

第四章 集水區治理目標與對策

4-1 集水區整體治理目標

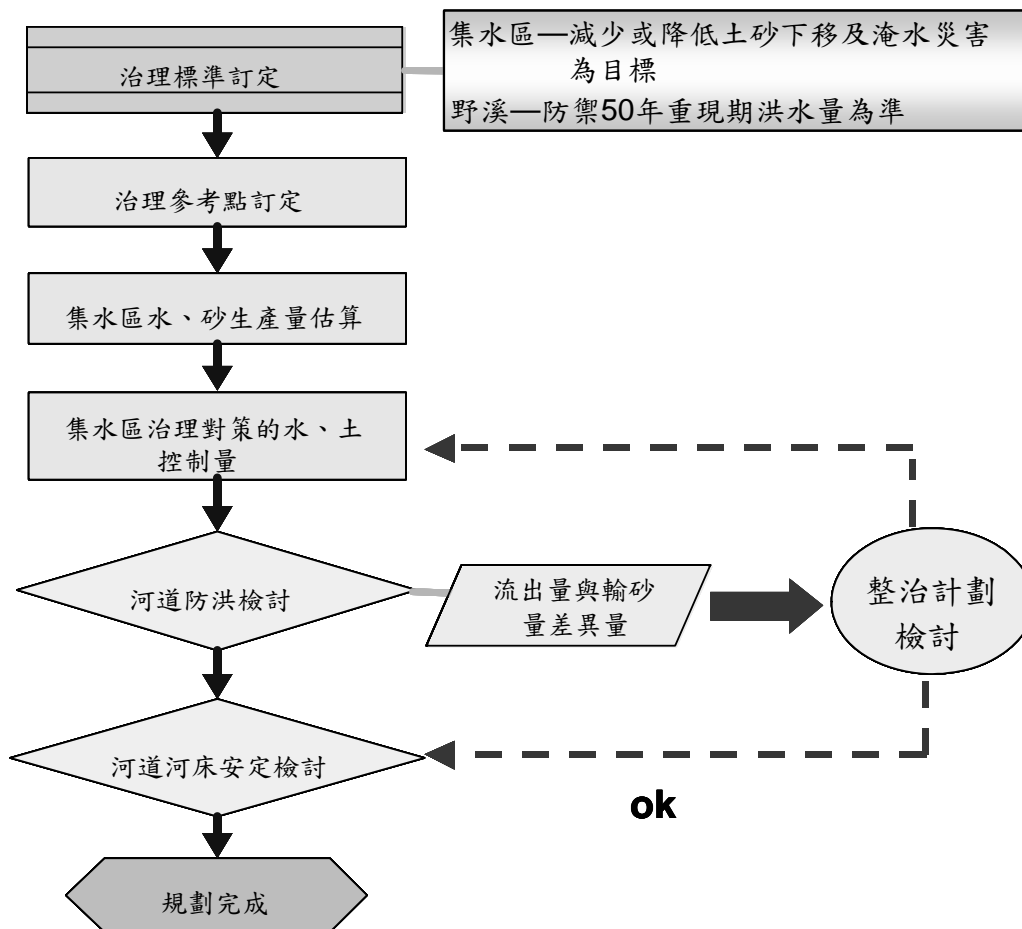
4-1-1 規劃目標及成效指標之訂定

一、規劃目標

以抑止泥砂下移、減低災害的發生為優先，強調整體性、安全性、生態性及人文性之治理規劃，除降低計畫區內之自然災害，提供爾後水患治理及治山防災計畫之參考外，並帶動農村經濟發展，達到水土保持生態、社會經濟雙贏之目標。

二、成效指標

- (一)集水區—將分別計算現況與本計劃執行後之整治率，並以減少或降低土砂下移及洪水災害為目標。
- (二)野溪—防禦50年重現期洪水量為準。



三、願景

1. 近期—以減災避災、回應民衆需求及保全居民生命財產爲主。
2. 中期—營造自然環境的多樣化，防災保育並重。
3. 長期—蓄水保土，合理土地利用，提升流域景觀及空間和諧，帶動農村經濟發展。

4-1-2 基本理念

一、計畫主軸

為達成全方位治山防災、水土資源永續利用之各項目標，本計畫「由上而下」配合各單位施政主軸：

- (一) 行政院「挑戰2008：國家發展重點計畫」：其中「水與綠建設」之「地貌改造與復育」強調加強山坡地水土保持，改善山坡地營農環境，並配合「加強地方建設擴大內需」方案，提供在地人就業機會，合力打造安全家園。
- (二) 農委會「健康、效率、永續經營之農業施設方針」：配合農業三項大願景及全民農業的五大涵蓋面，推動整體性治山防災，加強國土保安。
- (三) 原住民委員會「原住民部落永續發展-重點部落計畫」：活化原住民部落與社區，促進原住民社會整體發展。
- (四) 水土保持局「易淹水地區水患治理計畫-上游坡地水土保持與治山防洪」：包含上游坡地水土保持及治山防洪等2項工作，經以流域整體治理及綜合治水原則辦理，預期效益可保護上游集水區116萬公頃山坡地，初期有效降低下游地區淹水程度。保護計畫範圍內原住民地區、重大土石災害區及其相關影響範圍約80萬多公頃山坡地。
- (五) 水土保持局南投分局上位計畫：「烏溪、北港溪及八卦山西麓上游集水區整體調查規劃」及經濟部水利規劃試驗所計畫：「烏溪流域聯合整體治理規劃」。

