

生毛樹溪等集水區(含幼葉林大規模崩塌地區)環境友善評估

摘要

為持續推動生態工程之發展，於工程生命週期內導入環境友善策略，於工程施工前、中、後等不同階段實施環境友善措施，本計畫共擬定七個工作項目。(一)工程環境友善措施建議與執行選定4件工程，「幼葉林地滑區集水井工程」與「瀨頭崩塌地處理6期工程」重點是靜水池的動物逃生通道；「粗坑吊橋上游整治三期工程」與「九份二山柱狀壩補強二期工程」重點皆應考慮工程位於一級保育類石虎的棲息環境，且水陸域棲地生態條件良好。(二)生物動態影像紀錄有效工時達16522小時，「東西坑溪治理五-六期工程」、「龍蛟溪野溪整治五-六期工程」、「頓阿巴娜野溪崩塌處理工程」、「幼葉林地滑區集水井處理工程」4處，總共記錄哺乳類12種、鳥類15種、爬蟲類2種。(三)完工後環境友善措施追蹤4件工程，友善措施都確實落實。達固布亞奴野溪整治工程記錄5種棲地類型，濱溪植被恢復良好，野溪棲地評估顯示水域棲地品質回復超越施工前的狀況；雅吾瑪斯野溪整治工程記錄3種棲地類型，崩塌地植被恢復良好，水域棲地品質回復達施工前的品質；里佳村野溪整治三-四期工程記錄3種棲地類型，達有野溪整治三-四期工程記錄5種棲地類型，兩者護岸回填區植被恢復良好，水域棲地品質也都回復達施工前的品質。(四)生態追蹤及調查3件工程，龍蛟溪野溪整治五期工程與頓阿巴娜野溪整治五期工程水陸域生態恢復佳，工程結構已逐漸被植被覆蓋；和雅橋下游野溪整治工程，生態也逐漸恢復，惟垂直水泥護岸，生物橫向通透性差。(五)生態及環境友善專業諮詢項目，協助出水溪友善工程建議；民眾陳情案件資料蒐集及生態意見回覆；生態檢核工程案件篩選；金質獎資料協助。(六)完成一場教育訓練，共17單位44人參與。(七)完成兩場NGO現勘交流會議，分別邀請NGO代表參與梅山鄉太平村工程現勘與討論，以及討論溝通「粗坑吊橋上游野溪整治二期工程」及工程環境友善措施。本計畫建議未來持續執行環境友善措施，透過自動相機監測完工後生態回復狀況，監測工程長期生態效益，以及邀請專家及關注團體針對轄區石虎議題召開研討會議。

關鍵詞：環境友善措施、生物動態影像、生態追蹤、教育訓練、民眾參與

Implementation of Ecologically Friendly Measures on Engineering Projects in Reservoir Watershed of Sheng-Mao-Shu Creek (including You-Ye-Lin Landslide Drainage Well's Area)

ABSTRACT

To push continuously the advance of ecologically friendly engineering by introducing ecologically friendly measures to the lifecycle of the project, that is to implement environment-friendly measures before, during, and after the construction, we proposed and executed 7 projects: (1) We selected 4 construction sites for recommending and executing ecologically friendly measures. Our key recommendation for You-Ye-Lin Landslide Drainage Well's engineering and Laitou Landslide's engineering (VI) is to build animal escape routes in the still water pool, while for Tsu-Ken suspension bridge upstream's engineering (III) and Chiufenershan pillar-like Dam's engineering (II), to take into consideration that the construction sites are in the habitat of *Prionailurus bengalensis* (which is an endangered species), and that the lands and the waters there are unspoiled. (2) We have executed camera-trapping for up to 16522 hours (effective camera working hours) in the construction sites of Dongxi-Keng creek's engineering (V & VI), Longjiao Creek's engineering (V & VI), Dunabana Creek's engineering and You-Ye-Lin Landslide Drainage Well's engineering. In those 4 sites, totally 12 species of mammals, 15 species of birds, and 2 species of reptiles were found. (3) We tracked the ecologically friendly measures in those 4 sites, and found the measures solidly executed. We divided the construction site in Dagupoyanu Creek's engineering into 5 of types habitats, among which, the riparian vegetation is recovering well, and the evaluation of the wild creeks suggested that the habitat quality of the waters has recovered to an extent that exceeded its quality before the construction started. We divided the construction site in Yawumasi Creek's engineering into 3 types of habitats, among which, vegetation is recovering well in places where landslides had occurred, and the quality of the fresh water habitats has recovered

