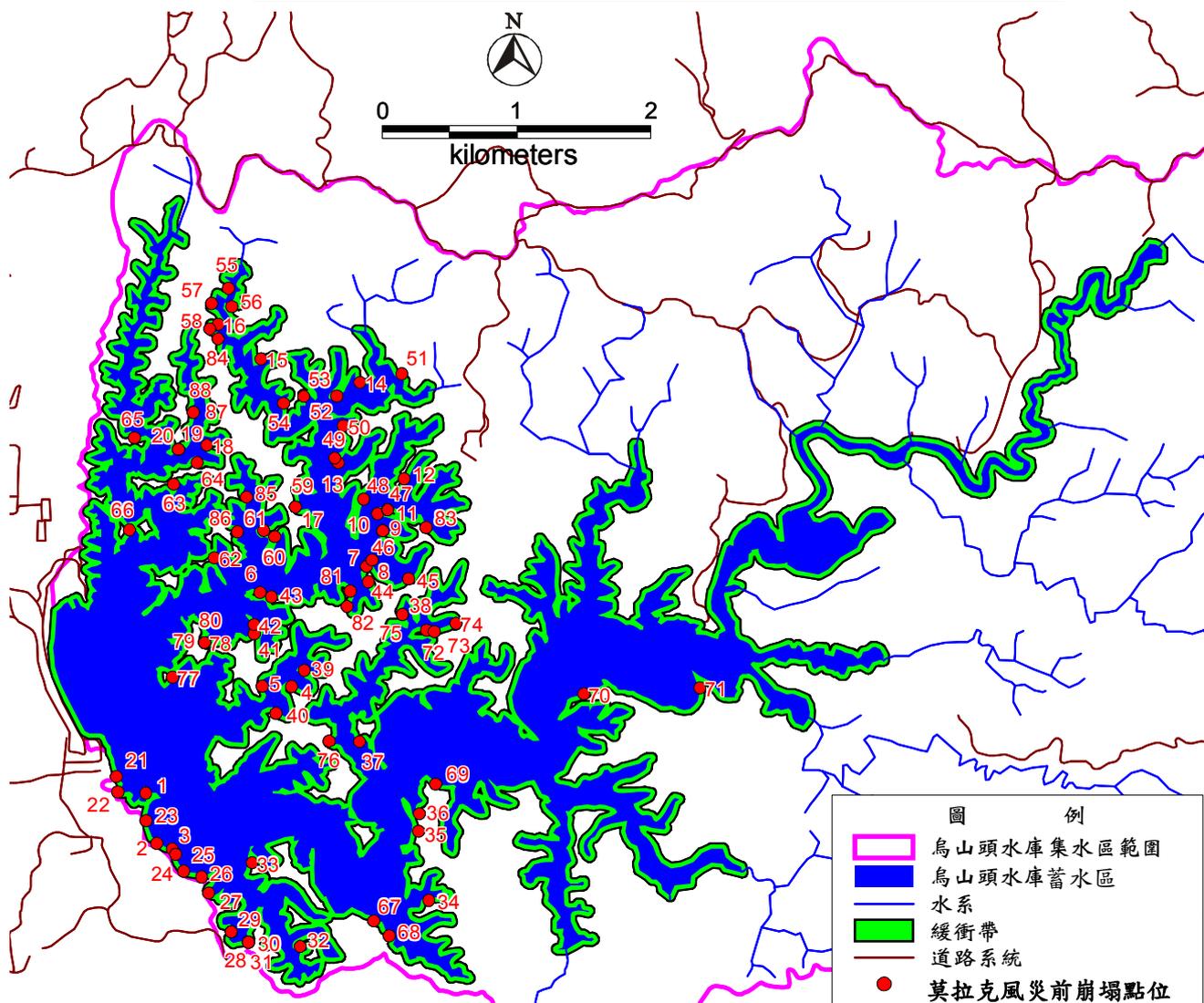


圖 5-1-2 烏山頭水庫緩衝帶內莫拉克風災前崩塌裸露地分佈圖

表 5-1-2 烏山頭水庫緩衝帶內莫拉克風災後崩塌裸露地資料一覽表

編號	座標(TWD97)		面積 平方公尺	崩塌地類型
	X	Y		
1	185626	2567309	2,000	岩坡崩塌地
2	185698	2567643	1,000	岩坡崩塌地
3	185839	2567932	200	岩坡崩塌地
4	185840	2567739	200	岩層裸露地
5	186034	2567833	1,950	岩層裸露地
6	186117	2567899	800	岩層裸露地
7	185884	2567971	4,000	岩坡植生崩塌地
8	185712	2568182	600	岩坡植生崩塌地
9	185697	2568273	800	岩坡植生崩塌地
10	185769	2568371	2,050	岩坡植生崩塌地
11	185730	2568484	500	岩坡植生崩塌地
12	185706	2568526	600	岩坡植生崩塌地
13	185724	2568613	400	岩坡植生崩塌地
14	185877	2568505	400	岩坡植生崩塌地
15	186050	2568511	1,600	岩坡植生崩塌地
16	186021	2568580	1,000	岩坡植生崩塌地
17	185781	2568768	200	岩坡植生崩塌地
18	185816	2568828	600	岩坡植生崩塌地
19	185875	2568964	450	岩坡植生崩塌地
20	185957	2569037	500	岩坡植生崩塌地
21	186240	2568456	4,000	岩坡植生崩塌地
22	186342	2568527	2,000	岩層裸露地
23	186401	2568761	750	岩層裸露地
24	186399	2568845	10,000	岩坡植生崩塌地
25	186519	2568724	3,800	岩坡植生崩塌地
26	186267	2568200	2,000	岩坡植生崩塌地
27	186380	2568280	1,600	岩坡植生崩塌地
28	186452	2568289	1,600	岩坡植生崩塌地
29	186477	2568066	500	岩坡植生崩塌地
30	186562	2568163	1,000	岩坡植生崩塌地
31	186382	2567899	750	岩坡植生崩塌地
32	186345	2567631	600	岩層裸露地
33	186184	2567582	600	岩層裸露地
34	186523	2567451	1,500	岩層裸露地
35	186535	2567634	1,200	岩層裸露地

編號	座標(TWD97)		面積 平方公尺	崩塌地類型
	X	Y		
36	186562	2567756	4,000	岩層裸露地
37	186778	2567689	600	岩層裸露地
38	186748	2567902	9,000	岩層裸露地
39	186781	2568080	1,000	岩層裸露地
40	186769	2568219	1,000	岩坡植生崩塌地
41	186748	2568313	500	岩坡植生崩塌地
42	186900	2567905	2,000	岩坡植生崩塌地
43	186983	2567804	2,000	岩坡植生崩塌地
44	186984	2567687	2,000	岩坡植生崩塌地
45	187132	2567612	400	岩坡植生崩塌地
46	187306	2567862	600	岩坡植生崩塌地
47	187388	2567829	2,000	岩坡植生崩塌地
48	187302	2567938	10,000	岩坡植生崩塌地
49	187184	2568146	3,750	岩坡植生崩塌地
50	187226	2568435	1,500	岩坡植生崩塌地
51	187101	2568456	750	岩坡植生崩塌地
52	187318	2568663	1,000	岩坡植生崩塌地
53	186964	2568667	2,800	岩坡植生崩塌地
54	187050	2568919	1,000	岩坡植生崩塌地
55	186727	2568913	3,350	岩坡植生崩塌地
56	186785	2569002	1,600	岩坡植生崩塌地
57	186681	2569248	1,500	岩坡植生崩塌地
58	186605	2569437	1,200	岩坡植生崩塌地
59	186623	2569474	1,800	岩坡植生崩塌地
60	186574	2569678	450	岩坡植生崩塌地
61	187220	2568837	500	岩坡植生崩塌地
62	187290	2569108	400	岩坡植生崩塌地
63	187156	2569127	2,400	岩坡植生崩塌地
64	187433	2568892	900	岩坡植生崩塌地
65	187507	2568932	2,250	岩坡植生崩塌地
66	187631	2569023	600	岩坡植生崩塌地
67	187872	2568941	600	岩層裸露地
68	187461	2568441	1,000	岩層裸露地
69	187470	2568395	900	岩坡植生崩塌地
70	187699	2568411	5,000	岩坡植生崩塌地
71	187604	2568325	900	岩坡植生崩塌地

編號	座標(TWD97)		面積	崩塌地類型
	X	Y	平方公尺	
72	187488	2568219	600	岩坡植生崩塌地
73	187595	2568045	500	岩坡植生崩塌地
74	187619	2567978	2,000	岩坡植生崩塌地
75	187650	2568103	2,500	岩坡植生崩塌地
76	187860	2568484	900	岩坡植生崩塌地
77	187890	2568551	500	岩坡植生崩塌地
78	187918	2568627	1,500	岩坡植生崩塌地
79	187924	2568173	1,000	岩坡植生崩塌地
80	187961	2568225	2,500	岩坡植生崩塌地
81	187994	2568301	800	岩坡植生崩塌地
82	188052	2568408	1,600	岩坡植生崩塌地
83	188156	2568243	9,000	岩坡植生崩塌地
84	188165	2567899	3,000	岩坡植生崩塌地
85	188125	2567935	4,800	岩坡植生崩塌地
86	188110	2567978	1,500	岩坡植生崩塌地
87	187942	2568008	1,200	岩坡植生崩塌地
88	187833	2567874	3,750	岩坡植生崩塌地
89	187915	2567713	900	岩坡植生崩塌地
90	187772	2567570	3,000	岩坡植生崩塌地
91	187720	2567682	750	岩層裸露地
92	187671	2567582	2,400	岩坡植生崩塌地
93	187756	2567427	800	岩坡植生崩塌地
94	187568	2567338	2,400	岩坡植生崩塌地
95	187592	2567421	2,000	岩坡植生崩塌地
96	187405	2567393	2,400	岩坡植生崩塌地
97	186998	2567408	6,000	岩坡植生崩塌地
98	187015	2567084	600	岩坡植生崩塌地
99	186827	2567238	1,000	岩坡植生崩塌地
100	186785	2567098	1,000	岩坡植生崩塌地
101	186655	2567035	2,000	岩坡植生崩塌地
102	186572	2567047	800	岩坡植生崩塌地
103	186483	2567205	1,200	岩坡植生崩塌地
104	186253	2566793	1,200	岩坡植生崩塌地
崩塌面積總和			189,100	平方公尺

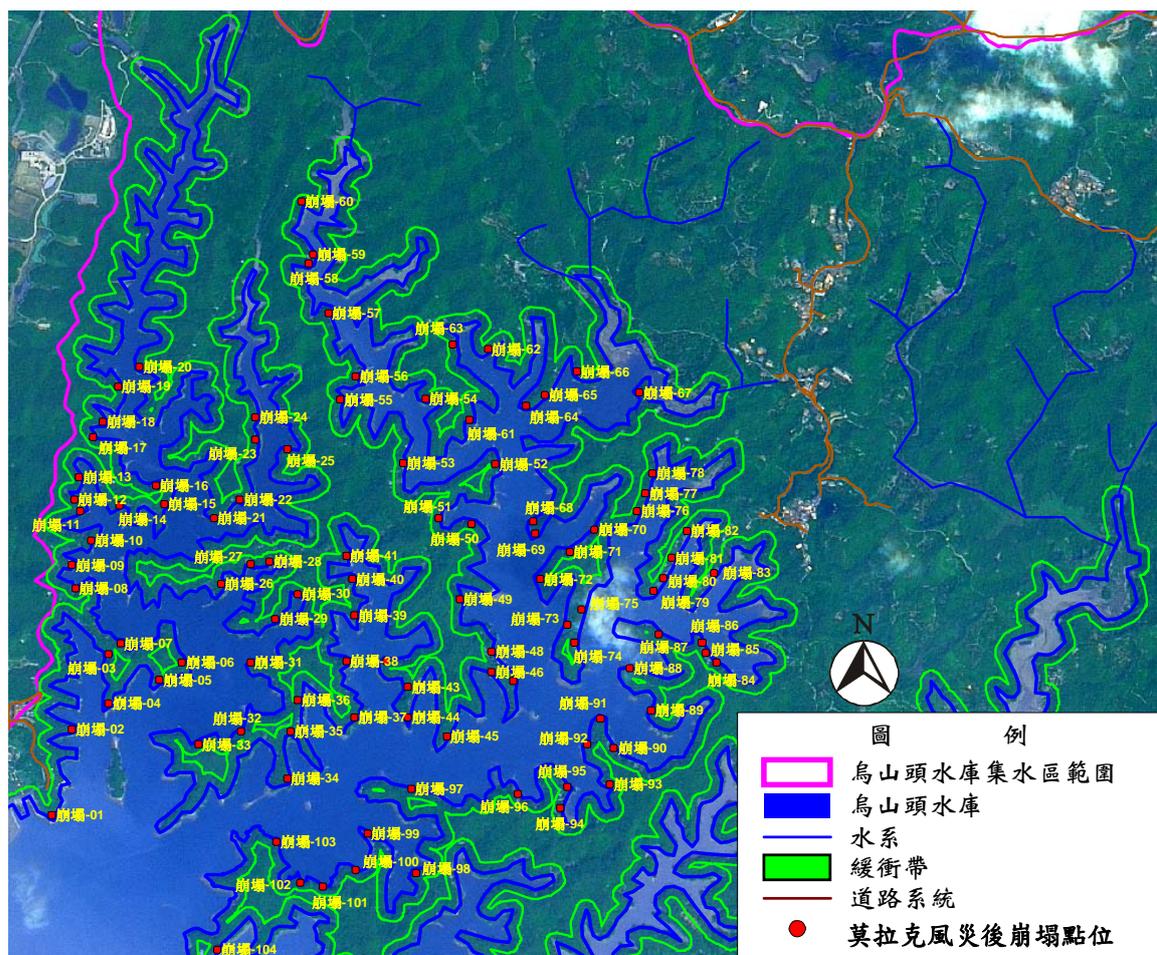


圖5-1-3 烏山頭水庫緩衝帶內莫拉克風災後崩塌裸露地分佈圖

5-2 分年、分期實施計畫及經費需求

5-2-1 集水區整體治理計畫內容

本計畫之分年、分期實施計畫內容包括：溪流及野溪坑溝治理、崩塌地處理、道路水土保持、坡地水土保持、土石流整治及水庫旁崩塌地處理等工程項目，並依據計畫區內各權責機關(水利署、嘉南農田水利會、水土保持局臺南分局、林務局嘉義林區管理處、台南縣政府、嘉義縣政府)予以分類，彙整各工程類別及權責機關之表5-2-1所示，預估總工程經費烏山頭水庫集水區約為446,100仟元。