本計畫將依據上述之計畫主軸擬定以「減災避災」、「棲地營造」及「產業發展」爲目標。另計畫區內權責單位包括：水土保持局(山坡地)、

林務局(林班地)、南投縣政府及仁愛鄉公所等，透過本計畫以強化介面整合、建立介面協調機制，達到「責任共負、成果共享」之目標。

二、治水防砂

(一)以蓄水保土為集水區災害治理手段，減少集水區內土砂、洪水災害。

(二)規劃野溪整治工程之目的在於減低土砂生產、輸送、淤積所帶來的災害，擬定適當之綜合對策。故設計時需充分利用天然地形、環境，以滯洪、防砂等方法為河川治理手段，並採用集水區分區評估整體規劃、建立量化分工等規劃方法。

(三)管理措施—建議應持續由水保局現有衛星影像監測取締山坡地超限利用，達到山坡地管理之目的。

(四)治理措施

- 1.源頭治理、蓄水保土—本規劃改變以往只靠工程硬體之刻板作法，在上游集水區大量採用崩塌地源頭治理以植生、截水增加入滲，並配合攔砂工以延長逕流時間等軟化對策，以達降低土壤流失，涵養水源，減低工程規模。無安全考量區域或無保全物件者儘量以自然復育為主，避免人為擾動。
- 2.儘量採用生態工程，落實生態工程應用於集水區治理，在陡坡有滑動地區及需高度安全保護地區，方以傳統治理工法治理，並加以考量綠美化及生態保育。
- 3.本規劃於計畫區內選擇安全無虞河段(如眉原溪清流橋上下游兩岸腹地)，配合相關農村改善計畫，進行生態、景觀與遊憩之規劃，使治水防災與親水生態並重。
- 4.經由集水區泥砂產量分析模式及考量計畫洪水量模擬泥砂輸送，針對有重要保全物件區域，設置防砂設施。
- 5.本規劃建議於山坡地範圍之工程施工，應力求挖填平衡，少量餘土應就地回填整平，另眉原溪下游於汛期前定期辦理河道土砂清運工作，以配合仁愛鄉公所或南投縣政府進行標售或處理。

4-2 溪流及蝕溝治理

一、處理原則

(一)以蓄水保土為計畫區災害治理手段，減少計畫區內淹水災害。

(二)規劃野溪整治工程之目的，仍在於減低土砂生產、輸送、淤積所帶來的災害，擬定適當之綜合對策。故設計時需充分利用天然地形、環境，以滯洪、防砂等方法為河川治理手段，並採用集水區分區評估整體規劃、建立量化分工等規劃方法，亦即採用：

- 1.上游區段—以防砂工程攔阻土石，加強坡地保育以減少崩塌發生及增加入滲。
- 2.中游區段—調整溪床坡度及增設防砂設施以降低洪峰流量及河道土砂下移，並依現地河況需要辦理河道土石清除整理。
- 3.下游區段—河道附近有保全對象之處增設護岸或修復損壞之護岸，定期辦理土砂淤積嚴重處河段整理之工程以確保足夠之通水斷面，減少水患之發生。

(三)管理措施—宣導教育部落居民水土保持觀念，永續經營降低土地生產力流失，並配合水保局現有衛星影像監測取締山坡地超限利用或非法開墾，達到山坡地管理之目的。

(四)治理措施

- 1.源頭治理、蓄水保土—本規劃改變以往只靠工程硬體之刻板作法，如：護岸施作等，而是在上游集水區採用崩塌地源頭治理，以植生、截水增加入滲，並配合防砂工程以延長逕流時間等軟化對策，以達降低土壤流失，涵養水源，減低工程規模。無安全考量區域或無保全對象者儘量以自然復育為主，避免人為擾動。
- 2.除在陡坡有滑動地區及需高度安全保護地區，方以傳統治理工法治理外，儘量採用生態工程，落實生態工程應用於集水區治理，並加以考量植生綠美化及生態保育，以維持生態環境之永續發展。生態工程應秉持著下列來進行設計與施工：

(1)施工材料儘量取之於自然、取之於現地。

- (2)工程設計應滿足生物需求，達到斷面之多樣性。
 - (3)施工過程應避免對環境、生物造成過大衝擊。
 - (4)完工之構造物除滿足工程性質，應能提供適合生物棲息之適生環境。
- 3.經由土砂生產量分析及河道輸砂能力模擬後，針對有保全對象區域，設置橫向構造物，如防砂壩、開口式滯洪壩、梳子壩及固床工等，用以減少土砂下移，並減輕下游土砂、淹水潛勢。

二、處理對策及工法選定

(一)溪流治理

根據生態工程之精神，工法之選擇需考慮當地地質、地形、水文情況、植生情況、生態環境需求(如特定物種之培育、保護)、材料取得等當地因素。在無安全疑慮之考量下，優先以生態工程施作，但為確保計畫區內河段之安全，仍須經調查分析，包括河段之現況沖淤分析，水理演算及疏浚量分析等，方可決定。

在選用及施作之前應事先調查工址之現況及水理計算，根據計算成果選擇合適斷面，並評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，因此本計畫採用之野治理對策包括：

- 1.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。
- 2.計畫河寬：依據現場既設構造物護岸上、下游斷面寬度決定之。
- 3.治理工法

(1)依據生態工程精神，工法選擇需考慮當地地質、地形、水文情況、植生情況、生態環境需求(如特定物種之培育、保護)、材料取得等當地因素。工程之種類依水土保持局之研究成果及考量本計畫區現況，擬定計畫區野溪、蝕溝及土石流潛勢溪流之整治以土砂防治及延長集流時間為主要目的，其工法有：節制壩(材料選擇有：混凝土、木樁或土壤袋)、潛壩、護岸(材料選擇有：混凝土、砌塊石、石籠