to an extent that equals its quality before the construction started. We divided the construction sites in Lijia Village Creek's engineering (III & IV) into 3 types of habitats, and Dayou Creek's engineering (III & IV) into 5 types of habitats, among those 8 types of habitats, vegetation in the backfilled area of the revetment is recovering well, and the quality of the fresh water habitat has recovered to an extent that equals its quality before the construction started. (4) We tracked and investigated the ecological condition of 3 construction sites. The condition of the lands and waters are recovering well in the construction sites of Longjiao Creek's engineering (V) and Dunabana Creek's engineering (V), and the artificial structures were gradually covered by vegetation. The condition were also recovering gradually in the construction sites in the creek near Heya Bridge, except that the horizontal permeability of organisms are poor due to the concrete revetment. (5) We provided consultation based on our expertise in ecology and environment, which included making recommendations for the ecologically friendly engineering in Chushuei Creek, collecting data and giving opinion in response to the petitions of citizens, evaluating the necessity of Ecological Checks for civil engineering projects, assisting with data for the Golden Quality Award. (6) We completed a education and training session which 44 people from 17 organizations attended. (7) We invited local NGOs to two on-site surveys for the sake of communication. The two surveyed civil engineering projects are, respectively, Tsu-Ken suspension bridge upstream's engineering (II) and civil engineering in Meishan Village, Taiping. In this report, we suggest that the ecologically friendly measures should be executed continuously in the future, that the recovery of the ecological quality of the construction sites be monitored by automatic camera, that the long-term ecological effect of the engineering be monitored, and that conferences be held to let discussed the *Prionailurus bengalensis* issue by experts and relevant organizations.

Key words: ecologically friendly measures, camera-trapping, ecology tracking, education and training, civic participation.

一、前言

為持續推動生態工程之發展，於工程生命週期內導入環境友善策略，於工程施工前、中、後等不同階段實施環境友善措施。本計畫包含 7 個工作項目，計畫範圍與工程點位如圖 1-1。執行項目如表 1-1，包含：4 件預定治理或規劃中保育治理工程的工程生態友善措施建議與執行；野溪流域範圍至少 4 處的生物動態影像紀錄；4 處已完工治理工程之完工後環境友善措施追蹤分析；3 件已完工之金質獎等獲獎之工程，針對治理工程之生態議題辦理追蹤及調查；協助提供生態及環境友善專業諮詢；辦理 1 場次 6 小時以上至少 30 人之教育訓練與辦理座談會共 2 場次，邀請水土保持局 105 年度辦理民眾參與座談會之與會 NGO 團體與關心相關議題之團體參與。期望有效推動政策及落實工程環境友善之理念。