表 5-2-1 烏山頭水庫集水區整體治理計畫內容一覽表

工程類別	權責機關	預估經費需求(仟元)
溪流及野溪坑溝治理	水利署/嘉南農田水利會	35,600
	水土保持局臺南分局	42,400
	農委會林務局	25,900
崩塌地處理(山坡地)	水土保持局臺南分局	10,400
	農委會林務局	50,500
崩塌地處理(蓄水範圍)	水利署/嘉南農田水利會	213,900
道路水土保持	台南縣政府	15,250
坡地水土保持	水土保持局臺南分局	5,700
土石流整治	農委會林務局	33,000
水質監測	行政院環保署	450
水質改善(都市計畫區)	內政院營建署	3,000
非工程類	水利署/嘉南農田水利會/水土保持局臺南分局/台南縣政府	10,000
總計		446,100

註：非工程類之水土保持及水質改善項目如下：1.水庫淤積測量 2.社區營造 3.土地利用管理監測 4.土石流避難規劃、演練 5.防救體系建立 6.緊急災害治理 7.水質改善

5-2-2 分年、分期實施計畫及經費

配合目前民國99年~103年短中長程重點工作提列。並顧及經費籌措及各權責單位人力配合限制，進行本計畫分年分期實施計畫之訂定，針對工程類各階段經費如表5-2-2所示，各權責機關分年分期實施內容及經費詳如表5-2-3及表5-2-4~表5-2-7所示。

表 5-2-2 各權責單位於民國 99 年~103 年間經費需求表

執行機關	執行年度					總計(仟元)
	99 年度 經費(仟元)	100 年度 經費(仟元)	101 年度 經費(仟元)	102 年度 經費(仟元)	103 年度 經費(仟元)	
水利署(嘉南農田水利會)	40,800	58,100	82,500	41,600	26,500	249,500
水土保持局臺南分局	22,200	17,500	10,600	6,200	2,000	58,500
台南縣政府	600	7,200	4,300	2,650	500	15,250
農委會林務局	56,900	28,800	13,600	8,600	1,500	109,400
行政院環保署	150	150	150	-	-	450
內政院營建署	-	-	3,000	-	-	3,000
總計	120,650	111,750	114,150	59,050	30,500	436,100

資料來源：本計畫整理

表 5-2-3 烏山頭水庫集水區各權責單位分年分期實施計畫內容表(1/8)

期程	m	編號	工程名稱	X 座標	Y 座標	工程內容	工程類別	權責單位	預估經費(仟元)
第一期 99年		溪-04	大丘村中坑15號前野溪護岸工程	194,498	2,569,232	護岸 100m，河道清淤整理長 300m，寬 5m，深 0.5m，道路修復。	溪流治理	水保局臺南分局	5,000
		溪-05	羌仔寮溪流整治工程	195,429	2,570,413	混凝土防砂壩乙座、混凝土造型模板護岸 250m×2、河道整理 300m。	溪流治理	水保局臺南分局	8,200
		溪-07	馬斗欄支流整治工程	194,336	2,566,087	河道清淤整理長 150m，寬 5m，深 1m，混凝土造型模板護岸 150m×2，混凝土防砂壩乙座，階段式固床工 10 座，路基修補乙式，路面 PC 修復 300m ² ，掛網植生 300m ² 。	溪流治理	農委會林務局	5,500
		溪-08	無名橋 05 溪流整治工程	194,215	2,566,992	河道清淤長 150m，寬 5m，深 0.5m，石籠護岸 150m×2。	溪流治理	水保局臺南分局	5,500
		坑-12	馬斗欄支流坑溝 04 整治工程	194,372	2,566,296	河道整理 150m，混凝土防砂壩乙座，階段式固床工 10 座，混凝土造型模板護岸長 150m×2 岸。	溪流治理	農委會林務局	8,000
			烏山頭集水區內河道清疏整理工程			土石清運堆積 10,000m ² 。	溪流治理	水利署(嘉南農田水利會)	6,000
		崩-01	縣 174 崩塌地處理工程	188,254	2,569,983	土袋溝 L=100m，W=2m，打木樁編柵配合植生 200m ² 。	道路水土保持	台南縣政府	600
		崩-04	王爺村支線道路崩塌治理工程(2)	188,516	2,569,268	擋土牆(L=20m,H=3m)、裸露坡面植生 30m ² 、截排水設施 L=30m、靜水井乙座(2m×2m×2m)、防落石網 20m ² 。	崩塌地處理	水保局臺南分局	1,000
		崩-19	北勢坑崩塌地處理工程(1)	189,435	2,569,673	複合型大崩塌地整治配合植生 1800m ² ，縱向排水長 25m、橫向排水長 80m。	崩塌地處理	農委會林務局	4,500
		崩-24	北勢坑崩塌地處理工程(6)	190,117	2,569,550	擋土牆(L=20m，H=3m)、裸露坡面植生 100m ² 、截排水設施 L=20m。	崩塌地處理	農委會林務局	900
		崩-27	北勢坑崩塌地處理工程(7)	190,293	2,569,433	掛網植生 500m ² ，縱向排水(長度 10m)、橫向排水(長度 40m)，擋土牆(L=50m，H=3m)。	崩塌地處理	農委會林務局	2,500
		崩-28	羌仔寮崩塌處理工程(1)	190,548	2,569,113	擋土牆(L=50m,H=3m)、裸露坡面植生 1500m ² 、截排水設施 L=80m、坡面整理。	崩塌地處理	農委會林務局	4,500
		崩-30	大井支線崩塌地整治工程	190,626	2,568,881	施打排樁 100 支，地錨 100 支，道路側溝排水 160m，擋土牆 130m，RC 路面長 160m，寬 3m。	崩塌地處理	農委會林務局	16,000
		崩-32	烏山崩塌地整治工程	195,065	2,567,151	施作擋土牆(L=100m,H=2m)，坡面植生 700m ² ，截排水設施 L=200m。	崩塌地處理	農委會林務局	3,000
		崩-33	羌仔寮崩塌處理工程(2)	194,528	2,569,967	施打鋼板樁 50m，石籠護岸 50m，裸露坡面掛網植生 500m ² 。	崩塌地處理	水保局臺南分局	2,500
		土-03	南縣 DF020 土石流土石災害復育工程	196,146	2,569,640	混凝土防砂壩乙座，階段式固床工 20 座，護岸 300m×2，河道整理 300m	土石流整治	水保局臺南分局	12,000
		L-01	烏山頭水庫崩塌保護工程(1)	185,626	2,567,309	土袋溝 L=150m，肥束網袋掛網噴植 3000m ² 。	蓄水範圍崩塌地處理	水利署(嘉南農田水利會)	7,300
		L-02	烏山頭水庫崩塌保護工程(2)	185,698	2,567,643	邊坡噴型框植生 1000m ² 。	蓄水範圍崩塌地處理	水利署(嘉南農田水利會)	4,000
		L-03	烏山頭水庫崩塌保護工程(3)	185,839	2,567,932	邊坡粒料墊層拋石護岸 200m ² 。	蓄水範圍崩塌地處理	水利署(嘉南農田水利會)	550

表 5-2-3 烏山頭水庫集水區各權責單位分年分期實施計畫內容表(2/8)

期程	m	編號	工程名稱	X座標	Y座標	工程內容	工程類別	權責單位	預估經費(仟元)		
第一期	99年	L-04	烏山頭水庫崩塌保護工程(4)	185,840	2,567,739	土袋溝 L=20m，打木樁編柵配合植生 200m ² 。	蓄水範圍崩塌地處理	水利署(嘉南農田水利會)	500		
		L-05	烏山頭水庫崩塌保護工程(5)	186,034	2,567,833	土袋溝 L=120m，打木樁編柵配合植生 1950m ² 。	蓄水範圍崩塌地處理	水利署(嘉南農田水利會)	700		
		L-07	烏山頭水庫崩塌保護工程(6)	185,884	2,567,971	邊坡噴型框植生 400m ² 。	蓄水範圍崩塌地處理	水利署(嘉南農田水利會)	1,600		
		L-08	烏山頭水庫崩塌保護工程(7)	185,712	2,568,182	掛網植生 600m ² 。	蓄水範圍崩塌地處理	水利署(嘉南農田水利會)	1,500		
		L-09	烏山頭水庫崩塌保護工程(8)	185,697	2,568,273	邊坡噴型框植生 800m ² 。	蓄水範圍崩塌地處理	水利署(嘉南農田水利會)	3,200		
		L-10	烏山頭水庫崩塌保護工程(9)	185,769	2,568,371	土袋溝 L=170m，打木樁編柵配合植生 2050m ² 。	蓄水範圍崩塌地處理	水利署(嘉南農田水利會)	750		
		L-11	烏山頭水庫崩塌保護工程(10)	185,730	2,568,484	掛網植生 500m ² 。	蓄水範圍崩塌地處理	水利署(嘉南農田水利會)	1,200		
		L-12	烏山頭水庫崩塌保護工程(11)	185,706	2,568,526	採肥束網袋掛網噴植 600m ² 。	蓄水範圍崩塌地處理	水利署(嘉南農田水利會)	1,500		
		L-13	烏山頭水庫崩塌保護工程(12)	185,724	2,568,613	邊坡噴型框植生 400m ² 。	蓄水範圍崩塌地處理	水利署(嘉南農田水利會)	1,600		
		L-14	烏山頭水庫崩塌保護工程(13)	185,877	2,568,505	邊坡噴型框植生 400m ² 。	蓄水範圍崩塌地處理	水利署(嘉南農田水利會)	1,600		
		L-15	烏山頭水庫崩塌保護工程(14)	186,050	2,568,511	邊坡噴型框植生 1600m ² 。	蓄水範圍崩塌地處理	水利署(嘉南農田水利會)	6,400		
		L-16	烏山頭水庫崩塌保護工程(15)	186,021	2,568,580	掛網植生 1000m ² 。	蓄水範圍崩塌地處理	水利署(嘉南農田水利會)	2,400		
		小計									120,500
		第二期	100年	溪-01	無名橋 01 溪流整治工程	187,696	2,569,610	河道整理 100m，施設石籠護岸 200m。	溪流治理	水保局臺南分局	2,500
				溪-10	無名橋 08 溪流整治工程	193,675	2,567,138	河道清淤長 300m，寬 5m，深 1m，石籠護岸 200m×2 岸。	溪流治理	水保局臺南分局	2,500
				溪-11	無名橋 09 溪流整治工程	193,400	2,567,386	河道清淤長 100m，寬 5m，深 0.5m，石籠護岸 100m×2 岸，掛網植生 200m ² ，縱向排水溝長 4m、橫向排水溝長 50m。	溪流治理	水保局臺南分局	2,000
溪-15	南勢坑一號橋上游整治工程			192,521	2,567,664	橋上游施作石籠護岸 150m×2 岸，河道清淤長 250m，寬 5m，深 1m。	溪流治理	水保局臺南分局	2,000		
溪-16	南勢坑橋清淤工程			191,956	2,568,056	河道清淤長 350m，寬 10m，深 2m。	溪流治理	水保局臺南分局	2,500		

表 5-2-3 烏山頭水庫集水區各權責單位分年分期實施計畫內容表(3/8)

期程	m	編號	工程名稱	X 座標	Y 座標	工程內容	工程類別	權責單位	預估經費 (仟元)
第二期	100 年	溪-17	匏仔寮橋溪流 整治工程	192,075	2,568,435	河道清淤長 300m，寬 2m，深 1m， 石籠護岸長 250m×2 岸。	溪流治理	水利署(嘉南 農田水利會)	2,800
		溪-18	自強橋溪流整 治工程	192,128	2,568,472	河道清淤長 200m，寬 10m，深 1.5m， 凹岸施作混凝土造型模板護岸長 50m。	溪流治理	水利署(嘉南 農田水利會)	2,800
		坑-10	馬斗欄支流坑 溝 02 整治工 程	194,650	2,566,511	河道整理 150m，防砂壩清淤 1000m ³ ，踏步式固床工 10 座，混 凝土造型模板護岸長 100m×2 岸，重 力式擋土牆(L=20m,H=3m)，路 基修補乙式，路面 AC 修復 100m ² 。	溪流治理	農委會林務局	4,000
			烏山頭集水區 內河道清疏整 理工程			土石清運堆積 10,000m ² 。	溪流治理	水利署(嘉南 農田水利會)	6,000
		崩-02	王爺村支線道 路崩塌治理工 程(1)	188,653	2,569,825	肥東網袋掛網噴植 400m ² ，縱向排水 長 20m、橫向排水長 20m。	崩塌地處 理	台南縣政府	1,200
		崩-03	王爺村支線道 路崩塌治理工 程(6)	188,654	2,569,825	打木樁編柵配合植生 100m ² ，縱向排 水長 10m、橫向排水長 70m。	崩塌地處 理	台南縣政府	800
		崩-06	王爺村支線道 路崩塌治理工 程(3)	188,533	2,568,863	肥東網袋掛網噴植 200m ² ，縱向排水 (長度 10m)、橫向排水(長度 30m)。	崩塌地處 理	道路水土保持	900
		崩-18	王爺村水流東 溪流整治	190,293	2,569,433	防砂壩 2 座及縱橫向排水系統長 300m。	崩塌地處 理	農委會林務局	6,000
		崩-21	北勢坑崩塌處 理工程(2)	189,760	2,569,531	打木樁編柵配合植生 1000m ² ，縱向排 水長 20m、橫向排水長 70m。	崩塌地處 理	農委會林務局	900
		崩-29	羌仔寮崩塌處 理工程(2)	190,554	2,569,044	擋土牆(L=40m,H=2m)、裸露坡面植生 500m ² 、截排水設施 L=50m。	崩塌地處 理	農委會林務局	2,000
		崩-31	南勢坑龍玉崩 塌處理工程	194,890	2,566,592	施作擋土牆(L=100m,H=3m)、裸露坡 面植生 1500m ² 、截排水設施 L=250m。	崩塌地處 理	農委會林務局	4,000
		崩-34	中坑-黑仙崩 塌處理工程	194,331	2,569,501	雙層鋼版樁 30m，混凝土護岸 60m， 邊坡植生 4000m ² ，縱向排水長 150m、橫向排水長 150m，道路修復。	崩塌地處 理	水保局臺南分 局	6,000
		土-02	南縣 DF021 土石流土石災 害復育工程	195,916	2,569,293	河道整理 250m，寬 10m，深 1m、階 段式固床工 10 座、混凝土造型模板護 岸長 200m×2。	土石流整 治	水保局臺南分 局	11,000
		道-04	北勢坑支線道 路排水工程	190,560	2,569,523	排水側溝長 250m，橫向溝 40m，集 水井 2 座(2m×2m×2m)。	道路水土 保持	台南縣政府	2,200
		道-16	南勢坑支線排 水工程	191759	2,568,144	排水溝清淤長 300m，寬 4m，深 1m。	道路水土 保持	台南縣政府	3,000
		L-17	烏山頭水庫崩 塌保護工程(1)	185,781	2,568,768	掛網植生 200m ² 。	蓄水範圍 崩塌地處 理	水利署(嘉南 農田水利會)	500
		L-18	烏山頭水庫崩 塌保護工程(2)	185,816	2,568,828	邊坡噴型框植生 600m ² 。	蓄水範圍 崩塌地處 理	水利署(嘉南 農田水利會)	2,400
		L-19	烏山頭水庫崩 塌保護工程(3)	185,875	2,568,964	肥東網袋掛網噴植 450m ² 。	蓄水範圍 崩塌地處 理	水利署(嘉南 農田水利會)	2,400
		L-20	烏山頭水庫崩 塌保護工程(4)	185,957	2,569,037	邊坡粒料墊層拋石護岸 500m ² 。	蓄水範圍 崩塌地處 理	水利署(嘉南 農田水利會)	1,200