或土壤袋)。

(2)溪流、蝕溝之河段平順處採混凝土砌塊石護岸或砌石護岸，河道冲刷段再配合跌水工或固床工改善，凹岸或土石衝擊處則採用剛性結構物，如：以耐磨混凝土材料施工、懸臂式或重力式護岸面飾造型模版改善，溪流整治斷面及固床工詳圖4-2-1~圖4-2-3。

(二)土砂防治




本區之地質以白冷層、階地堆積層及沖積層為主，現場發現土砂生產模式常發生於上游坡地崩塌及溪床之縱、橫向冲刷，而產生土石堆積在溪床與兩岸，堆積情形相當鬆散，常經由暴雨、洪水將礫石堆積土石輸送往下游河道，產生較大規模之輸砂行為，因此應於適當地點施設「防砂構造物」配合定期河道整理以阻擋土砂繼續大量的下移到下游河道，造成下游地區因土砂淤積造成的水患。基於上述，對於計畫區採用壩體之比較分析如圖4-2-4所示，根據綜合評估結果，計畫區建議可採用傳統混凝土壩之「開口式滯洪壩」及透過性壩之「改良式防砂壩」施作。

根據現地勘查結果，可知本計畫區主流眉原溪之上游河床堆積多為中、大型礫石，而在下游河段仍有為數不少之中小型礫石，因此因地制宜予以施設適當型式之施設防砂構造物，配合規劃土石堆置區位定期辦理河道整理、土石清運以間接處理方式達到土砂防治之功效。

工法名稱：耐磨混凝土		施工示意圖
建設功能	加入矽灰之混凝土，用以保護構造物，避免遭高含砂水流或卵塊石之衝擊而損毀	
適用範圍	(1)適用於沖蝕力大、流速高且含砂量豐富之溪流。 (2)可施做於結構物常被磨損致使鋼筋裸露、結構體嚴重受損處。 (3)可大量機械化作業，施工快速 (4)可做為既有水工結構物已遭磨損之修補用，由於與既有混凝土物性相同，修補後不會脫落	


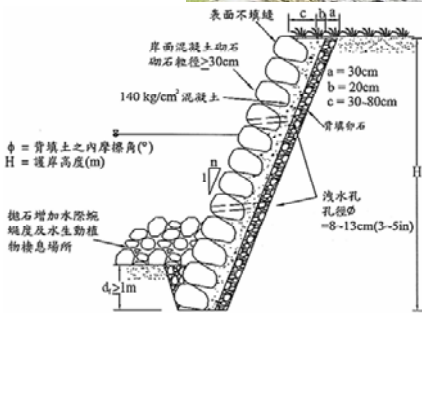

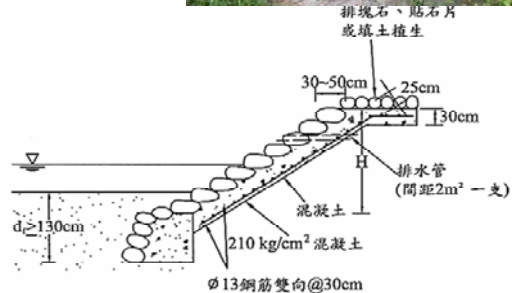

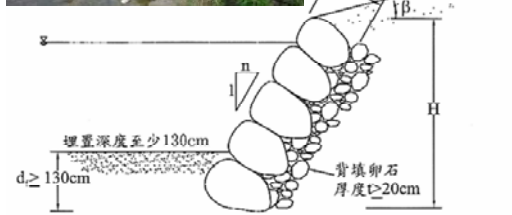
資料來源：本計畫整理

圖 4-2-1 溪流整治斷面示意圖(一)

工法名稱：斜坡式拋石固床工		斷面示意圖
建設功能	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。	
生態功能	(1)石塊間隙可創造多孔隙的棲地環境，提供水生物的避難場所。 (2)突出水面的石頭，能提供石蠅等水生昆蟲羽化的空間。 (3)增加曝氣效果，提高水中溶氧量，加強河川自淨能力。 (4)完工後具有自然的景觀。	
適用範圍	適用於流速小且生態資源豐富之河段，對於河水則有消能效果，並且可以調整河道之坡降。	
工法名稱：混凝土固床工		斷面示意圖
建設功能	降低河水流速防止河床淘刷及穩定流心，使河道保持穩定不致偏移。	
適用範圍	適用於流速大或沖蝕嚴重之河段，對於河水則有消能效果，並且可以調整河道之坡降。	
工法名稱：重力式、懸臂式護岸 (面飾造型模板)		斷面示意圖
建設功能	保護、穩定河岸坡趾免受沖蝕破壞	
適用範圍	(1)適用於溪床底質較不穩定，承载力較差之河段。 (2)適用於沖刷作用大的地區，或流速小於6m/sec之地區。 (3)保護保全對象。 (4)適用於各河段。	

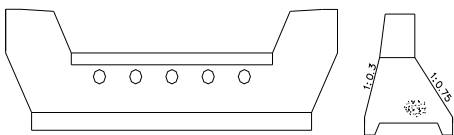


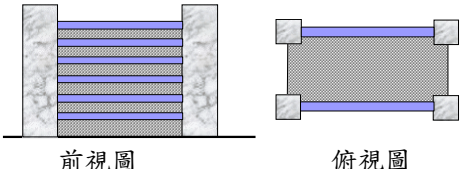

資料來源：本計畫整理

圖 4-2-2 溪流整治斷面示意圖(二)