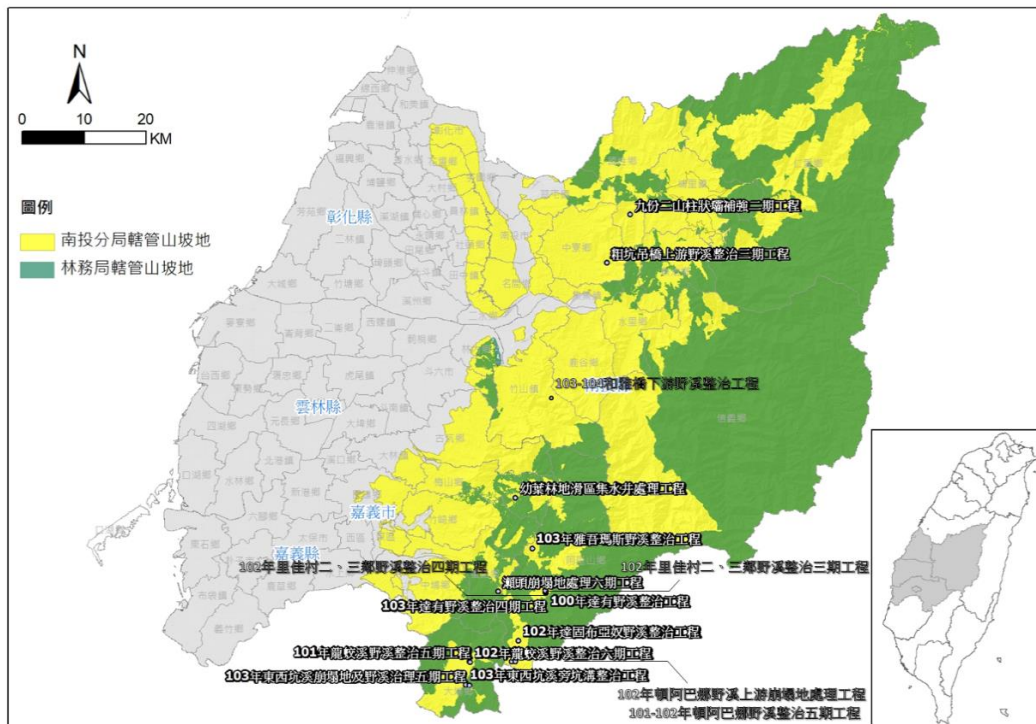


圖 1-1、本計畫範圍與工程點位圖

表 1-1、各計畫工作內容執行項目

工程名稱或工作細項	工作內容
一、工程生態友善措施建議執行	幼葉林地滑區集水井處理 (106-107 年度)
	瀨頭崩塌地處理六期(106-107 年度)
	粗坑吊橋上游野溪整治三期
	韭菜湖溪柱狀透過性潛壩修復
二、生物動態影像紀錄	東西坑溪崩塌地及野溪治理五六期(103 年度)
	龍蛟溪野溪整治五六期 (101-103 年度)
	頓阿巴娜野溪上游崩塌地處理 (102 年度)
	幼葉林地滑區集水井處理 (106-107 年度)
三、完工後環境友善措施追蹤	達固布亞奴野溪整治(102 年度)
	雅吾瑪斯野溪整治(103 年度)
	里佳村二、三鄰野溪整治三、四期(102-103 年度)
	達有野溪整治三四期(102-103 年)
四、生態追蹤及調查	龍蛟溪野溪整治五期(102 年度)
	頓阿巴娜野溪整治五期 (101-102 年度)
	和雅橋下游野溪整治(103-104 年度)
五、生態及環境友善專業諮詢	太平村出水溪友善工程
	陳曼麗委員交付民眾陳情
	生態檢核工程案件篩選
	金質獎參選協助

工程名稱或工作細項		工作內容
六、教育訓練	南投分局一場	辦理 1 場 6 小時以上之環境友善教育訓練課程
七、NGO 座談會	第一場梅山太平規劃工程現勘交流會議	辦理 2 場次民眾參與座談會，1 場室外參訪及 1 場室內座談會，
	第二場 NGO 及民眾交流座談會	擬與在地民間團體與社群進行相關討論或交流活動

二、計畫背景

臺灣河川上游多為野溪環境，受地形地勢與枯豐水期的影響，溪流呈現坡陡流短與易產生土石流的現象。生態敏感區的目的為識別較脆弱易受影響的生態棲地，有助於工程治理單位釐清工區周邊的生態課題。並歸納生態環境友善保育措施，以供後續工程設計與施作參考。農委會水土保持局以工程生命週期考量生態相關工作，並於各階段擬定生態檢核項目，以瞭解需要釐清的生態課題或應進行的保育措施。工程生態檢核機制源自民國 96 年，水土保持局於石門水庫及其集水區試辦生態檢核表，後由水利署將之導入水庫集水區保育治理工程。除整合生態工程之設計概念，更納入生態專業評估、民眾參與及資訊公開，經多年發展已臻成熟。「環境友善措施標準作業書」係水土保持局為提升水土保持工程對環境友善程度，以迴避、縮小、減輕、補償的環境友善策略規劃工程設計，達到減輕對生態環境的衝擊。臺灣之水患治理與水資源管理直至民國 95 年始積極推動民眾參與。於 103 年「流域綜合治理計畫」的作業辦法中規定各目的事業主管機關應建立與在地民眾、團體協商溝通機制，延續民眾參與推動作業。後續則期待透過本計畫與民間團體建立溝通平台機制，俾利有效溝通與計畫推展。亦期待治理機關與公民團體，從過去被動且衝突的模式，轉化成主動、互信且合作的公私協力模式。