表 5-2-3 烏山頭水庫集水區各權責單位分年分期實施計畫內容表(4/8)

期程	m	編號	工程名稱	X 座標	Y 座標	工程內容	工程類別	權責單位	預估經費 (仟元)
第二期	100 年	L-21	烏山頭水庫崩塌保護工程(5)	186,240	2,568,456	複合型大崩塌地整治配合植生 4000m ² 。	蓄水範圍崩塌地處理	水利署(嘉南農田水利會)	9,600
		L-22	烏山頭水庫崩塌保護工程(6)	186,342	2,568,527	採掛網植生 2000m ² 。	蓄水範圍崩塌地處理	水利署(嘉南農田水利會)	4,800
		L-26	烏山頭水庫崩塌保護工程(7)	186,267	2,568,200	邊坡噴型框植生 2000m ² 。	蓄水範圍崩塌地處理	水利署(嘉南農田水利會)	8,000
		L-28	烏山頭水庫崩塌保護工程(8)	186,452	2,568,289	掛網植生 1600m ² 。	蓄水範圍崩塌地處理	水利署(嘉南農田水利會)	3,900
		L-29	烏山頭水庫崩塌保護工程(9)	186,477	2,568,066	邊坡粒料墊層拋石護岸 500m ² 。	蓄水範圍崩塌地處理	水利署(嘉南農田水利會)	1,200
		L-31	烏山頭水庫崩塌保護工程(10)	186,382	2,567,899	掛網植生 750m ² 。	蓄水範圍崩塌地處理	水利署(嘉南農田水利會)	1,800
		L-32	烏山頭水庫崩塌保護工程(11)	186,345	2,567,631	採掛網植生 600m ² 。	蓄水範圍崩塌地處理	水利署(嘉南農田水利會)	1,500
		L-33	烏山頭水庫崩塌保護工程(12)	186,184	2,567,582	採掛網植生 600m ² 。	蓄水範圍崩塌地處理	水利署(嘉南農田水利會)	1,500
		L-37	烏山頭水庫崩塌保護工程(13)	186,778	2,567,689	邊坡粒料墊層拋石護岸 600m ² 。	蓄水範圍崩塌地處理	水利署(嘉南農田水利會)	1,500
		L-38	烏山頭水庫崩塌保護工程(14)	186,748	2,567,902	掛網植生 900m ² 。	蓄水範圍崩塌地處理	水利署(嘉南農田水利會)	2,200
		L-39	烏山頭水庫崩塌保護工程(15)	186,781	2,568,080	邊坡噴型框植生 1000m ² 。	蓄水範圍崩塌地處理	水利署(嘉南農田水利會)	4,000
小計									111,600
第三期	101 年	溪-02	無名橋 02 溪流整治工程	191,059	2,569,991	河道清淤 200m, 寬 1m, 深 1m, 上游護岸修復長 100m。	溪流治理	農委會林務局	1,800
		溪-03	第一號橋溪流整治工程	192,416	2,569,094	施設石籠護岸 100m, 河道清淤整理 100m, 寬 2m, 深 0.5m。	溪流治理	農委會林務局	1,000
		溪-09	無名橋 06 溪流整治工程	193,927	2,567,093	河道清淤長 200m, 寬 10m, 深 1m, 石籠護岸 150m×2 岸, 路基修補乙式, 路面 AC 修復 50m ² 。	溪流治理	水保局臺南分局	2,500
		溪-12	南勢坑三號橋清淤工程	192,989	2,567,468	河道清淤長 250m, 寬 4m, 深 1m。	溪流治理	水保局臺南分局	1,000
		溪-13	南勢坑二號橋清淤工程	192,805	2,567,471	河道清淤長 200m, 寬 5, 深 1m。	溪流治理	水保局臺南分局	1,000
		溪-14	防砂壩清淤工程	192,634	2,567,664	河道清淤長 100m, 寬 10m, 深 1.5m。	溪流治理	水保局臺南分局	1,000
		坑-01	王爺村道路坑溝整治工程	187,734	2,569,431	坑溝清淤整理長 100m, 施設草溝長 100m。	溪流治理	農委會林務局	600
		坑-02	北勢坑支線坑溝整治工程	190,669	2,568,085	坑溝清淤整理長 200m, 施設草溝長 40m, 靜水池乙座(2m×2m×2m)。	溪流治理	水保局臺南分局	600

表 5-2-3 烏山頭水庫集水區各權責單位分年分期實施計畫內容表(5/8)

期程	m	編號	工程名稱	X 座標	Y 座標	工程內容	工程類別	權責單位	預估經費 (仟元)
第三期	101 年	坑-03	羌仔寮坑溝 01 整治工程	195,335	2,570,425	坑溝清淤整理長 50m，施設草溝長 50m，靜水池乙座(2m×2m×2m)。	溪流治理	水保局臺南分局	600
		坑-04	羌仔寮坑溝 02 整治工程	195,295	2,570,447	坑溝清淤整理長 40m，施設草溝長 40m，靜水池乙座(2m×2m×2m)。	溪流治理	水保局臺南分局	500
		坑-05	縣 174 旁坑溝 01 整治工程	196,125	2,570,003	河道整理 50m，縱向排水蝕溝 50m。	溪流治理	農委會林務局	800
		坑-06	縣 174 旁坑溝 02 整治工程	195,828	2,569,154	河道整理 100m 及防砂壩清淤約 1500m ³ 。	溪流治理	農委會林務局	800
		坑-07	縣 174 旁坑溝 03 整治工程	195,579	2,568,965	河道整理 100m 及防砂壩清淤 1000m ³ 。	溪流治理	農委會林務局	800
		坑-08	縣 174 旁坑溝 04 整治工程	195,505	2,568,712	河道整理 120m 及防砂壩清淤 1000m ³ 。	溪流治理	農委會林務局	800
			烏山頭集水 區內河道清 疏整理工程			土石清運堆積 10,000m ² 。	溪流治理	水利署(嘉南 農田水利會)	6,000
		崩-07	王爺村道路 崩塌治理工 程(4)	188,412	2,568,558	肥束網袋掛網噴植 200m ² ，縱向排水 (長度 30m)、橫向排水(長度 20m)。	崩塌地處 理	水保局臺南分局	900
		崩-09	王爺村道路 崩塌治理工 程(7)	188,150	2,568,361	打木樁編柵配合植生 600m ² ，縱向排 水長 20m、橫向排水長 25m。	崩塌地處 理	農委會林務局	600
		崩-10	王爺村道路 崩塌治理工 程(5)	188,194	2,568,400	打木樁編柵配合植生 400m ² ，縱向排 水長 20m、橫向排水長 50m，道路側 溝清淤長 30m。	道路水土 保持	台南縣政府	800
		崩-14	縣 174 支線崩 塌地處理工 程(1)	188,584	2,568,639	打木樁編柵配合植生 900m ² ，縱向排 水長 30m、橫向排水長 40m。	崩塌地處 理	道路水土保持	900
		崩-35	嶺頂戲棚下 崩塌處理工 程	192,745	2,569,516	凹岸施做護岸長 150m，高 3m 以保護 坡趾。	蓄水範圍 崩塌地處 理	水利署(嘉南 農田水利會)	5,000
		土-01	嘉縣 DF029 土石流土石 災害復育工 程	195,407	2,568,440	河道整理 200m，寬 5m，深 1.5m、 混凝土防砂壩乙座、階段式固床工 15 座、混凝土造型模板護岸長 200m×2。	土石流整 治	水保局臺南分局	5,500
		坡-03	內坑支線旁 坡面排水工 程	195,203	2,570,211	縱向排水溝長 250m，橫向排水溝 100m、靜水池乙座(2m×2m×2m)。	坡地水土 保持	水保局臺南分局	2,500
		道-02	縣 174 道路改 善工程	186,430	2,570,511	路基改善乙式，AC 重鋪 100m ² 。	道路水土 保持	台南縣政府	200
		道-03	王爺村支線 道路排水工 程	187,737	2,569,338	排水側溝長 150m，橫向溝 10m，集 水井乙座(2m×2m×2m)。	道路水土 保持	台南縣政府	1,200
		道-11	內坑支線道 路改善工程 (1)	194,505	2,570,517	道路路基改善乙式，AC 路面重鋪 60m ² 。	道路水土 保持	台南縣政府	100
		道-12	內坑支線道 路改善工程 (2)	194,539	2,570,462	道路下邊坡擋土牆長 50m，路基改善 乙式，AC 路面重鋪 30m ² 。	道路水土 保持	台南縣政府	1,000
		道-18	大井支線道 路改善工程	188,427	2,565,106	大井支線道路改善工程	道路水土 保持	台南縣政府	1,000

表 5-2-3 烏山頭水庫集水區各權責單位分年分期實施計畫內容表(6/8)

期程	m	編號	工程名稱	X座標	Y座標	工程內容	工程類別	權責單位	預估經費(仟元)
第三期	101年	L-43	烏山頭水庫崩塌保護工程(1)	186,983	2,567,804	掛網植生 2000m ² 。	蓄水範圍崩塌地處理	水利署(嘉南農田水利會)	4,800
		L-45	烏山頭水庫崩塌保護工程(2)	187,132	2,567,612	肥束網袋掛網噴植 400m ² 。	蓄水範圍崩塌地處理	水利署(嘉南農田水利會)	1,000
		L-47	烏山頭水庫崩塌保護工程(3)	187,388	2,567,829	邊坡噴型框植生 2000m ² 。	蓄水範圍崩塌地處理	水利署(嘉南農田水利會)	8,000
		L-48	烏山頭水庫崩塌保護工程(4)	187,302	2,567,938	複合型大崩塌地整治配合植生 10000m ² 。	蓄水範圍崩塌地處理	水利署(嘉南農田水利會)	24,000
		L-49	烏山頭水庫崩塌保護工程(5)	187,184	2,568,146	掛網植生 3750m ² 。	蓄水範圍崩塌地處理	水利署(嘉南農田水利會)	9,000
		L-51	烏山頭水庫崩塌保護工程(6)	187,101	2,568,456	土袋溝 L=50m，打木樁編柵配合植生 750m ² 。	蓄水範圍崩塌地處理	水利署(嘉南農田水利會)	500
		L-52	烏山頭水庫崩塌保護工程(7)	187,318	2,568,663	邊坡粒料墊層拋石護岸 1000m ²	蓄水範圍崩塌地處理	水利署(嘉南農田水利會)	2,400
		L-56	烏山頭水庫崩塌保護工程(8)	186,785	2,569,002	掛網植生 1600m ² 。	蓄水範圍崩塌地處理	水利署(嘉南農田水利會)	2,400
		L-58	烏山頭水庫崩塌保護工程(9)	186,605	2,569,437	土袋溝 L=50m，肥束網袋掛網噴植 1200m ² 。	蓄水範圍崩塌地處理	水利署(嘉南農田水利會)	3,000
		L-59	烏山頭水庫崩塌保護工程(10)	186,623	2,569,474	掛網植生 1800m ² 。	蓄水範圍崩塌地處理	水利署(嘉南農田水利會)	4,500
		L-61	烏山頭水庫崩塌保護工程(11)	187,220	2,568,837	掛網植生 500m ² 。	蓄水範圍崩塌地處理	水利署(嘉南農田水利會)	1,200
		L-62	烏山頭水庫崩塌保護工程(12)	187,290	2,569,108	邊坡噴型框植生 400m ²	蓄水範圍崩塌地處理	水利署(嘉南農田水利會)	1,600
		L-64	烏山頭水庫崩塌保護工程(13)	187,433	2,568,892	邊坡粒料墊層拋石護岸 900m ² 。	蓄水範圍崩塌地處理	水利署(嘉南農田水利會)	2,200
		L-65	烏山頭水庫崩塌保護工程(14)	187,507	2,568,932	掛網植生 2250m ² 。	蓄水範圍崩塌地處理	水利署(嘉南農田水利會)	5,400
		L-66	烏山頭水庫崩塌保護工程(15)	187,631	2,569,023	掛網植生 600m ² 。	蓄水範圍崩塌地處理	水利署(嘉南農田水利會)	1,500
小計									111,000
第四期	102年	溪-19	北勢坑瑞茂溪流整治工程	191,780	2,570,725	河道清淤長 200m，兩岸施作護岸長 200m。	溪流治理	水保局臺南分局	3,000
		坑-09	馬斗攔支流坑溝 01 整治工程	194,787	2,566,575	縱向排水蝕溝長 50m，河道整理 50m。	溪流治理	農委會林務局	800