<p>工法名稱：混凝土砌塊石護岸</p>		<p>斷面示意圖</p>	
<p>建設功能</p>	<p>保護河岸坡趾免受沖蝕破壞</p>		
<p>生態功能</p>	<p>(1)表面具有自然的景觀。 (2)表面多孔隙與粗糙性可提供蕨類與原生植物附著生長。 (3)混凝土砌塊石護岸對河流水之抗沖蝕力較乾砌塊石護岸佳，砌石半埋於砂漿中，上部外露砌石間之縫隙利於動物棲息及植物生長。</p>		
<p>適用範圍</p>	<p>(1)於流速中等、沖蝕嚴重且崎嶇不平之河岸可採用本工法。 (2)適用於溪床底質較不穩定、土質較差，承载力較弱之河段。 (3)可作為擋土工，防止坡面之局部崩塌破壞。</p>		
<p>工法名稱：砌石階梯親水護岸</p>		<p>斷面示意圖</p>	
<p>建設功能</p>	<p>保護河岸坡趾免受沖蝕破壞，並可作為親水設施</p>		
<p>生態功能</p>	<p>(1)表面多孔隙與粗糙性可提供蕨類與原生植物附著生長。 (2)能提供更多種的棲息環境供生物棲息其間。</p>		
<p>適用範圍</p>	<p>(1)適用於溪床底質較不穩定，承载力較差之河段。 (2)適用於沖刷作用較緩之地區，或流速小於6m/sec之地區。 (3)避免於土石流危險溪流之曲線段施作。</p>		
<p>工法名稱：砌石護岸</p>		<p>斷面示意圖</p>	
<p>建設功能</p>	<p>保護、穩定河岸坡趾免受沖蝕破壞</p>		
<p>生態功能</p>	<p>(1)表面多孔隙與粗糙性可提供蕨類與原生植物附著生長。 (2)能提供更多種的棲息環境供生物棲息其間</p>		
<p>適用範圍</p>	<p>(1)適用於溪床底質較不穩定，承载力較差之河段。 (2)適用於沖刷作用較緩之地區，或流速小於6m/sec之地區。 (3)避免於土石流危險溪流之曲線段施作。</p>		

資料來源：本計畫整理

圖 4-2-3 溪流整治斷面示意圖(三)

類型	壩型	優缺點比較		示意圖
傳統(混凝土)壩	重力式防砂壩	優點	<ul style="list-style-type: none"> ❖ 高效率的攔砂功能 ❖ 穩定岸坡 ❖ 抬高沖刷基準面 ❖ 轉化土砂搬運形式 	
		缺點	<ul style="list-style-type: none"> ❖ 壩體本身透水性差 ❖ 貯砂空間易被土石淤滿 ❖ 無選擇性地攔阻砂石 ❖ 易造成下游溪床淘刷 ❖ 常於土石流發生前，壩體上游貯砂空間已被土砂淤滿，降低其攔阻功效 	
	開口式滯洪壩	優點	<ul style="list-style-type: none"> ❖ 以迴水降低流速與土砂運移能力 ❖ 具有水力清淤功效。 	
		缺點	<ul style="list-style-type: none"> ❖ 貯砂空間易被土石淤滿 ❖ 無選擇性地攔阻砂石 	
透過性壩	梳子壩、鋼格壩、A型鋼管壩	優點	<ul style="list-style-type: none"> ❖ 攔砂、排水兼備 ❖ 允許部分對下游不會造成危害的水體及土砂顆粒穿過壩體進入河道 ❖ 降低粗大顆粒對下游設施的直接衝擊和破壞 	
		缺點	<ul style="list-style-type: none"> ❖ 土砂淤滿後，若不進行區清淤，則與傳統重力式防砂壩相同，無法發揮預期功能 	
	改良型防砂壩	優點	<ul style="list-style-type: none"> ❖ 考量壩體之清淤，橫樑設計成可拆卸式，即可更換濾材，並可清除壩前淤砂。 ❖ 比梳子壩更好施工。 	
缺點		<ul style="list-style-type: none"> ❖ 連續壩之方式增加壩前粗顆粒濾石之過濾空間，並增加細粒泥砂被過濾之機會。 		
綜合評估	<p>計畫區地質為白冷層與沖積層為主，較易發生粗顆粒之土砂災害，綜合上述分析及參考既設防砂壩、相同地質區整治工法，建議可採用「開口式滯洪壩」或「改良式防砂壩」，用以攔蓄土砂，並配合定期河道整理以降低對下游之破壞。</p>			

資料來源：本計畫整理

圖 4-2-4 壩體種類及比較分析圖

另外野溪及坑溝護岸之施作必須合乎有保全對象才施做之原則，護岸工法之選定依據「水土保持局野溪生態工法評估指標及設計參考圖冊」之各種護岸工法的適用流速範圍表，詳表4-2-1所示。

表 4-2-1 各種護岸工法的適用流速範圍表(1/2)