三、工程生態友善措施建議與執行

依據南投分局選定 106-107 年度治理或規劃中之 4 處保育治理工程案例，進行整治工程之生態資料蒐集、現地調繪工程周邊重要棲地類型並調查其對應物種、棲地評估、繪製小尺度生態敏感圖並標定生態保護對象、環境友善對策研擬建議與施工中追蹤，詳細作業流程及工程挑選原則依水土保持局「環境友善措施標準作業書」執行。此 4 個案例將以生態專章報告的方式撰寫，以供後續查閱利用。

工程環境友善措施建議與執行選定 4 件工程，幼葉林地滑區集水井處理工程，工區一杉木造林地，林內保存一些自生的闊葉樹木荷、紅楠等森林喬木，是多樣性較高的區域，為工程工區一的高度敏感區，自動相機資料顯示森林內有第二級保育類食蟹獐及藍腹鷓，以及第三級保育類白鼻心。工區二自動相機記錄邊緣農墾地有第二級保育類食蟹獐及穿山甲。故針對靜水池提出動物逃生通道之友善設計，可做為未來工程參考範例；瀨頭崩塌地處理 6 期工程，工程範圍及鄰近地區已知為二級保育類臺灣野山羊、穿山甲級食蟹獐等物種及三級保育類白鼻心、台灣山羌等物種棲息活動之區域，故針對靜水池提出動物逃生通道之友善設計，可做為未來工程參考範例；粗坑吊橋上游野溪整治三期工程，所在區經特有生物研究中心提供自動相機資料，確認為一級保育類石虎等的棲息環境，本團隊亦由自動相機紀錄二級保育類穿山甲等物種及三級保育類白鼻心等多種保育類物種於工區周遭出沒，目前工程暫停；九份二山柱狀壩補強二期工程，所在區經特有生物研究中心確認為一級保育類石虎及二級保育類臺灣山羊等物種與三級保育類山羌等多種保育類物種之棲息地。工程位置水陸域生態條件佳，環境穩定。若必須進行補強工程，應主動招開會議邀請石虎專家及關注團體共同討論。

四、生物動態影像紀錄

為瞭解野溪河道及濱溪帶之生態棲地及動物利用情況，藉由紅外線自動相機拍攝紀錄以展現工程生態效益。紅外線自動相機具有增加物種調查之正確性及完整性、研究共棲物種之活動模式、確認物種棲息活動之位置與環境與影像後續亦可應用於環境教育推廣。本計劃於 4 處治理工程範圍進行拍攝，地點以工程緊鄰野生動物棲地、具生態友善設計及完工 1 年以上且環境復原佳之工程為主要考量。

4 處生物動態影像紀錄有效工時達 16522 小時。東西坑溪崩塌地及野溪治理五、六期工程，有效拍攝時數共 3226 小時。紀錄二級保育類穿山甲等物種及三級保育類臺灣山羌等物種，與一般類野生動物等共計 7 種；龍蛟溪野溪整治五、六期工程，有效拍攝時數共 3586 小時。紀錄二級保育麝香貓等物種及三級保育類白鼻心等物種，與一般類野生動物等共計 16 種；頓阿巴娜野溪上游崩塌地處理工程，有效拍攝時數共 4972 小時。紀錄二級保育類食蟹獐等物種及三級保育類臺灣山羌等物種，與一般類野生動物等共計 14 種；幼葉林地滑區集水井處理工程，有效拍攝時數共 4738 小時。紀錄二級保育類藍腹鵝等物種及三級保育類白鼻心等物種，與一般類野生動物等共計 13 種。