表 5-2-3 烏山頭水庫集水區各權責單位分年分期實施計畫內容表(7/8)

期程	m	編號	工程名稱	X 座標	Y 座標	工程內容	工程類別	權責單位	預估經費 (仟元)
第四期	102 年	坑-11	馬斗攔支流坑溝 03 整治工程	194,569	2,566,422	河道整理長 100m，防砂壩清淤 1000m ³ ，路基改善乙式，重力式擋土牆(L=20m,H=3m)，路面 AC 修復 80m ² 。	溪流治理	農委會林務局	1,000
		坑-13	南勢坑支線坑溝整治工程	192,203	2,567,965	河道整理 150m，縱向排水蝕溝 100m。	溪流治理	水保局臺南分局	1,200
			烏山頭集水區內河道清疏整理工程			土石清運堆積 10,000m ² 。	溪流治理	水利署(嘉南農田水利會)	6,000
		崩-15	縣 174 支線崩塌地處理工程(2)	188,764	2,569,936	掛網植生 100m ² ，縱向排水長 10m、橫向排水長 20m。	崩塌地處理	道路水土保持	600
		崩-17	縣 174 支線崩塌地處理工程(3)	189,067	2,569,938	肥束網袋掛網噴植 100m ² 。	崩塌地處理	道路水土保持	600
		崩-26	北勢坑崩塌地處理工程(3)	190,271	2,569,458	掛網植生 300m ² ，縱向排水長 10m、橫向排水長 50m。	崩塌地處理	道路水土保持	1,100
		土-04	南縣 DF019 土石流土石災害復育工程	196,167	2,570,184	護岸長 100m×2。	土石流整治	水保局臺南分局	4,500
		坡-01	縣 174 旁坡面排水工程	187,811	2,570,427	縱向排水溝長 200m，橫向排水溝 80m、靜水池乙座(2m×2m×2m)。	坡地水土保持	水保局臺南分局	2,000
		道-05	北勢坑支線道路改善工程	191,068	2,569,861	道路下方施設擋土牆長 50m，高 2m，路面重鋪設 40m ² ，厚 10cm。	道路水土保持	台南縣政府	650
		道-06	北勢坑支線道路改善工程(1)	191,161	2,570,074	溪流凹岸處施設混凝土造型模板護岸保護長 80m，道路路基改善乙式，AC 路面重鋪 100m ² 。	道路水土保持	台南縣政府	1,000
		道-07	北勢坑支線道路改善工程(2)	191,188	2,570,039	溪流左岸處施設混凝土造型模板護岸保護長 70m，道路路基改善乙式，AC 路面重鋪 80m ² 。	道路水土保持	台南縣政府	1,000
		L-67	烏山頭水庫崩塌保護工程(1)	187,872	2,568,941	邊坡噴型框植生 600m ²	蓄水範圍崩塌地處理	水利署(嘉南農田水利會)	2,400
		L-68	烏山頭水庫崩塌保護工程(2)	187,461	2,568,441	土袋溝 L=50m，肥束網袋掛網噴植 1000m ² 。	蓄水範圍崩塌地處理	水利署(嘉南農田水利會)	2,500
		L-69	烏山頭水庫崩塌保護工程(3)	187,470	2,568,395	掛網植生 900m ² 。	蓄水範圍崩塌地處理	水利署(嘉南農田水利會)	2,200
		L-71	烏山頭水庫崩塌保護工程(4)	187,604	2,568,325	掛網植生 900m ² 。	蓄水範圍崩塌地處理	水利署(嘉南農田水利會)	2,200
		L-72	烏山頭水庫崩塌保護工程(5)	187,488	2,568,219	掛網植生 600m ² 。	蓄水範圍崩塌地處理	水利署(嘉南農田水利會)	1,500
		L-73	烏山頭水庫崩塌保護工程(6)	187,595	2,568,045	邊坡噴型框植生 500m ² 。	蓄水範圍崩塌地處理	水利署(嘉南農田水利會)	2,000
L-77	烏山頭水庫崩塌保護工程(7)	187,890	2,568,551	掛網植生 500m ² 。	蓄水範圍崩塌地處理	水利署(嘉南農田水利會)	1,200		

表 5-2-3 烏山頭水庫集水區各權責單位分年分期實施計畫內容表(8/8)

期程	m	編號	工程名稱	X座標	Y座標	工程內容	工程類別	權責單位	預估經費(仟元)
第四期	102年	L-79	烏山頭水庫崩塌保護工程(8)	187,924	2,568,173	邊坡噴型框植生 1000m ² 。	蓄水範圍崩塌地處理	水利署(嘉南農田水利會)	4,000
		L-81	烏山頭水庫崩塌保護工程(9)	187,994	2,568,301	肥束網袋掛網噴植 800m ² 。	蓄水範圍崩塌地處理	水利署(嘉南農田水利會)	2,000
		L-86	烏山頭水庫崩塌保護工程(10)	188,110	2,567,978	邊坡粒料墊層拋石護岸 1500m ²	蓄水範圍崩塌地處理	水利署(嘉南農田水利會)	3,600
		L-87	烏山頭水庫崩塌保護工程(11)	187,942	2,568,008	掛網植生 1200m ² 。	蓄水範圍崩塌地處理	水利署(嘉南農田水利會)	3,000
		L-88	烏山頭水庫崩塌保護工程(12)	187,833	2,567,874	複合型大崩塌地整治配合植生 3750m ² 。	蓄水範圍崩塌地處理	水利署(嘉南農田水利會)	9,000
		小計							
第五期	103年	溪-06	無名橋 04 復健工程	195,203	2,570,443	河道清淤長 300m, 寬 2m, 深 0.5m、既設石籠護岸修復 30m。	溪流治理	水保局臺南分局	800
			烏山頭集水區內河道清疏整理工程			土石清運堆積 10,000m ² 。	溪流治理	水利署(嘉南農田水利會)	6,000
		崩-22	北勢坑崩塌地處理工程(5)	190,105	2,569,534	肥束網袋掛網噴植 100m ² , 縱向排水長 10m、橫向排水長 15m。	崩塌地處理	道路水土保持	600
		崩-25	北勢坑崩塌地處理工程(4)	190,181	2,569,483	肥束網袋掛網噴植 160m ² , 縱向排水長 5m、橫向排水長 50m。	崩塌地處理	道路水土保持	900
		坡-02	縣 174 旁坡面排水工程	189,036	2,569,988	縱向排水溝長 100m, 橫向排水溝 50m、靜水池乙座(2m×2m×2m)。	坡地水土保持	水保局臺南分局	1,200
		道-13	縣 174 道路道路改善工程	195,933	2,569,534	路基改善乙式, AC 重鋪 100m ² 。	道路水土保持	台南縣政府	200
		道-14	馬斗欄支線道路改善工程	194,279	2,566,323	路基改善乙式, 道路重新鋪設長 300m。	道路水土保持	台南縣政府	200
		道-15	南勢坑支線道路改善工程	193,357	2,567,445	路基改善乙式, AC 路面重鋪 70m ² 。	道路水土保持	台南縣政府	100
		L-89	烏山頭水庫崩塌保護工程(1)	187,915	2,567,713	掛網植生 900m ² 。	蓄水範圍崩塌地處理	水利署(嘉南農田水利會)	2,200
		L-91	烏山頭水庫崩塌保護工程(2)	187,720	2,567,682	邊坡粒料墊層拋石護岸 750m ²	蓄水範圍崩塌地處理	水利署(嘉南農田水利會)	1,800
		L-92	烏山頭水庫崩塌保護工程(3)	187,671	2,567,582	掛網植生 2400m ² 。	蓄水範圍崩塌地處理	水利署(嘉南農田水利會)	5,800
		L-95	烏山頭水庫崩塌保護工程(4)	187,592	2,567,421	掛網植生 2000m ² 。	蓄水範圍崩塌地處理	水利署(嘉南農田水利會)	4,800
		L-98	烏山頭水庫崩塌保護工程(5)	187,015	2,567,084	掛網植生 600m ² 。	蓄水範圍崩塌地處理	水利署(嘉南農田水利會)	1,500
		L-99	烏山頭水庫崩塌保護工程(6)	186,827	2,567,238	掛網植生 1000m ² 。	蓄水範圍崩塌地處理	水利署(嘉南農田水利會)	2,400
		L-102	烏山頭水庫崩塌保護工程(7)	186,572	2,567,047	肥束網袋掛網噴植 800m ² 。	蓄水範圍崩塌地處理	水利署(嘉南農田水利會)	2,000
小計									30,500
總計									432,650

表 5-2-4 烏山頭水庫集水區嘉南農田水利會實施工程計畫表(1/2)

權責單位	工程類別	工程名稱	X 座標	Y 座標	預估經費 (仟元)
水利署(嘉南農田水利會)	溪流治理	匏仔寮橋溪流整治工程	192,075	2,568,435	2,800
水利署(嘉南農田水利會)	溪流治理	自強橋溪流整治工程	192,128	2,568,472	2,800
水利署(嘉南農田水利會)	溪流治理	烏山頭集水區內河道清疏工程			30,000
小計					35,600
水利署(嘉南農田水利會)	蓄水範圍崩塌地處理	嶺頂戲棚下崩塌處理工程	192,745	2,569,516	5,000
水利署(嘉南農田水利會)	蓄水範圍崩塌地處理	烏山頭水庫崩塌保護工程(1)	185,626	2,567,309	7,300
水利署(嘉南農田水利會)	蓄水範圍崩塌地處理	烏山頭水庫崩塌保護工程(2)	185,698	2,567,643	4,000
水利署(嘉南農田水利會)	蓄水範圍崩塌地處理	烏山頭水庫崩塌保護工程(3)	185,839	2,567,932	550
水利署(嘉南農田水利會)	蓄水範圍崩塌地處理	烏山頭水庫崩塌保護工程(4)	185,840	2,567,739	500
水利署(嘉南農田水利會)	蓄水範圍崩塌地處理	烏山頭水庫崩塌保護工程(5)	186,034	2,567,833	700
水利署(嘉南農田水利會)	蓄水範圍崩塌地處理	烏山頭水庫崩塌保護工程(6)	185,884	2,567,971	1,600
水利署(嘉南農田水利會)	蓄水範圍崩塌地處理	烏山頭水庫崩塌保護工程(7)	185,712	2,568,182	1,500
水利署(嘉南農田水利會)	蓄水範圍崩塌地處理	烏山頭水庫崩塌保護工程(8)	185,697	2,568,273	3,200
水利署(嘉南農田水利會)	蓄水範圍崩塌地處理	烏山頭水庫崩塌保護工程(9)	185,769	2,568,371	750
水利署(嘉南農田水利會)	蓄水範圍崩塌地處理	烏山頭水庫崩塌保護工程(10)	185,730	2,568,484	1,200
水利署(嘉南農田水利會)	蓄水範圍崩塌地處理	烏山頭水庫崩塌保護工程(11)	185,706	2,568,526	1,500
水利署(嘉南農田水利會)	蓄水範圍崩塌地處理	烏山頭水庫崩塌保護工程(12)	185,724	2,568,613	1,600
水利署(嘉南農田水利會)	蓄水範圍崩塌地處理	烏山頭水庫崩塌保護工程(13)	185,877	2,568,505	1,600
水利署(嘉南農田水利會)	蓄水範圍崩塌地處理	烏山頭水庫崩塌保護工程(14)	186,050	2,568,511	6,400
水利署(嘉南農田水利會)	蓄水範圍崩塌地處理	烏山頭水庫崩塌保護工程(15)	186,021	2,568,580	2,400
水利署(嘉南農田水利會)	蓄水範圍崩塌地處理	烏山頭水庫崩塌保護工程(1)	185,781	2,568,768	500
水利署(嘉南農田水利會)	蓄水範圍崩塌地處理	烏山頭水庫崩塌保護工程(2)	185,816	2,568,828	2,400
水利署(嘉南農田水利會)	蓄水範圍崩塌地處理	烏山頭水庫崩塌保護工程(3)	185,875	2,568,964	2,400
水利署(嘉南農田水利會)	蓄水範圍崩塌地處理	烏山頭水庫崩塌保護工程(4)	185,957	2,569,037	1,200
水利署(嘉南農田水利會)	蓄水範圍崩塌地處理	烏山頭水庫崩塌保護工程(5)	186,240	2,568,456	9,600
水利署(嘉南農田水利會)	蓄水範圍崩塌地處理	烏山頭水庫崩塌保護工程(6)	186,342	2,568,527	4,800
水利署(嘉南農田水利會)	蓄水範圍崩塌地處理	烏山頭水庫崩塌保護工程(7)	186,267	2,568,200	8,000
水利署(嘉南農田水利會)	蓄水範圍崩塌地處理	烏山頭水庫崩塌保護工程(8)	186,452	2,568,289	3,900
水利署(嘉南農田水利會)	蓄水範圍崩塌地處理	烏山頭水庫崩塌保護工程(9)	186,477	2,568,066	1,200
水利署(嘉南農田水利會)	蓄水範圍崩塌地處理	烏山頭水庫崩塌保護工程(10)	186,382	2,567,899	1,800
水利署(嘉南農田水利會)	蓄水範圍崩塌地處理	烏山頭水庫崩塌保護工程(11)	186,345	2,567,631	1,500
水利署(嘉南農田水利會)	蓄水範圍崩塌地處理	烏山頭水庫崩塌保護工程(12)	186,184	2,567,582	1,500
水利署(嘉南農田水利會)	蓄水範圍崩塌地處理	烏山頭水庫崩塌保護工程(13)	186,778	2,567,689	1,500
水利署(嘉南農田水利會)	蓄水範圍崩塌地處理	烏山頭水庫崩塌保護工程(14)	186,748	2,567,902	2,200
水利署(嘉南農田水利會)	蓄水範圍崩塌地處理	烏山頭水庫崩塌保護工程(15)	186,781	2,568,080	4,000
水利署(嘉南農田水利會)	蓄水範圍崩塌地處理	烏山頭水庫崩塌保護工程(1)	186,983	2,567,804	4,800
水利署(嘉南農田水利會)	蓄水範圍崩塌地處理	烏山頭水庫崩塌保護工程(2)	187,132	2,567,612	1,000
水利署(嘉南農田水利會)	蓄水範圍崩塌地處理	烏山頭水庫崩塌保護工程(3)	187,388	2,567,829	8,000
水利署(嘉南農田水利會)	蓄水範圍崩塌地處理	烏山頭水庫崩塌保護工程(4)	187,302	2,567,938	24,000
水利署(嘉南農田水利會)	蓄水範圍崩塌地處理	烏山頭水庫崩塌保護工程(5)	187,184	2,568,146	9,000
水利署(嘉南農田水利會)	蓄水範圍崩塌地處理	烏山頭水庫崩塌保護工程(6)	187,101	2,568,456	500
水利署(嘉南農田水利會)	蓄水範圍崩塌地處理	烏山頭水庫崩塌保護工程(7)	187,318	2,568,663	2,400
水利署(嘉南農田水利會)	蓄水範圍崩塌地處理	烏山頭水庫崩塌保護工程(8)	186,785	2,569,002	2,400
水利署(嘉南農田水利會)	蓄水範圍崩塌地處理	烏山頭水庫崩塌保護工程(9)	186,605	2,569,437	3,000
水利署(嘉南農田水利會)	蓄水範圍崩塌地處理	烏山頭水庫崩塌保護工程(10)	186,623	2,569,474	4,500
水利署(嘉南農田水利會)	蓄水範圍崩塌地處理	烏山頭水庫崩塌保護工程(11)	187,220	2,568,837	1,200
水利署(嘉南農田水利會)	蓄水範圍崩塌地處理	烏山頭水庫崩塌保護工程(12)	187,290	2,569,108	1,600
水利署(嘉南農田水利會)	蓄水範圍崩塌地處理	烏山頭水庫崩塌保護工程(13)	187,433	2,568,892	2,200