護岸工法		適用流速範圍(m/s)						適用條件
		2	3	4	5	6	7	
多孔性混凝土類	現場灌注多孔性混凝土護岸							依據「護岸設計圖冊」有關之基礎施工厚度，並配合混凝土強度孔隙率等，以作為適用流速參考。
	預鑄多孔性混凝土護岸							
植生類	鋪草皮							常水位之上且成活前不受流水浸泡之地區、常水位以下時，需配合保護基部的拋石、木柵、鋪網或蛇籠等使用之及兩側無住宅或重要設施等地區。
織物類	地工織物							適用於人工挖掘河道、高水位廣闊之低水位河岸及兩側無住宅或重要設施等地區。
	塊狀護毯							
木材類	原木固定框							適用於人工挖掘河道、高水位廣闊之低水位河岸及兩側無住宅或重要設施等地區
	粗枝條框							適用於人工挖掘河道、高水位廣闊之低水位河岸、兩側無住宅或重要設施等地區及少有滾石河川。
	木椿、柵							適用於人工挖掘河道、高水位廣闊之低水位河岸、兩側無住宅或重要設施等地區及少有滾石河川。
石材料	連結天然石材(乾砌)							適用於工地現場，周邊有材料時。
	連結天然石材(漿砌)	.....	.....	.....	.....	.....	.....	適用於工地現場，周邊有材料時，且施工時漿砌混凝土不露出表面之深度為原則。
蛇籠類	植生蛇籠							適用於人工挖掘河道及兩側無住宅或重要設施。
	蛇籠mat							適用於人工挖掘河道並以不減少河床斷面為原則。
預鑄混凝土塊類	連結型混凝土塊							連結材料係鋼絲時，不適於強酸性或高鹽分地。
	多孔性混凝土塊							種類繁多，選用適合當地環境者。
	鋪混凝土塊	.....	.....	.....	.....	.....	.....	除非其他工法無法施工時才用之，原則上不採用。

資料來源：日本財團法人先端建設技術中心(2002)之研究成果 註：本表適用於護岸坡度 1：1.5 以下

表 4-2-1 各種護岸工法的適用流速範圍表(2/2)

護岸工法		適用流速範圍(m/s)						適用條件
		2	3	4	5	6	7	
多孔性混凝土類	現場灌注多孔性混凝土護岸							依據「護岸設計圖冊」有關之基礎施工厚度，並配合混凝土強度孔隙率等，以作為適用流速參考。
	預鑄多孔性混凝土護岸							
木材類	原木固定框							1.適用於人工挖掘河道。 2.兩側無住宅或重要設施等地區。
	木製磚塊							適用於斜率大於1：10之坡面、適用於人工挖掘河道、兩側無住宅或重要設施等地區。
	木柵柵							適用於河川滾石較少之地區、人工挖掘河道、兩側無住宅或重要設施等地區。
石材料	連結天然石材(乾砌)							適用於人工挖掘河道、備用長度足夠時，可不考慮流速而用之及工地現場週邊有天然石材時。
	連結天然石材(漿砌)	.....	.....	.....	.....	.....	.....	工地現場週邊有天然石材時，且漿砌混凝土應以不露出表面之深度為原則。
蛇籠類	植生蛇籠							適用於人工挖掘河道及兩側無住宅或重要設施。
	蛇籠mat(多層)							適用於人工挖掘河道，但強酸性、高鹽分等地區不適用，滾石多之河床區段不適用。
預鑄混凝土塊類	多孔性混凝土塊							種類繁多，選用適合當地環境或目標生物者。
	鋪混凝土塊	.....	.....	.....	.....	.....	.....	除非其他工法無法施工時才用之，原則上不採用。
其他	加勁土工法							適用於人工挖掘河道。
	植生混凝土擋土牆							適用於人工挖掘河道，但如預留長度足夠時，應用時可不考慮流速。

資料來源：日本財團法人先端建設技術中心(2002)之研究成果 註：本表適用於護岸坡度 1：1.5 以上

三、處理計畫

依上述相關治理工法、適用性及現地調查結果，彙整出本計畫溪流、蝕溝需整治對象及其適用之治理工法(詳見表4-2-3)，其治理點位如圖4-2-5所示，共計24處，溪流治理經費概估約6,697萬元，野溪、坑溝治理經費概估約為5,851萬元，總計為12,548萬元。

針對計畫區內保全對象規劃相關整治工程保護外，因計畫內年土壤沖蝕量及崩塌量偏高，致河道中大量土石堆積，故除實施相關治理工外，每年仍須配合汛期前計畫區中下游河段整理、土石清疏等工作。另規劃每年定期河道整理土石暫置區位，其地址選定為兩岸腹地或地勢較低窪處，於汛期前河道整理、土石清疏堆置以減少河道土石淤塞避免淹水災害，規劃土石暫置區位如表4-2-2、圖4-2-5所示，其可暫置土石方約為18萬立方公尺，以便後續配合南投縣政府或仁愛鄉公所清運標售。期可保持通水斷面，減少土石阻塞水路，後續亦規劃河道整理暢通水路配合相關規劃治理工程施設，以達集水區整體治理保育效果。

表 4-2-2 清流溪等集水區規劃土石暫置區位資料表

區位編號	位置		面積 (ha)	可暫置土方 (m ³)	備註
	X	Y			
土資01	243910	2662736	0.6	30,000	
土資02	243927	2663006	0.5	25,000	
土資03	244006	2663079	0.1	5,000	
土資04	244174	2663227	0.3	15,000	
土資05	244218	2663523	0.4	20,000	
土資06	244389	2664424	0.6	30,000	
土資07	244410	2664583	1.1	55,000	
合計			3.6	180,000	