五、完工後環境友善措施追蹤分析

南投分局持續於各工程生命週期納入生態友善考量。藉由追蹤已完工計畫的生態議題與釐清對環境的影響，評估治理成效。本計畫追蹤 4 件具有生態議題之已完工工程，透過了解其設計施工階段的生態友善作為及其生態背景資料，分析工程對生態保育的衝擊與完工後環境的回復狀況，回饋成果予後續工程設計。

完工後環境友善措施追蹤 4 件工程，友善措施都確實落實，工程之縱橫向通透性評估如表 5-1。達固布亞奴野溪整治工程，主要工程量體仍存在僅部分護岸毀損，但大部分護岸植生恢復。防砂壩水流高度落差小，生物縱向通透性佳，完工後之縱向通透性較施工中好。施工前後因維持兩側自然坡岸，橫向通道暢通，完工後之橫向通透性較施工中好，且回復施工前之水準；雅吾瑪斯野溪整治工程，道路下邊坡土石崩塌滑落處，經治理後目前已經密生五節芒，散生山黃麻。工程下方的雅吾瑪斯野溪水域環境穩定，記錄台灣馬口魚與台灣石賓。縱向、橫向通透性佳，陸域與水域生物棲地持續恢復中；里佳村二、三鄰野溪整治三、四期工程，四期工程設計開口式固床工與緩坡護岸，三期工程則無，故四期工程在完工後之生物縱橫向流通性評分較三期高。四期縱向石塊滑落堆疊，橫向護岸植生下垂彌補縱橫向流通，完工後之橫向通透性評估分數較施工中好；達有野溪整治三、四期工程，四期工程設計緩坡護岸，三期工程則無，故四期工程在完工後之生物橫向流通性評分比三期高。而四期工程雖設計開口式固床工，但落差仍大，故三、四期工程生物縱向流通性評分皆偏低。四期具緩坡護岸之設計，且草本植被復生，故完工後之橫向通透性較施工中好。建議 4 工程皆應避免新設工程與再度人為干擾，採自然復育為佳。

表 5-1、完工後環境友善措施追蹤工程之縱向與橫向通透性評估

完工後環境友善措施追蹤工程		施工前	施工中	完工後
達固布亞奴野溪整治	縱向通透性	佳(18)	良好(13)	良好(14)
	橫向通透性_左岸	佳(9)	良好(7)	佳(9)
	橫向通透性_右岸	佳(9)	普通(4)	佳(9)
雅吾瑪斯野溪整治	縱向通透性	佳(18)	佳(18)	佳(18)
	橫向通透性_左岸	佳(9)	佳(9)	佳(9)
	橫向通透性_右岸	佳(9)	佳(9)	佳(9)
里佳村二、三鄰野	縱向通透性	佳(18)	差(0)	差(4)

完工後環境友善措施追蹤工程		施工前	施工中	完工後
溪整治三期	橫向通透性_左岸	佳(9)	普通(4)	差(0)
	橫向通透性_右岸	佳(9)	普通(4)	差(1)
里佳村二、三鄰野溪整治四期	縱向通透性	佳(18)	佳(18)	普通(9)
	橫向通透性_左岸	佳(9)	良好(7)	良好(8)
	橫向通透性_右岸	佳(9)	良好(7)	良好(8)
達有野溪整治三期	縱向通透性	佳(20)	差(1)	差(3)
	橫向通透性_左岸	良好(7)	差(2)	差(0)
	橫向通透性_右岸	佳(9)	差(2)	差(1)
達有野溪整治四期	縱向通透性	佳(18)	佳(18)	差(0)
	橫向通透性_左岸	佳(9)	差(2)	佳(9)
	橫向通透性_右岸	普通(5)	差(2)	良好(8)