表 5-2-4 烏山頭水庫集水區嘉南農田水利會實施工程計畫表(2/2)

權責單位	工程類別	工程名稱	X 座標	Y 座標	預估經費 (仟元)
水利署(嘉南農田水利會)	蓄水範圍崩塌地處理	烏山頭水庫崩塌保護工程(14)	187,507	2,568,932	5,400
水利署(嘉南農田水利會)	蓄水範圍崩塌地處理	烏山頭水庫崩塌保護工程(15)	187,631	2,569,023	1,500
水利署(嘉南農田水利會)	蓄水範圍崩塌地處理	烏山頭水庫崩塌保護工程(1)	187,872	2,568,941	2,400
水利署(嘉南農田水利會)	蓄水範圍崩塌地處理	烏山頭水庫崩塌保護工程(2)	187,461	2,568,441	2,500
水利署(嘉南農田水利會)	蓄水範圍崩塌地處理	烏山頭水庫崩塌保護工程(3)	187,470	2,568,395	2,200
水利署(嘉南農田水利會)	蓄水範圍崩塌地處理	烏山頭水庫崩塌保護工程(4)	187,604	2,568,325	2,200
水利署(嘉南農田水利會)	蓄水範圍崩塌地處理	烏山頭水庫崩塌保護工程(5)	187,488	2,568,219	1,500
水利署(嘉南農田水利會)	蓄水範圍崩塌地處理	烏山頭水庫崩塌保護工程(6)	187,595	2,568,045	2,000
水利署(嘉南農田水利會)	蓄水範圍崩塌地處理	烏山頭水庫崩塌保護工程(7)	187,890	2,568,551	1,200
水利署(嘉南農田水利會)	蓄水範圍崩塌地處理	烏山頭水庫崩塌保護工程(8)	187,924	2,568,173	4,000
水利署(嘉南農田水利會)	蓄水範圍崩塌地處理	烏山頭水庫崩塌保護工程(9)	187,994	2,568,301	2,000
水利署(嘉南農田水利會)	蓄水範圍崩塌地處理	烏山頭水庫崩塌保護工程(10)	188,110	2,567,978	3,600
水利署(嘉南農田水利會)	蓄水範圍崩塌地處理	烏山頭水庫崩塌保護工程(11)	187,942	2,568,008	3,000
水利署(嘉南農田水利會)	蓄水範圍崩塌地處理	烏山頭水庫崩塌保護工程(12)	187,833	2,567,874	9,000
水利署(嘉南農田水利會)	蓄水範圍崩塌地處理	烏山頭水庫崩塌保護工程(1)	187,915	2,567,713	2,200
水利署(嘉南農田水利會)	蓄水範圍崩塌地處理	烏山頭水庫崩塌保護工程(2)	187,720	2,567,682	1,800
水利署(嘉南農田水利會)	蓄水範圍崩塌地處理	烏山頭水庫崩塌保護工程(3)	187,671	2,567,582	5,800
水利署(嘉南農田水利會)	蓄水範圍崩塌地處理	烏山頭水庫崩塌保護工程(4)	187,592	2,567,421	4,800
水利署(嘉南農田水利會)	蓄水範圍崩塌地處理	烏山頭水庫崩塌保護工程(5)	187,015	2,567,084	1,500
水利署(嘉南農田水利會)	蓄水範圍崩塌地處理	烏山頭水庫崩塌保護工程(6)	186,827	2,567,238	2,400
水利署(嘉南農田水利會)	蓄水範圍崩塌地處理	烏山頭水庫崩塌保護工程(7)	186,572	2,567,047	2,000
小計					213,900
總計					249,500

表 5-2-5 烏山頭水庫集水區水保局臺南分局實施工程計畫表(1/2)

權責單位	工程類別	工程名稱	X 座標	Y 座標	預估經費 (仟元)
水保局臺南分局	溪流治理	無名橋 01 溪流整治工程	187,696	2,569,610	2,500
水保局臺南分局	溪流治理	大丘村中坑 15 號前野溪護岸工程	194,498	2,569,232	5,000
水保局臺南分局	溪流治理	羌仔寮溪流整治工程	195,429	2,570,413	8,200
水保局臺南分局	溪流治理	無名橋 04 復健工程	195,203	2,570,443	800
水保局臺南分局	溪流治理	無名橋 05 溪流整治工程	194,215	2,566,992	5,500
水保局臺南分局	溪流治理	無名橋 06 溪流整治工程	193,927	2,567,093	2,500
水保局臺南分局	溪流治理	無名橋 08 溪流整治工程	193,675	2,567,138	2,500
水保局臺南分局	溪流治理	無名橋 09 溪流整治工程	193,400	2,567,386	2,000
水保局臺南分局	溪流治理	南勢坑三號橋清淤工程	192,989	2,567,468	1,000
水保局臺南分局	溪流治理	南勢坑二號橋清淤工程	192,805	2,567,471	1,000
水保局臺南分局	溪流治理	防砂壩清淤工程	192,634	2,567,664	1,000
水保局臺南分局	溪流治理	南勢坑一號橋上游整治工程	192,521	2,567,664	2,000
水保局臺南分局	溪流治理	南勢坑橋清淤工程	191,956	2,568,056	2,500
水保局臺南分局	溪流治理	北勢坑瑞茂溪流整治工程	191,780	2,570,725	3,000
水保局臺南分局	溪流治理	北勢坑支線坑溝整治工程	190,669	2,568,085	600
水保局臺南分局	溪流治理	羌仔寮坑溝 01 整治工程	195,335	2,570,425	600
水保局臺南分局	溪流治理	羌仔寮坑溝 02 整治工程	195,295	2,570,447	500
水保局臺南分局	溪流治理	南勢坑支線坑溝整治工程	192,203	2,567,965	1,200
小計					42,400

表 5-2-5 烏山頭水庫集水區水保局臺南分局實施工程計畫表(2/2)

水保局臺南分局	崩塌地處理	王爺村支線道路崩塌治理工程(2)	188,516	2,569,268	1,000
水保局臺南分局	崩塌地處理	王爺村道路崩塌治理工程(4)	188,150	2,568,361	900
水保局臺南分局	崩塌地處理	羌仔寮崩塌地處理工程(2)	194,528	2,569,967	2,500
水保局臺南分局	崩塌地處理	中坑-黑仙崩地處理工程	194,331	2,569,501	6,000
小計					10,400
水保局臺南分局	坡地水土保持	縣 174 旁坡面排水工程	187,811	2,570,427	2,000
水保局臺南分局	坡地水土保持	縣 174 旁坡面排水工程	189,036	2,569,988	1,200
水保局臺南分局	坡地水土保持	內坑支線旁坡面排水工程	195,203	2,570,211	2,500
小計					5,700
總計					58,500

表 5-2-6 烏山頭水庫集水區農委會林務局實施工程計畫表

權責單位	工程類別	工程名稱	X 座標	Y 座標	預估經費(仟元)
農委會林務局	溪流治理	無名橋 02 溪流整治工程	191,059	2,569,991	1,800
農委會林務局	溪流治理	第一號橋溪流整治工程	192,416	2,569,094	1,000
農委會林務局	溪流治理	馬斗攔支流整治工程	194,336	2,566,087	5,500
農委會林務局	溪流治理	王爺村道路坑溝整治工程	187,734	2,569,431	600
農委會林務局	溪流治理	縣 174 旁坑溝 01 整治工程	196,125	2,570,003	800
農委會林務局	溪流治理	縣 174 旁坑溝 02 整治工程	195,828	2,569,154	800
農委會林務局	溪流治理	縣 174 旁坑溝 03 整治工程	195,579	2,568,965	800
農委會林務局	溪流治理	縣 174 旁坑溝 04 整治工程	195,505	2,568,712	800
農委會林務局	溪流治理	馬斗攔支流坑溝 01 整治工程	194,787	2,566,575	800
農委會林務局	溪流治理	馬斗攔支流坑溝 02 整治工程	194,650	2,566,511	4,000
農委會林務局	溪流治理	馬斗攔支流坑溝 03 整治工程	194,569	2,566,422	1,000
農委會林務局	溪流治理	馬斗攔支流坑溝 04 整治工程	194,372	2,566,296	8,000
小計					25,900
農委會林務局	土石流整治	嘉縣 DF029 土石流土石災害復育工程	195,407	2,568,440	5,500
農委會林務局	土石流整治	南縣 DF021 土石流土石災害復育工程	195,916	2,569,293	11,000
農委會林務局	土石流整治	南縣 DF020 土石流土石災害復育工程	196,146	2,569,640	12,000
農委會林務局	土石流整治	南縣 DF019 土石流土石災害復育工程	196,167	2,570,184	4,500
小計					33,000
農委會林務局	崩塌地處理	王爺村支線道路崩塌治理工程(3)	188,412	2,568,558	900
農委會林務局	崩塌地處理	王爺村道路崩塌治理工程(7)	188,584	2,568,639	600
農委會林務局	崩塌地處理	縣 174 支線崩塌地處理工程(1)	190,105	2,569,534	900
農委會林務局	崩塌地處理	縣 174 支線崩塌地處理工程(2)	190,117	2,569,550	600
農委會林務局	崩塌地處理	縣 174 支線崩塌地處理工程(3)	190,271	2,569,458	600
農委會林務局	崩塌地處理	王爺村水流東溪流整治	190,293	2,569,433	6,000
農委會林務局	崩塌地處理	北勢坑崩塌地處理工程(1)	190,548	2,569,113	4,500
農委會林務局	崩塌地處理	北勢坑崩塌地處理工程(2)	190,626	2,568,881	900
農委會林務局	崩塌地處理	北勢坑崩塌地處理工程(5)	190,480	2,569,438	600
農委會林務局	崩塌地處理	北勢坑崩塌地處理工程(6)	191,340	2,569,995	900
農委會林務局	崩塌地處理	北勢坑崩塌地處理工程(4)	191,677	2,569,693	900
農委會林務局	崩塌地處理	北勢坑崩塌地處理工程(3)	192,007	2,569,635	1,100

農委會林務局	崩塌地處理	北勢坑崩塌地處理工程(7)	191,986	2,569,578	2,500
農委會林務局	崩塌地處理	羌仔寮崩塌地處理工程(1)	195,493	2,570,418	4,500
農委會林務局	崩塌地處理	羌仔寮崩塌地處理工程(2)	195,254	2,570,502	2,000
農委會林務局	崩塌地處理	大井支線崩塌地整治工程	188,483	2,564,409	16,000
農委會林務局	崩塌地處理	烏山崩塌地整治工程	195,065	2,567,151	3,000
農委會林務局	崩塌地處理	南勢坑龍玉崩塌處理工程	194,890	2,566,592	4,000
小計					50,500
總計					109,400

表 5-2-7 烏山頭水庫集水區台南縣政府實施工程計畫表

權責單位	工程類別	工程名稱	X 座標	Y 座標	預估經費 (仟元)
台南縣政府	道路水土保持	縣 174 崩塌地處理工程	188,254	2,569,983	600
台南縣政府	道路水土保持	王爺村支線道路崩塌治理工程 (1)	188,653	2,569,825	1,200
台南縣政府	道路水土保持	王爺村支線道路崩塌治理工程 (6)	188,654	2,569,825	800
台南縣政府	道路水土保持	王爺村道路崩塌治理工程(5)	188,764	2,569,936	800
台南縣政府	道路水土保持	縣 174 道路改善工程	186,430	2,570,511	200
台南縣政府	道路水土保持	王爺村支線道路排水工程	187,737	2,569,338	1,200
台南縣政府	道路水土保持	北勢坑支線道路排水工程	190,560	2,569,523	2,200
台南縣政府	道路水土保持	北勢坑支線道路改善工程	191,068	2,569,861	650
台南縣政府	道路水土保持	北勢坑支線道路改善工程(1)	191,161	2,570,074	1,000
台南縣政府	道路水土保持	北勢坑支線道路改善工程(2)	191,188	2,570,039	1,000
台南縣政府	道路水土保持	內坑支線道路改善工程(1)	194,505	2,570,517	100
台南縣政府	道路水土保持	內坑支線道路改善工程(2)	194,539	2,570,462	1,000
台南縣政府	道路水土保持	縣 174 道路道路改善工程	195,933	2,569,534	200
台南縣政府	道路水土保持	馬斗欄支線道路改善工程	194,279	2,566,323	200
台南縣政府	道路水土保持	南勢坑支線道路改善工程	193,357	2,567,445	100
台南縣政府	道路水土保持	南勢坑支線排水工程	191,759	2,568,144	3,000
台南縣政府	道路水土保持	大井支線道路改善工程	188,427	2,565,106	1,000
總計					15,250