註：本計畫整理

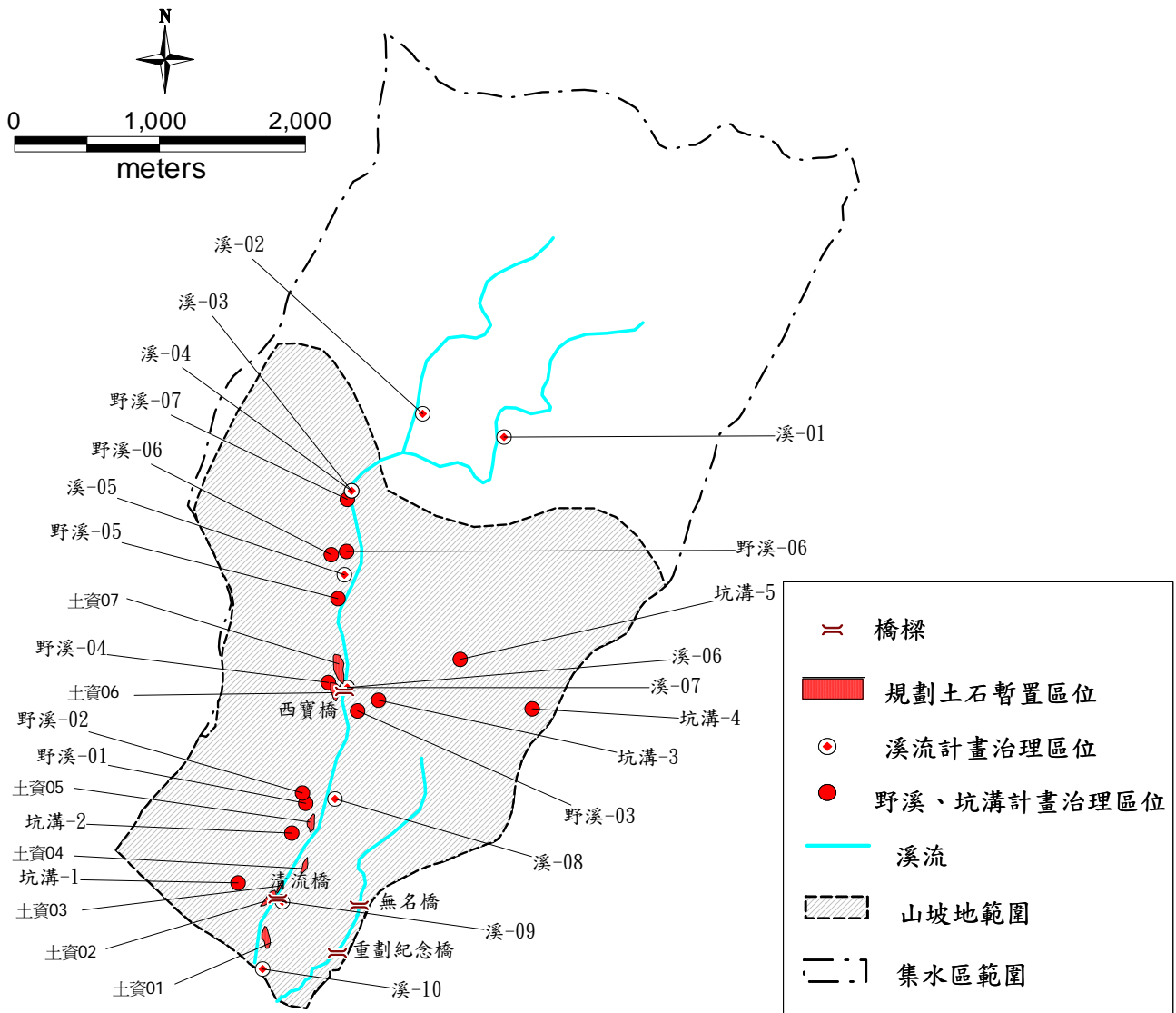


圖 4-2-5 清流溪等集水區溪流、蝕溝計畫治理工程位置圖

表 4-2-3 清流溪等集水區溪流、蝕溝治理工程計畫表(1/3)

類別	現勘編號	位置		工程名稱	現況描述	治理對策	經費概估(仟元)	權責單位
		X座標	Y座標					
溪流治理	溪-01	245550	2666180	眉原溪上游左支流防砂工程	河道寬度15m，河道土石淤積嚴重	建議施設防砂壩L=30m、H=6m，攔蓄土石防止下移	3,900	林務局 南投林管處
	溪-02	244990	2666340	眉原溪上游右支流防砂工程	河道寬度20m，河道土石淤積嚴重	建議施設防砂壩L=40m、H=6m，攔蓄土石防止下移	5,200	林務局 南投林管處
	溪-03	244500	2665810	眉原溪上游匯流口既設護岸修復	既有護岸風災後多處基礎淘空，固床工損壞，L=100m	既設護岸基礎補強L=50m，固床工修復3座	1,000	水保局 南投分局
	溪-04	244500	2665810	眉原溪匯流口下游河道治理工程	河寬約40m，河道土砂淤積，兩岸未施設護岸，右岸凹岸處水流冲刷造成道路毀壞	建議施設右岸護岸H=3m、L=450m，銜接上游新設護岸，河道整理	6,500	水保局 南投分局
	溪-05	244450	2665232	眉原溪河道護岸修復工程	西寶橋上游河道土石淤積約3m，右岸凹岸護岸淘刷損毀，框型填塊石護岸沖毀約100m	建議施設右岸護岸H=3m、L=100m	2,000	水保局 南投分局
	溪-06	244470	2664455	眉原溪西寶橋上游河道治理工程	河寬約20m，下左右兩岸為新設混凝土護岸，上游右岸護岸岸高不足，洪水溢淹造成堤後農地流失。	建議增設右岸護岸(H=3.5m、L=180m)及補強既有護岸(L=60m)，河道整理L=700m。	4,500	水保局 南投分局
	溪-07	244470	2664455	眉原溪西寶橋下游既設護岸修復	下游新設護岸風災後基礎淘空、固床工損壞	既設護岸基礎補強L=40m，固床工修復2座	750	水保局 南投分局
	溪-08	244385	2663689	眉原溪取水圳修復工程	河道土石淤積，河道寬度約50m，左側取水口沖蝕毀壞。	建議河道橫向構造物修復L=50m、左側取水溝修復L=20m、左岸上下游護岸(L=100m、H=5)。	10,000	南投 農田水利會
	溪-09	244023	2662982	眉原溪清流橋上游河道治理工程	現況河道土石淤積，河道寬度約50m，已有土石緊急處理之疏浚工程，土石堆置岸邊，河岸道路下邊坡無護岸保護，路基淘刷。	建議河岸右岸道路保全對象處增設護岸(H=4m、L=500m)，河道整理800m。	12,500	水保局 南投分局
	溪-10	243887	2662518	眉原溪清流橋下游河道治理工程	河道寬度50m，河道淤積，疏濬工程土砂堆置於河道旁恐影響通水斷面。	建議利用河道堆積土石構築高壓密堤防(H=3.5)長度600m，右岸延伸既有護岸100m，保全對象左側農地，河道整理。	14,620	水保局 南投分局
溪-06 溪-09			眉原溪清流橋、西寶橋上下游河道整理作業	上游支流匯流下游處、西寶橋上游河床及清流橋上下游河道土石堆積阻塞水路，造成水流冲刷河岸道路、農地 土地利用處理費用，面積約3.6ha	河道整理L=2000m、土石清運堆積約100,000m ³	5,000 1,000	南投縣 仁愛鄉公所	
小計							66,970	