註：括弧內為評估分數，取施工前 1-3 年與完工後 2-4 年之最高分代表。評估標準參考附錄五

六、生態追蹤及調查

本項工作選取 3 件已完工之獲獎工程，執行方法與第五章相同。工程之縱向與橫向通透性評估如表 6-1。龍蛟溪野溪整治五期工程(金質獎)，工程兩岸與溪床已多恢復成次森林或高莖草本植物密生的景象，縱向通透性於施工前到完工後皆良好，橫向通透性則回復為良好。現場已不見施工時擾動的跡象，分工程量體被自生植物覆蓋，且在工程範圍記錄二級保育類麝香貓等物種及三級保育類山羌等物種與台灣野豬等一般性物種。工程達到防災目的，且環境恢復成野生動物棲息地，可為未來工程參考範例；頓阿巴娜野溪整治五期工程(優良農建工程)，砌石護岸長出先驅森林，溪流高灘生長禾本科高莖草本植物，溪流有各式潭區、緩流、湍瀨，整條溪流已逐漸看不出治理工程的景觀，縱向通透性良好。並記錄前期未發現的麝香貓與拉氏清溪蟹。工程達到防災目的，且環境恢復成野生動物棲息地，可為未來工程參考範例；和雅橋下游野溪整治工程(優良農建工程)，植被完整覆蓋護岸，包括施工過程保留的山黃麻與廣泛密生五節芒。溪流遍佈

大小塊石，緩流、湍瀨與潭區交互分佈，優勢物種為台灣馬口魚。惟完工後僅 3 年，工程量體仍清楚可見，高落差固床工與垂直水泥牆護岸設計，導致生物縱橫向通透性差。

表 6-1、生態追蹤及調查工程之縱向與橫向通透性評估

生態追蹤及調查		施工前	施工中	完工後
龍蛟溪野溪整治五期	縱向通透性	良好(13)	良好(13)	良好(13)
	橫向通透性_左岸	佳(9)	普通(4)	良好(6)
	橫向通透性_右岸	佳(9)	普通(4)	良好(6)
頓阿巴娜野溪整治五期	縱向通透性	-	-	良好(15)
	橫向通透性_左岸	-	-	普通(3)
	橫向通透性_右岸	-	-	普通(3)
和雅橋下游野溪整治	縱向通透性	差(3)	差(3)	差(3)
	橫向通透性_左岸	差(0)	差(0)	差(0)
	橫向通透性_右岸	佳(9)	差(2)	差(2)

註：括弧內為評估分數，取施工前 1 年與完工後 1-5 年之最高分為代表。評估標準參考附錄五

七、生態及環境友善專業諮詢

本項工作為協助彙整與水土保持工程有關之環境生態計畫與文獻，並就南投分局面臨之生態相關課題及突發性議題，提供所需之生態專業領域的諮詢協助；協助嘉義縣梅山鄉太平村出水溪友善工程規畫建議，現勘後建議道路邊坡噴漿處可規劃友善工程，並維護當地溪流生態。最後，水土保持局南投分局決議邀請 NGO 代表現勘提供意見後再規劃辦理；協助南投分局回覆立法委員陳曼麗行文 NGO 陳情粗坑二期工程破壞水土保持案件。本團隊協助以文獻資料佐證以及於工區兩岸架設自動相機，結果皆未紀錄石虎。水土保持局關注當地生態，如發現異常將會擬定友善措施。期望工程對生態環境的影響減至最低；協助生態檢核工程案件篩選，初步判釋 45 件 106、107 年度水庫集水區治理工程須落實基礎版或完整版之生態

檢核；協助粗坑吊橋上游二期野溪治理工程參與本年度金質獎評選，彙整工程環境友善措施與監測成果，說明本件工程的生態成效。

八、教育訓練

環境友善教育訓練，於 10 月 12 日舉辦，課程包含環境友善措施標準作業與執行流程、生態議題與生態友善方案(一)與(二)、河溪棲地評估指標應用及說明、生態檢核執行流程與檢核表填寫說明，以及檢核表填寫注意事項與綜合討論，共 6 小時課程。總計 17 單位，44 人，為南投分局所屬人員與治理工程規劃設計、監造及施工業務等承攬廠商成員。

九、民眾參與座談會

完成兩場 NGO 現勘交流會議，分別邀請 NGO 代表參與梅山鄉太平村工程現勘與討論，以及討論溝通「粗坑吊橋上游野溪整治二期工程」及工程環境友善措施。第一場，7 月 7 日，太平村環境友善工程規畫階段 NGO 現勘交流會議，邀請 2 位 NGO 代表、太平村長，以及技術顧問公司，針對太平村放流水至出水溪，環境友善工程於規劃階段現勘及討論；第二場，9 月 5 日，水土保持局南投分局工程環境友善民眾參與座談會，共計 12 個單位 13 人與會，針對粗坑二期等相關治理工程及水土保持局擬定之環境友善措施標準作業流程進行溝通討論。並藉此媒合分局認識轄區關注治理議題的 NGO 代表。