5-3 執行分工與協調機制

5-3-1 執行分工

一、依據

本計畫係依據水利署2007年1月29日經授水字第09620200600號令訂定「水庫集水區治理權責分工暨有關事項處理原則」，辦理各項工作之劃分，內容如下：

- (一)河川界點以上屬野溪，由行政院農業委員會水土保持局（以下簡稱水保局）或行政院農業委員會林務局（以下簡稱林務局）治理；以下屬河川，由經濟部水利署（以下簡稱水利署）治理。其界點由本部與行政院農業委員會會銜公告。
- (二)河川界點沿用現有劃分之野溪治理界點，並視需要由水保局與水利署參酌水土保持技術規範規定之野溪定義協商定之。
- (三)野溪區段內有涉及疏濬事項時，由水保局或林務局邀請水利署協商辦理之；其屬河川區段內有涉及水土保持事項時，由水利署邀請水保局或林務局協商辦理之。
- (四)水庫集水區治理權責分工

水庫集水區保育計畫有關水土保持工程，依業務權責及專長分工治理及其監督主管機關（構）如下：

- 1.水庫蓄水範圍（含保護帶）：由水利署監督並由各水庫管理機關(構)治理。
- 2.國有林班地治理（不含蓄水範圍）：由林務局負責。
- 3.上開二款以外之山坡地治理：由水保局負責。
- 4.有關道路水土保持部分：由道路主管機關依權責辦理（路權及上下邊坡不可分割之治理範圍）。

二、本計畫各單位之範圍及權責

本計畫之實施將由經濟部水庫保育協調推動小組負責推動、協調、監督與考核，經濟部為主辦機關，執行機關包括嘉南農田水利會、行政院農委會（水土保持局、林務局）、營建署、環保署、經濟部水利署、台南縣政府及嘉義縣政府等相關權責機關，各工作項目執行依各機關業務執掌說明(表5-3-1及圖5-3-1)，說明如下：

表 5-3-1 各機關業務執掌分工表

專責項目	權責機關	工作項目
	經濟部水利署	協調各部會分工、督導水庫單位配合
水土保持	農委會水土保持局	1.崩塌地處理2.野溪蝕溝整治(河川界點以上)3.農地水土保持4.農路水土保持(僅編號農路)
	水利署嘉南農田水利會	保護帶治理
	台南縣政府及嘉義縣政府	道路水土保持(縣道、鄉鎮道、非編號農路)
	農委會林務局	森林經營管理
水質監測	行政院環保署	水庫水質監測
水質改善	內政部營建署(都計區)	1.點源污染控制2.非點源污染控制
	行政院環保署(非都計區)	
土地利用管理與管制	內政部營建署及內政部地政司	1.水庫分級理、土地分區管制2.嚴格執行合法及非法之土地利用管理3.國、公有地收回造林
調查、宣導及成效評估	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
	嘉南農田水利會	1.定期辦理水庫淤積測量2.庫區環境維護
	農委會水土保持局	1.土石流防制宣導2.農地水土保持宣導

- (一)水庫管理單位—由嘉南農田水利會負責，治理工作範圍為蓄水區域相關區域之崩塌地、防砂治水及環境保育為主。
- (二)水利署—辦理各項管理機制之整合等。
- (三)水土保持局—辦理水庫蓄水範圍之外之集水區內崩塌地處理、防砂治水、環境保育為主及編號農路道路上、下邊坡治理工作。
- (四)林務局—辦理集水區內之林班地之坡地處理、防砂治水、森林經營管理、環境保育等。
- (五)台南縣政府及嘉義縣政府—縣政府依各機關轄區辦理集水區道路水土保持、排水整治等。
 - 1.對縣、鄉鎮道路設路權範圍者，其範圍內及治理不可分割部份由道路主管機關辦理，對未劃設路權範圍者，其水保工作依土地使用區分由權責單位依法辦理。

2. 治理不可分割部份—道路上邊坡為切割山坡坡腳，所造成之邊坡地層不穩定而崩塌；而道路下邊坡，則因道路排水系統不完善，降雨逕流集中匯入所造成之崩塌。在治理上，崩塌坡面與路基穩定性屬不可分割部份，應由道路主管機關辦理。

3. 非編號農路道路上、下邊坡治理工作，由縣政府編列計畫預算辦理。

(六) 內政部營建署與內政部地政司—土地利用管理與管制。

(七) 環保署—長期水庫水質監測與水質改善。

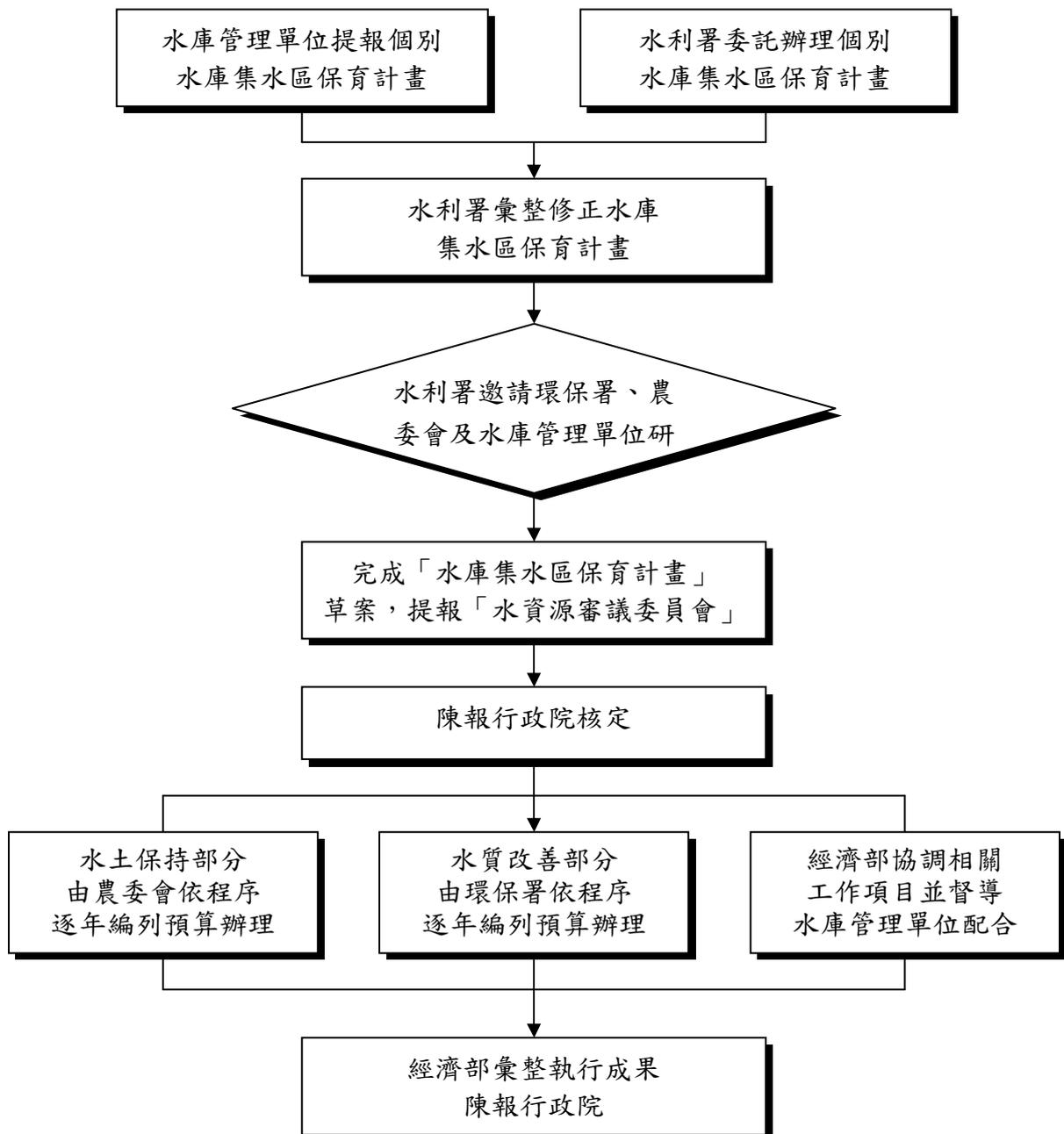


圖 5-3-1 計畫辦理步驟

5-3-2 相關法規彙整

由於集水區範圍內有水、土、林三大目的事業，其各有專屬法規，各事業主管機關因目的事業及法源不同，其間之不協調處是可能的。惟各事業機關涉及其他治理機關管轄業務皆須遵照相關法令辦理會商，因此只要有完善的協調機制，就能確保水庫集水區治理有聯合治理之效，亦不致影響流域治理完整性。

水庫集水區的經營與管理更是水庫發展的命脈，其良窳更是優先取決於管理層面，唯有完善的法令與機制，方能架構健全的集水區經營體系，茲就目前國內集水區之相關法規及管理體制分述如下：

廣義的集水區環境指水域及其外圍之陸域環境，亦即以流域為範圍，而與流域管理相關之法令涉及資源開發利用(含土地、礦產、森林、水資源)、集水區及資源保育(含水、土、林及生態)、河川管理、污染及公害處理、國有財產管理等，現況法規架構及其中央主管機關架構可示如圖 5-3-2。

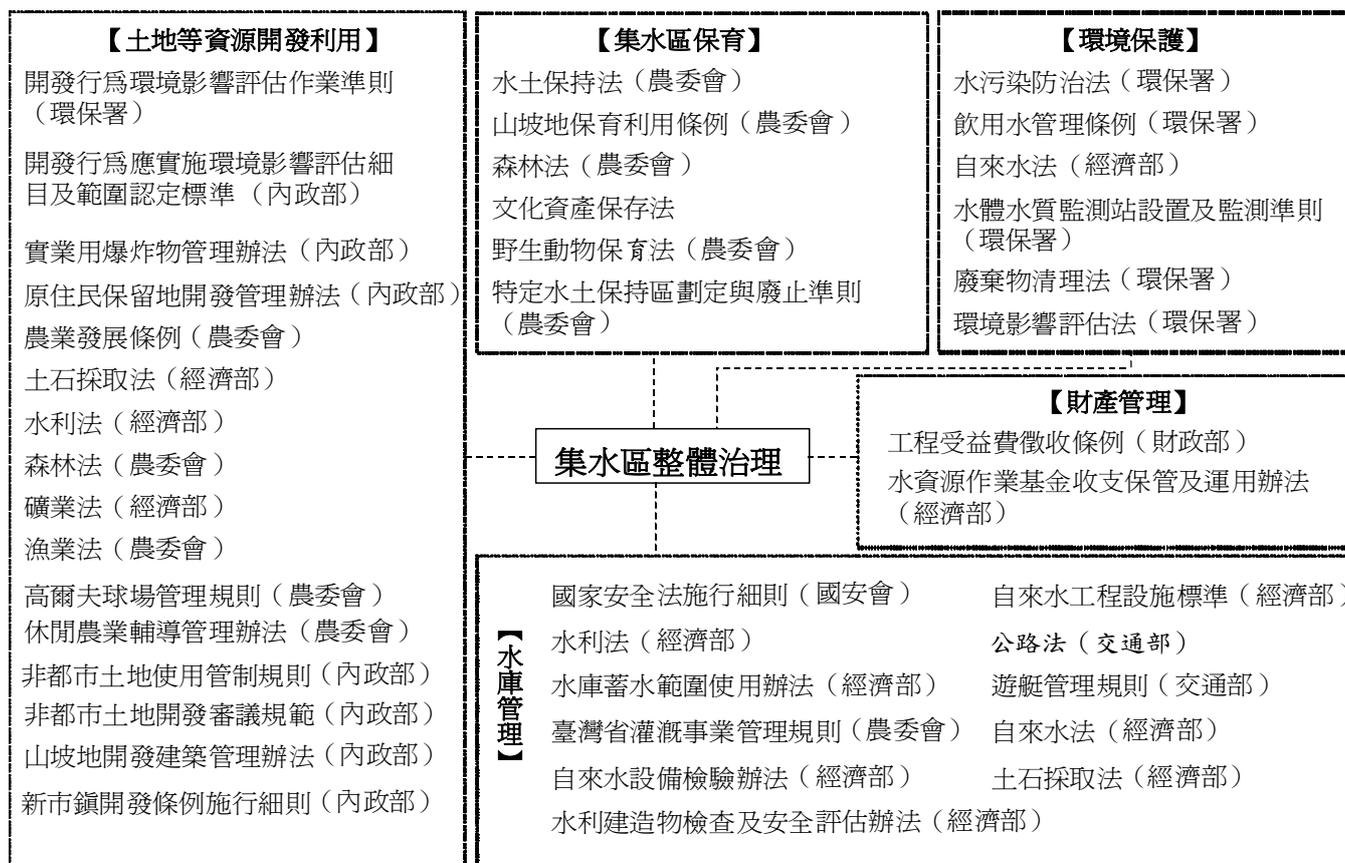


圖 5-3-2 水庫集水區管理相關之法令及其中央主管機關架構圖

但由於水庫集水區各項規劃與整治、人類活動與開發、資源利用與保

育等涉及事務繁多，因此與集水區相關之法規不勝枚舉，說明如下：

一、治水防洪

諸如森林經營、防砂工程、行水區規劃與處理等工作，相關法規為森林法及施行細則、水土保持法及施行細則、山坡地保育利用條例及施行細則、水利法及施行細則等。

二、減淤增容

諸如土地及道路水土保持、防砂工程、水庫保護帶、土地管理等工作，相關法規為水土保持法及施行細則、山坡地保育利用條例及施行細則等。

三、調節流量

諸如森林經營、水源涵養等工作，相關法規為森林法及施行細則、水利法及施行細則。

四、維護水質

諸如農業肥料減量宣導、防砂工程、水庫保護帶、水質監測等工作，相關法規為水土保持法及施行細則、山坡地保育利用條例及施行細則、水污染防治法及施行細則等。

現有相關法令及規定達上百種，依據「水利法規彙編」(經濟部水利司,1995)、「德基水庫集水區第五期治理計畫」(經濟部德委會,2003)、「濁水河流域聯合整體治理計畫」(農委會水土保持局,2003)等資料，將烏山頭水庫集水區內相關法規列於表5-3-2。