註：本計畫整理

表 4-2-3 清流溪等集水區溪流、蝕溝治理工程計畫表(2/3)

類別	現勘編號	位置		工程名稱	現況描述	治理對策	經費概估(仟元)	權責單位
		X座標	Y座標					
野溪、坑溝治理	野溪-01	244184	2663659	清流溪野溪01、02治理工程	溪流寬約4m，上游左右兩岸為乾砌石護岸視高約1m，河道中有數座乾砌石固床工輕微損壞，兩岸植生狀況良好，河道輕微淤積，下游護岸損壞，無明顯流路，坡面沖蝕嚴重。	護岸設施L=460m、跌水工10座、固床工19座、版橋2座、防砂壩1座	12,500	水保局 南投分局
	野溪-02	244162	2663730		溪流寬約5m，河道嚴重淤積，枯樹堆置於河道中影響通水斷面，兩岸無設施工程構造物，下游與野溪01匯流，無明顯流戶坡面沖蝕嚴重，保全對象為下方果園、道路。			
	野溪-03	244541	2664295	眉原溪野溪03治理工程	溪流寬約3m，左右兩岸均無設施工程構造物，現況為一集水井銜接90cm管涵，河道淤積嚴重。	建議設施護岸(L=80m、H=2.5m)、河道整理、箱涵1座，治理長度100m	2,000	水保局 南投分局
	野溪-04	244340	2664490	眉原溪野溪04治理工程	現況為野溪與眉原溪匯流，為既有護岸終點野溪改道，沖蝕上方農地，既有護岸上方果園仍有持續崩塌現象。	建議設施野溪兩側護岸(H=2.5m、L=350m)，固床工15座(L=3m、H=1.5m)	8,000	水保局 南投分局
	野溪-05	244406	2665068	眉原溪野溪05治理工程	野溪寬約5m，上游堆積大量土石，最大粒徑約2.5m，上游150m處設置有連續防砂壩，下游道路以涵管方式通過道路流入主流，河岸持續崩塌，道路匯入眉原溪處邊坡沖蝕嚴重	建議設施兩岸護岸H=2.5m，L=100m，箱涵1座	2,300	水保局 南投分局
	野溪-06	244465	2665392	清流枝75上游坑溝治理工程	上方崩塌土石大量下移，河道沖蝕、土石堆積，部分路段無流路，水流直接沖蝕道路；下游左岸有住家保全對象，下方過水路面支流未整治，道路與耕地中間坑溝未施設道路排水，坑溝下方砂石堆積	上游施設防砂壩1座、固床工10座、版橋1座，下游護岸L=185m、固床工17座、箱涵1座	18,000	水保局 南投分局
小計							42,800	

註：本計畫整理

表 4-2-3 清流溪等集水區溪流、蝕溝治理工程計畫表(3/3)

類別	現勘編號	位置		工程名稱	現況描述	治理對策	經費概估(仟元)	權責單位
		X座標	Y座標					
野溪、坑溝治理	野溪-06	244360	2665370	清流枝75上游既設構造物修復	野溪上方既設有防砂壩1座已近淤滿，壩體下游基礎淘刷損壞，下游左岸既設護岸部分河段基礎淘空L=50m	壩體基礎修復L=10m，下游護岸基礎補強L=50m	400	水保局 南投分局
	野溪-07	244470	2665751	眉原溪上游匯流口野溪治理工程	上游施設涵管水路，河寬約4m，右岸護岸嚴重毀壞，道路基礎遭淘空毀損，毀壞之構造物堆積河道，阻斷水路，在上游崩塌地一處面積約1200m ² 已施做打樁邊柵保護，但有輕微毀壞情形	河道整理、護岸施設(H=4、L=150m)，節制壩12座	7,500	水保局 南投分局
	坑溝-1	243718	2663111	坑溝01治理工程	溝寬3m，長約500m，既設涵管出路損壞，一旁道路因土砂下移及水流沖刷，造成邊坡崩塌	排水渠道(L=500m、H=2m)、集水井2座箱涵1座	2,500	水保局 南投分局
	坑溝-2	244088	2663454	眉原溪坑溝治理工程	坑溝寬度約4m，長度約150m，兩岸植生狀況良好，無施設工程構造物，於眉原溪匯流口處無任何防治措施。	建議上游段施設噴凝土溝錨定L=65.5m、靜水池7座、排水渠道L=45.5m、箱涵1座、擋土牆1座	2,600	水保局 南投分局
	坑溝-3	244686	2664369	坑溝03治理工程	道路上下邊坡沖蝕坑溝，L=200m，上邊坡狀況大致良好，下邊坡水流沖蝕刷深，土地流失	集水井2座、噴凝土溝L=200m	660	水保局 南投分局
	坑溝-4	245744	2664309	坑溝04治理工程	上游為天然岩盤、土砂下移堆置於過水路面	集水井1座、涵管2座	50	水保局 南投分局
	坑溝-5	245248	2664650	坑溝05治理工程	溝寬4m、土石下移堆積路面，上邊坡流路不穩定，植生狀況不良，邊坡種植檳榔，下邊坡坡度大，長約400m	噴凝土溝L=400m，集水井5座，坡面整理	2,000	水保局 南投分局
小計							15,710	
總計							125,480	