十、結論與建議

(一)工程生態友善措施建議與執行

幼葉林地滑區集水井處理工程與瀨頭崩塌地處理六期工程針對靜

水池動物逃生通道提出友善設計，建議持續監測動物運用情形，提供未來工程設計與教育宣傳使用；粗坑吊橋上游野溪整治三期工程，因右側道路龜裂，可能因溪流沖蝕產生災害，建議工程重新評估，迴避左岸森林，以保護右岸道路為目的；九份二山柱狀壩補強二期工程，分局轄區位於濁水溪以北，海拔一千公尺以下區域的工程，皆為一級保育類石虎棲息地。建議主動召開會議邀請石虎專家及關注團體共同討論，確認治理工程執行方式。

(二)生物動態影像紀錄

東西坑溪崩塌地等3處落實友善措施之工程完工後，透過自動相機監測，記錄包含保育類等多種野生動物回復至工程範圍內棲息。建議未來可廣泛挑選完工後工程進行自動相機影像監測，提供完工後生態回復的證據，並落實水土保持局生態地圖的資料蒐集。

(三)完工後環境友善措施追蹤分析

達固布亞奴野溪整治工程、雅吾瑪斯野溪整治工程生態回復佳，工程對於生態回復影響小；里佳村二、三鄰野溪整治三、四期工程及達有野溪整治三、四期工程，四期工程，部分工程量體對生物縱橫向流通性影響大。但仍可透過縱向石塊滑落堆疊，橫向護岸植生下垂彌補，惟尚無法估算需多久時間。建議4工程持續自然復育，並進行生態回復監測

(四)生態追蹤及調查

龍蛟溪野溪整治五期工程、頓阿巴娜野溪整治五期工程及和雅橋下游野溪整治工程，工程達到防災目的，除和雅橋下游野溪整治工程因高落差固床工與垂直護岸與而致生物縱橫向通透性差，建議堆疊石塊進行改善。

整體生態環境恢復狀況均良好。建議 3-5 年後在執行完整的水陸域生態調查，提供工程兼顧生態環境的論證。

(五)民眾參與座談會

9 月 5 日水土保持局南投分局工程環境友善民眾參與座談會，多數關心治理議題的團體均已與分局進行首次溝通，也獲致良性的互動。建議未來應持續落實常態性溝通，每年至少辦理一場次。或轄區各縣市治理工程需落實民眾參與，可邀請各區的團體代表參與，建立長期溝通管道。

十一、參考文獻

1. 行政院農業委員會水土保持局，2009。保育治理工程之生態改善措施及其生態敏感區之應用(1/2)。財團法人資源及環境服務基金會執行。
2. 觀察家生態顧問有限公司，2013。工程環境友善措施評估與建議。行政院農業委員會水土保持局。
3. 觀察家生態顧問有限公司，2013。曾文、南化及烏山頭水庫集水區保育治理生態檢核效益評估。行政院農業委員會林務局嘉義林區管理處。
4. 觀察家生態顧問有限公司，2013。曾文水庫水域及周邊環境生態資源調查。經濟部水利署南區水資源局。
5. 觀察家生態顧問有限公司，2014。103 年度工程環境友善措施評估與建議。行政院農業委員會水土保持局。
6. 觀察家生態顧問有限公司，2014。水庫集水區治理成效評析及推動友善生態措施。行政院農業委員會水土保持局。
7. 觀察家生態顧問有限公司，2015。曾文水庫生態資源調查及保育。經濟部水利署南區水資源局。
8. Frissell, C.A., Liss,W.J., C.E. Warren, and M.D. Hurley. (1986). A hierarchical framework for stream habitat classification: viewing streams in a watershed context. *Environmental Management* 10: 199-214.
9. Thomas, M.C. (1998). The condition of the Namoi river system.

Cooperative Research Centre for freshwater Ecology Technical Report,
University of Canberra, Australia.