由於水庫管理機關受人力與財力之限制，因此應整合集水區內各管理與治理機關，依法令規定及權則研擬各分年分期之工程或監測，以整體性規劃避免各計畫之重疊，使治理或管理有依據可循。

表 5-3-2 烏山頭水庫集水區相關法規一覽表

事項	中央法律	中央命令	主管機關
集水區內農業之經營管理	農業發展條例	農業發展條例施行細則	農委會、縣(市)政府
山坡地開發利用	山坡地保育利用條例、農業發展條例	農業發展條例施行細則	經濟部、農委會、縣(市)政府
道路規劃、修護、養護	公路法	公路施行細則、公路土地使用規則	縣(市)政府 交通部公路總局
國有林之編定、經營管理	森林法	森林法施行細則、保安林經營準則	農委會、縣(市)政府
礦業權設定或其它開採行為	礦業法	土石採取規則	經濟部、農委會、縣(市)政府
水利行政事務	水利法、河川管理辦法、水庫蓄水庫範圍使用管理辦法	水利法施行細則	經濟部、縣(市)政府
野生動物保護	野生動物保育法	野生動物保育法	內政部、農委會
水污染防治	自來水法、飲用水管理條例、水污染防治法、自來水法施行細則	水污染防治法施行細則	環保署、經濟部、縣(市)政府
空氣污染防治	空氣污染防治法	空氣污染防治法施行細則	環保署、縣(市)政府
廢棄物清理	廢棄物清理法、環境影響評估法、廢棄物清理法施行細則、公共工程廢棄土處理要點	一般性開發行為環境影響評估作業準則	環保署、縣(市)政府
農藥管理	農業管理法	農業管理施行細則	農委會、縣(市)政府
土石採取	水土保持法、山坡地保育利用條例、環境影響評估法、河川管理規則、辦理土石採取管理注意事項、水庫蓄水範圍管理辦法	水土保持法施行細則、山坡地保育利用條例施行細則、各項開發之環境影響評估作業準則、土石採取規則	經濟部
防砂壩清淤	水土保持法、山坡地保育利用條例、森林法、水利法、河川管理規則、水庫蓄水範圍管理辦法	水土保持法施行細則、山坡地保育利用條例施行細則、各項開發之環境影響評估作業準則、保安林經營準則、加強山坡地水土保持要點	經濟部
環境影響評估	環境影響評估法	各項開發之環境影響評估作業準則	環保署、縣(市)政府

5-3-3 協調機制

依據水利署2007年1月29日經授水字第09620200600號令訂定「水庫集水區治理權責分工暨有關事項處理原則」中，各水庫管理機關(構)於推動治理工作有協調各治理機關之必要時，得依下列協調機制為之：

- (一)如屬地方或局部性，涉及單位較少之業務，由各水庫管理機關(構)或成立水庫集水區協調小組協調。
- (二)水庫管理機關(構)無法協調事項，提報水利署進行協調。
- (三)需要跨部會協調之重大業務事項，提由水利署送「經濟部水資源協調會報」研議。

(四)水利署得於必要時，依水庫的規模大小及為解決特殊個案情形，邀集相關單位另行成立跨部會專責機制。

5-4 管理建議事項

為落實保育實施計畫之執行成效得以彰顯，除所提各項實施策略及工作內容外，應配合下列各項工作：

一、治理計畫之評估與考核

本計畫之各項工作，係為解決水庫集水區之相關問題，於實際執行時常有工程計畫異動或變更，故本計畫執行情形與辦理成效，應依治理成效評估制度每年檢討一次，並於第三年依前兩次考核結果評估成效並提出修正計畫，列為各機關施政績效重要考核之參考，而承辦人員並依成效優劣予以獎勵。

二、治理工程之時效與品管

本計畫之工作項目與工程內容繁多，對於工程之規劃、設計、發包、施工等均需投注相當之人力及物力，所以應加強協調各執行機關就體制內適度調整人力支援，務求減少工程保留款，如期完成年度計畫，且依據現有之工程品質抽驗作業要點，加強工程品質施工抽驗，以確保工程之品質與安全。同時應建立全盤性之資料處理系統，使計畫所有相關之工程內容、經費流向、現場調查等資料均能透過資訊處理完整呈現。

三、治理計畫後續之管理與維護

除了持續加強生態工程後續維護工作，並重視管理人員之增列，除使其具備維護重於治理之觀念外，應在經營管理的決策過程中，創造非官方組織、個人、學術團體、社區居民等共同參與的空間及管道，以擴大參與的層面及落實民主的內涵，並喚醒集水區居民對自家環境之關懷與參與，建立社區、集水區共同體之意識，一同維護集水區水土資源，達成水庫永續經營的目標。

四、落實土地管理相關措施

(一)水庫分級管理、土地分區管制

水庫依其用水標的，分為發電、公共給水、工業用水及灌溉用水等不同種類，評估其影響程度及重要性，各水庫集水區土地可考量分級分

區管制，以達最佳之管制效果。

(二)嚴格執行合法及非法之土地利用管理

加強合法開發案件之管理及土地違規使用之查報取締，並逐年執行超限利用地之復育工作，水庫集水區保育需依賴土地使用之有效管理，故有關土地使用管理建議內政部依據「非都市土地使用管制規則」、「非都市土地開發審議規範」及「山坡地開發建築管理辦法」督導縣政府嚴格管理。

(三)國、公有地收回造林

國、公有地逐步收回造林，並加強辦理國有林班地超限利用案件之訴訟及終止租約。

第六章 效益評估及整治率分析

6-1 預期效益評估

預期效益評估將依照整體治理計畫之減災程度進行評估，主要效益可分為有形效益及無形效益，前者包括計畫區內災害直接與間接損失之減免，後者則涵蓋民眾生命之保障、生活品質之提升、農村經濟之繁榮、就業機會之增加以及社會基層建設之實質展現等。其後提出整體治理規劃計畫執行方案成效評估機制之構想，供決策參考。

6-1-1 直接效益

直接效益一般可分為減災程度、經濟效益、社會效益、生態環境效益四部分，本計畫實施之目的在於蓄水、保土、保障人民生命財產、維護道路交通安全、保育生態環境等。

(一)減淤增容

1.溪流及野溪蝕溝治理工程

溪流及野溪蝕溝治理目的為攔阻泥砂淤積於河道、減緩河床坡度、減低河道橫向淘刷等，依據評估結果，估計5年可攔阻及防止沖蝕泥砂量為309,000m³。

2.崩塌地治理工程

崩塌地處理目的係安定坡面，保護坡腳穩定，以減少坡面之沖蝕及泥砂來源。依據評估結果，本計畫集水區及水庫周邊崩塌地治理面積約346,600 m²，本計畫如獲實施，5年約可減少崩塌土方約403,450m³。

3.道路水土保持

道路水土保持不僅能穩定邊坡及改善路況，以減少坡面及路面沖蝕，且可防止水流到處竄流而安全排除，本計畫估計道路保護面積約5,000m²，沖蝕深度以50mm計算，則5年可減少泥砂流失量5,000×0.05m=250m³。

綜合上述，預估集水區保育治理計畫執行後之泥砂減量將達712,700m³。且依據烏山頭水庫歷年清淤單價約250元/m³，以此推估每年減少總泥砂流失下移量142,540m³，可獲得減少清淤經費之年效益約為35,635仟元

(二)增加供水量收益

計算每年減少 $142,540\text{m}^3$ ，泥砂下移量所增加水庫之容量，而獲得之售水效益，以水庫利用率2.39、以自來水售水效益 $10.5\text{元}/\text{m}^3$ 計算，其年效益約為 $2.39 \times 142,540 \times 10.5 = 3,577$ 仟元

(三)增加發電量收益

計算每年減少 $142,540\text{m}^3$ 之泥砂進入水庫所增加之發電效益，以烏山頭水力發電廠電水比0.9與西口發電廠電水比0.9之平均值0.9及每度電售價2.05元計算，則年效益為 $2.05 \times 142,540 \times 0.9 = 263$ 仟元。

(四)水質改善效益

依據經濟部水利署「水庫整體保育計畫規範（草案）」之規定，水質改善治理成效可由下式評估：

$$CR_{wq} = \frac{Q_{wo} - Q_w}{Q_{wo} - Q_{wp}} \times 100\%$$

CR_{wq} ：水庫水質改善率

Q_{wo} ：治理前集水區年污染負荷量

Q_{wp} ：規劃時所設定之容許寧污染物負荷量

Q_w ：治理後之年污染物負荷量

由上式，若以水質保育計畫近程目標（水庫總磷濃度： $20\text{mg}/\text{l}$ ）計算，由於本計畫考量點源及非點源之結構性BMPs施設費用及土地取得不易，故本計畫如以家庭及遊憩污水減量並結合緩衝帶、草溝局部施設，烏山頭水庫水質改善率僅達 5.86% （表4-12-1），惟此項效益並無法換算成年計效益。

(五)觀光效益

本計畫實施後，將可減少計畫區內道路沖毀，按照每年平均颱風次數3.5次以及搶修日數2日造成連外道路中斷，推算計畫實施可使每年區域內產業、觀光活動減少7日之交通不便損失，烏山頭水庫每日觀光人數平均約521人，每人每日以8百元計，故本計畫之觀光效益約為 $7 \times 521 \times 0.80 = 2,918$ 仟元。

(六)總計效益

依計前述四項之效益分析成果，本計畫之年計效益為35,635仟元＋3,577仟元＋263仟元＋2,918仟元=42,393仟元。

6-1-2 間接效益

間接效益主要針對直接效益以外，較無法量化及無形之效益，經分析主要為經濟效益、社會效益、生態環境效益等方面，茲簡述如下：

一、經濟效益

- (一)改善環境，增加集水區土地價值。
- (二)改善區域投資環境負面因子，增加區域競爭力。
- (三)加強土地管理，輔導土地利用合法化，使農業經濟安定，提高經營效率，進而促成經營者保育土地之意願。
- (四)輔導農業經營，增加農民收入，並減少水源污染。
- (五)改善水庫水質及週邊環境，引進觀光人口，增加商業收入。

二、社會效益

- (一)保護流域內公共設施安全。
- (二)強化被保護居民之防災意識、公共參與，提高社區營造之共識。
- (三)改善集水區之水土資源，進而維護國土資源。
- (四)維持交通運輸之順暢，改善地方環境與景觀，提高民眾野外休閒之興趣，改善國民之精神生活。
- (五)集水區之保育可提高環境品質，並減少災害之損失。
- (六)改善邊坡穩定及道路通暢，避免災情擴大外，間接可穩定農產品之產銷，降低生產成本。
- (七)增進集水區內土地利用之價值與提高土壤之滲透及蓄水功能。

三、生態環境效益

- (一)規劃親水性及自然型態之治理工法，強化自然生態環境，增強環境抗災能力。
- (二)流域水土資源涵養功能增加，提高區域土壤地力，減少侵蝕。

(三)美化大地改善動植物生態棲息環境、減少污染促使區域生活環境提升。

(四)強化山坡地監測管理，確保水土資源永續利用。

(五)自然、人文環境協調，塑造水與綠之生活環境。

間接效益以直接效益20%估計，因此烏山頭水庫無形效益之年效益為8,479仟元。

6-1-3 效益評估

(一)本計畫年計成本

工程設施耐用壽齡以50年為經濟分析年限，年利率採6%，經濟分析年限採50年，年計成本包括年利息、年償還基金及年運轉維護成本，茲分述如下：

1.年計息

以總投資金額之6%計算，即為28,783仟元。(總投資金額以總經費增加1成概估)

2.年償債積金

依總投資額為準，依年息6%複率計算，在經濟分析年限內，其每年平均負擔數為總投資金額之0.344%，即為1,500仟元。

3.年運轉及維護成本

係以建造工程費之3%為計算依據，即為13,083仟元。

4.年計成本

上述各項總和43,366仟元即為本計畫年計成本。

(二)本計畫年計效益

本計畫採用益本比進行效益評估，由上述資料得知，本計畫之直接效益為42,393仟元，間接效益為8,479仟元，合計年計效益50,872仟元。

(三)效益分析

效益分析以益本比估算之，表為方程式可寫為：

$$I = B \div C$$

式中，I=益本比；B=整治後計畫區域之年計效益；C=整治計畫投資

之年計成本。

本計畫預計在民國99年至103年間投資436,100仟元，預期當五年整治工作完成後，計畫區域之環境將有效改善，災害發生機率降低，人民安全、社會發展獲得保障。由上述資料得知，本計畫之年計成本為43,366仟元，年計效益含直接及間接效益為50,872仟元，益本比為1.17，由此可知本計畫實施有其經濟效益，得證本計畫屬經濟可行。

6-2 整治率分析

參照水土保持局「集水區整體治理調查規劃工作參考手冊」第拾章，有關整治率之計算方式如下：

(一)土砂生產整治率：

$$CR_s(\%) = \frac{S_{so} - S_s}{S_{so} - S_{sp}}$$

式中， S_{so} ：治理規劃前集水區之泥砂生產量

S_{sp} ：治理規劃時所設定之合理泥砂排放量

S_s ：治理規劃後集水區之泥砂生產量

1. 治理規劃前集水區之泥砂生產量 S_{so}

本計畫依據計畫區泥砂產量推估，以計畫區進入水庫之泥沙量57.61萬 m^3 為治理規劃前之年泥砂生產量。

2. 治理規劃時所設定之合理泥砂排放量 S_{sp}

本計畫將利用Takahashi平衡濃度公示(1982)推求烏山頭水庫集水區泥砂排放量21.01萬 m^3 。

表 6-1-1 烏山頭水庫集水區輸砂能力

控制點名稱	集水區面積 (m^2)	坡度 ($^\circ$)	體積濃度 (m^3/m^3)	各重現期距輸砂能力(m^3)								平均年輸砂能力 $Q_s(m^3)$
				1.1年	2年	5年	10年	25年	50年	100年	200年	
山頭水庫主流	58,393,100	4.07	0.033	102,613	186,570	276,937	353,880	442,690	4740,401	583,639	712,234	210,117

3. 治理規劃後集水區之泥砂生產量 S_s

治理後之泥砂生產量依據前節，為治理規劃前之年泥砂生產量扣除減少河道淤砂量及減少水庫淤積量，故 $S_s = 57.61$ 萬 $- 14.25$ 萬 $= 43.36$ 萬 m^3 。

4. 土砂生產整治率推估結果

在本計畫各項整治工程實施後，未來預計可達到之土砂生產整治率為26.52%(算式如下)。

$$\text{土砂生產整治率} = \frac{(57.61 \text{ 萬} - 43.36 \text{ 萬})}{(57.61 \text{ 萬} - 21.01 \text{ 萬})} \times 100\% = 39.00\%$$

(二)洪峰流量整治率：

$$CR_Q(\%) = \frac{Q_{so} - Q_s}{Q_{so} - Q_{sp}}$$

式中， Q_{so} ：治理規劃前集水區設計降雨強度之洪峰流量

Q_{sp} ：規劃時所設定之合理洪峰流量

Q_s ：治理規劃後集水區之洪峰流量

1. 治理規劃前集水區設計降雨強度之洪峰流量 Q_{so}

本計畫依據3-2-1節表3-2-21之洪峰流量推估結果，以控制點A(計畫區流出口)為集水區含砂洪峰流量估算之控制點，其50年重現期距之洪峰流量為治理規劃前集水區設計降雨強度之洪峰流量，故 $Q_{so}=1,133.21\text{cms}$ 。

2. 規劃時所設定之合理洪峰流量 Q_{sp}

以控制點A(計畫區流出口)之25年重現期距之洪峰流量為規劃時所設定之合理洪峰流量，故 $Q_{sp}=1,035.42\text{cms}$ 。

3. 治理規劃後集水區之洪峰流量 Q_s

依據集水區泥砂產推估可知控制點A(計畫區流出口)之年輸砂能力約為130.94萬立方公尺，另由前節可知本計畫之各項治理工程(防砂壩及整流工)實施後，可控制約29.64萬立方公尺之泥砂進入庫區，故由表3-2-11估計規劃後集水區原本之20%含砂水流洪峰流量將降低 $20\% \times 29.64 \text{ 萬} / 130.94 \text{ 萬} = 4\%$ ，即治理規劃後將成為16%之含砂水流，其治理規劃後集水區之洪峰流量 $Q_s = 944.34\text{cms} \times 1.16 = 1,095.43\text{cms}$ 。

4. 洪峰流量整治率推估結果

在本計畫各項整治工程實施後，未來預計可達到之洪峰流量整治率為38.63%(算式如下)。

$$\text{洪峰流量整治率} = \frac{(1,133.21 - 1,095.43)}{(1,133.21 - 1,035.42)} \times 100\% = 38.63\%$$

(三)環境保育整治率：

$$CR_G(\%) = \frac{G_{so} - G_s}{G_{so} - G_{sp}}$$

式中， G_{so} ：治理規劃前集水區最大之總裸露地面積

G_{sp} ：規劃時所設定之合理裸露地面積

G_s ：治理規劃後集水區之總裸露地面積

1.治理規劃前集水區最大之總裸露地面積 G_{so}

由以往災害記錄，及現地調查結果，本計畫推估治理規劃前集水區總裸露地面包括崩塌裸露地、農耕地及荒地，其面積約為351.85ha。

2.規劃時所設定之合理裸露地面積 G_{sp}

由現地勘查得知，計畫區內之農耕地大多已施設簡易水土保設施，並有些崩塌地位於無法到達之區域，建議崩塌地透過自然復育並持續觀察，亦可將之納入合理裸露面積內，即 $G_{sp}=250.74\text{ha}$ 。

3.治理規劃後集水區之總裸露地面積 G_s

由於本計畫針對崩塌裸露地之治理以間接處理為主，直接處理(包括：植生、緩衝綠帶設置及設置擋土牆等改變立地環境之措施)之面積為34.03ha，故治理規劃後集水區之總裸露地面積 $G_s=351.85 - 34.03 = 317.82\text{ha}$ 。

4.環境保育整治率推估結果

在本計畫各項整治工程實施後，未來預計可達到之環境保育整治率為28.10%(算式如下)。

$$\text{環境保育整治率} = \frac{(351.85 - 317.82)}{(351.85 - 250.74)} \times 100\% = 33.66\%$$

(四)綜合整治率

將前述土砂生產整治率、洪峰流量整治率及環境保育整治率等進行加權相加後所取得之整治率，它表徵集水區在土砂、水體及環境等問題之綜合現況，以方程式表示，可寫為：

$$CR(\%) = 0.5 \times CR_s + 0.35 \times CR_Q + 0.15 \times CR_G$$

綜合以上土砂生產整治率、洪峰流量整治率及環境保育整治率代入上式，得到本計畫之綜合整治率為34.23%(算式如下)。

$$CR(\%) = 0.5 \times 39.00\% + 0.35 \times 38.63\% + 0.15 \times 33.66\% = 38.04\%$$

6-3 評估制度及治理指標

6-3-1 評估制度

烏山頭水庫集水區之泥砂來源，經本計畫之現地調查及資料蒐集，對計畫區內之地質、坡度分析、土地利用、道路水土保持及農地水土保持等狀況作全面調查發現，土砂生產量包括：進入水庫之輸砂量、集水區每年地表土壤沖蝕量及崩塌土方量三大項目。而水質污染主要來源為(1)點源：居民生活污水及遊憩污水；(2)非點源：農業使用農藥、肥料。

故本計畫提出以土砂生產、輸砂情形及水質狀況作為評估指標。

6-3-2 治理指標

一、水土保持

烏山頭水庫集水區內水土保持之工作項目計有野溪蝕溝整治、崩塌地及水庫周邊坡治理、道路水土保持、農地水土保持及森林保育等五項為主。針對各工作項目所進行之工法，其目的均在減少泥砂流入庫區，使水庫之使用壽命得以延長，不會因泥砂過度淤積使得水庫喪失原有之蓄水功能。而第3年利用所編列屬非工程類之淤砂監測管理計畫經費進行淤積測量，在要求相同之精度及航線間距下，檢測是否有達到預期之改善效果。

二、水質改善

烏山頭水庫集水區主要污染大部分為非點源污染，利用污染源管制及排放削減措施與推動非點源污染管制措施來達到近程、中程及遠程目標，以期水庫水質保持在普養，甚至貧養之狀態。

三、生態保育

使用植生方式及生態工程之方式來進行水庫水土保持工程及水質改善工程，以減少對動植物棲地所造成之破壞。並於動植物棲地進行樣點監測，包括魚種、河道型態、河濱植物…等基本資料。此外，並希望擴

大至整個集水區之範圍，進行動植物生態之研究及監測。本項計畫希望是長期性，以了解開發對自然環境之影響並供研擬相關保護措施。

由於水庫集水區保育工作繁多，成效評估包括可計數之定量分析及不可計數之定性分析，本計畫之目標績效以量化分析為主，且以整體成效來做評估。

參考文獻

中文文獻

1. 丁昭義、陳信雄，(1981)。梨山果園施用之農藥對德基水庫下游水質之影響。中華林學季刊 12 (2)，1-9 頁。
2. 丁昭義、陳信雄，「森林緩衝帶對農藥之過濾作用」，上游集水區試驗研究成果彙編，行政院農委會，1984，第 91-105 頁。
3. 林崇明，(1988)。德基水庫周緣林帶對果園施肥後營養鹽之影響。
4. 陳連興，(1989)。德基水庫周緣林帶對果園施肥後之過濾效用。
5. 謝長富、陳尊賢，(1989)。自然保護區生態基準資料庫之建立。
6. 台灣省水利局(1990)，「白河水庫集水區調查治理規劃報告」。
7. 台灣省嘉南農田水利會(1990)「白河水庫集水區調查治理規劃報告」。
8. 台灣省嘉南農田水利會(1995)，「白河水庫蓄水量測量報告書」。
9. 台灣省水利局(1996)，「白河水庫安全評估總報告」。
10. 台灣省嘉南農田水利會(1999)，「烏山頭水庫西口堰安全評估報告」。
11. 經濟部水資源局(1999)，「白河水庫淤積測量報告」。
12. 行政院農業委員會水土保持局(2000)，「水土保持專業訓練-土石流防治規劃班」
13. 台灣省嘉南農田水利會(2001)，「白河水庫第三次安全評估」。
14. 台灣省嘉南農田水利會(2001)，「烏山頭水庫第三次安全評估」。
15. 經濟部水資源局(2001)，「中小型水庫集水區治理成效及土砂整治率評估計畫」。
16. 經濟部水利處南區水資源局(2002)，「白河水庫集水區整體經營評估調查計畫」。
17. 台灣省嘉南農田水利會(2003)，「蓄水庫運用要點及水門操作規定修訂」。
18. 台灣省嘉南農田水利會(2003)，「白河水庫出水工等設備檢修及更新改善規劃設計」。
19. 行政院農業委員會水土保持局(2003)，「野溪水理演算模式之建立與驗證」：p.129~135。
20. 行政院農業委員會水土保持局(2003)，「濁水河流域聯合整體治體規劃」。
21. 台灣省嘉南農田水利會(2004)「白河水庫安全評估總報告」。
22. 行政院農業委員會水土保持局(2004)，「水土保持技術規範」。
23. 行政院農業委員會水土保持局(2004)，「水土保持法暨相關法規」。
24. 行政院農業委員會水土保持局(2004)，「水土保持工程預算書編制原則及工料分析手冊」。
25. 行政院國科會(2004)，「水庫防淤及清淤整治之地工合成物應用技術」。
26. 經濟部水利署(2004)，「白河水庫集水區整體治理規劃」。
27. 經濟部水利署(2004)，「烏山頭水庫集水區整體治理規劃」。
28. 經濟部水利署(2004)，「水庫淤泥應用於國土保育之研究 (1/3)」。
29. 台灣省水土保持局、中華水土保持學會(2005,6)，「水土保持手冊修訂草案」。
30. 行政院農業委員會水土保持局(2005)，「台灣西南部地區泥岩植生工法資料庫建

置」。

31. 行政院農業委員會水土保持局(2006)，「南化水庫集水區山坡地整體治理調查規劃」。
32. 行政院農業委員會水土保持局(2006)，「集水區整體治理調查規劃參考手冊」。
33. 行政院農業委員會水土保持局(2006)，「白河水庫集水區山坡地整體治理調查規劃」。
34. 行政院農業委員會水土保持局(2006)，「三重溪集水區整體治理調查規劃」。
35. 經濟部水利署(2005)，「水庫淤泥應用於國土保育之研究(2/3)」。
36. 經濟部國營事業委員會(2005)，「水庫淤泥與火力電廠底灰之再生利用」。
37. 經濟部水利署南區水資源局(2006)，「鹿寮水庫更新改善可行性規劃(1)」。
38. 經濟部水利署(2006)，「水庫清淤之檢討與評估」。
39. 台灣省嘉南農田水利會(2009)，「白河水庫第四次安全評估期中報告」。
40. 行政院農業委員會特有生物研究保育中心 <http://www.tesri.gov.tw/species.asp>。
41. 行政院農業委員會水土保持局全球資訊網 <http://www.swcb.gov.tw/>。
42. 經濟部中央地質性調查所全球資訊網 <http://www.moeacgs.gov.tw/main.jsp>。
43. 台灣生物多樣資訊網 <http://taibnet.sinica.edu.tw/>。

英文文獻

1. Asmussen, L.E., A.W. White, Jr., E.W. Hauser, and J.M. Sheridan. (1977). Reduction of 2,4-D load in surface runoff down a grassed waterway. *J. Environ. Qual.* 6:159-162.
2. Clinnick, (1985). Buffer strip Management in forest operation a review, *Aust. For.* 48 : 34-45.
3. Cooper, J. R. , J. W. Gillian , (1987). Phosphorus redistribution from cultivated field into riparian areas. *Sol Sci. Soc. Am. J.* 51:1600-1604.
4. Dillaha, T. A., Sherrad, J. H. and Lee., D. (1987). Long-term effectiveness and maintenance of vegetative filter stripes. *Bull.* 153, Virginia Water Resources Research Center, Virginia Polytechnic Institute and State University, Blackberg, 39 pp.
5. Doyle, R.C., Stanton, G.C., and Wolf, D. C. (1977). "Effectiveness of forest and grass buffer strips in improving the water quality of manure polluted runoff". Paper No. 77-2501. American Society of Agricultural Engineers, St. Joseph, MI, 11 pp.
6. Knauer, N. and Mander, U. (1989). Untersuchungen über die Filterwirkung verschiedener Saumbiotope a Gewässer in Schlewig—Holstein. 1. Mitteilung: Filterung von Stickstoff und Phosphor. *Z. Kulturtech. Landentwicklung*, 30, 365 – 376.
7. Magette, W.L., Brinsfield, R.B., Palmer, R.E., and Wood, J.D. (1989). "Nutrient

- and sediment removal by vegetated filter strips". Transactions of American Society of Agricultural Engineers 32, 663-667.
8. Peterjohn WT, Correll DL. (1984). Nutrient dynamics in an agricultural watershed: Observations on the role of a riparian forest. Ecology 65 : 1466-1474.
 9. Swift, L.W.J. (1986). Filter strip widths for forest roads in the Southern Appalachians. Southern Journal of Applied Forestry. 10: 27-34.
 10. Young, R.A., Huntrods, T., and Anderson, W.P. (1980). "Effectiveness of vegetated buffer strips in controlling pollution from feedlot runoff". Journal of Environmental Quality 9,485-487. °
-