4-15

註：本計畫整理

4-3 崩塌地治理

一、處理原則

崩塌地處理應依不同對象而分輕重緩急之處理原則，下述將依崩塌地對保全對象之影響，決定處理之優先順序。

- (一)崩塌地中，除了恢復植生、岩盤出露、農地使用、已施設處理工程之崩塌地維持現狀外，其餘優先處理。
- (二)直接影響主流下游者，優先處理。
- (三)崩塌地若危及保全對象時，優先處理。
- (四)交通無法到達或陡峭岩坡無保全對象者，以自然演替為原則。
- (五)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。

二、處理對策及工法選定

崩塌地最主要之處理對策及原則，為防患二次災害之發生，通常造成二次崩塌災害之主要原因，除了地震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水、排水工，崩塌坡面施作截水、排水工及植生等工法加以整治，並採以生態為基礎、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。且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，故治理工法之選擇如圖4-3-2所示，並依據崩塌地規模之不同，選定不同之邊坡工法如圖4-3-3。

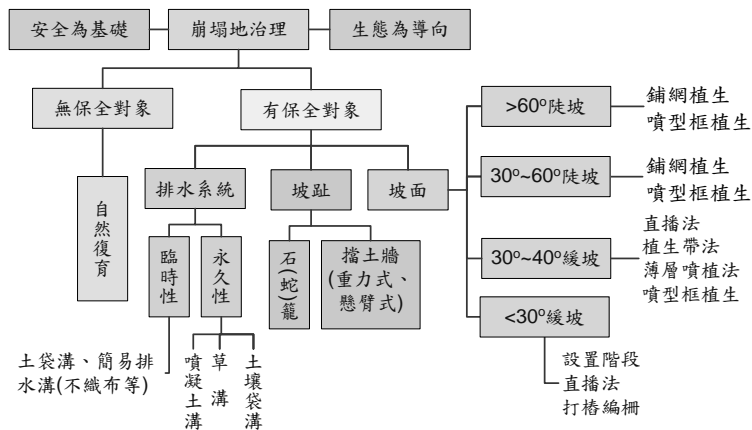
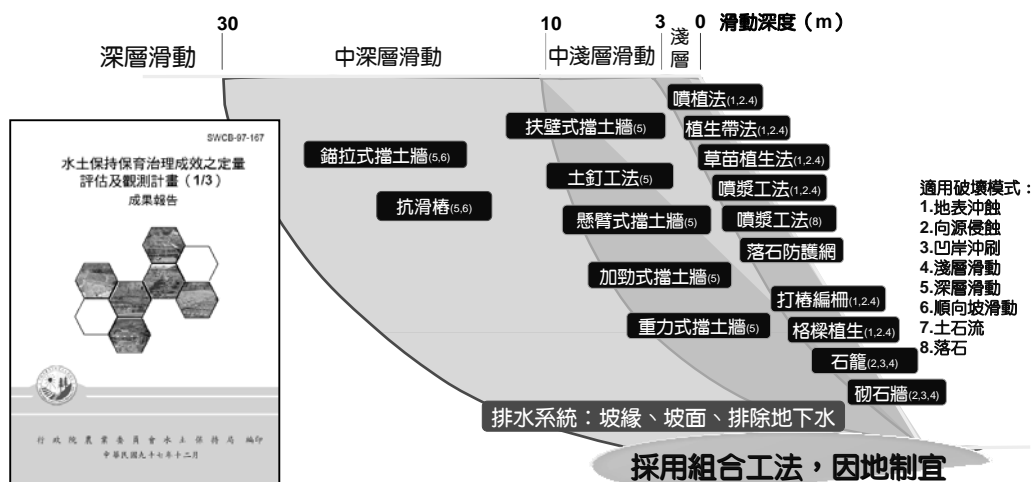


圖 4-3-1 崩塌地治理評估流程圖



圖 4-3-2 崩塌地治理工法選擇示意圖



資料來源：水土保持局「水土保持保育治理成效之定量評估及觀測計畫 (1/3)」(2008)

圖 4-3-3 各工法之適用崩塌深度

(一)溪流兩岸崩塌地

1. 河岸邊坡

溪流兩岸產生崩塌之原因大多為河岸坡腳受逕流侵蝕、淘空所造成，由於基腳若持續受侵蝕，易造成坡面不穩定，且崩落之土石亦直接受豪大雨逕流之挾帶、下移，容易造成水質污染等之二次災害，建議可就地取材之大塊石加以堆疊，或施以護岸進行保護。

2. 防砂措施

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內，建議於土石流及局部崩塌較嚴重位置施設防砂措施及維護計畫。

3. 噴植草種

對於工程施作困難且有保全對象必要儘早復育之河岸崩塌地，可採用以人工或空中噴植草種方式予以促早完成地表裸露地植生覆蓋。

4. 自然植生復育

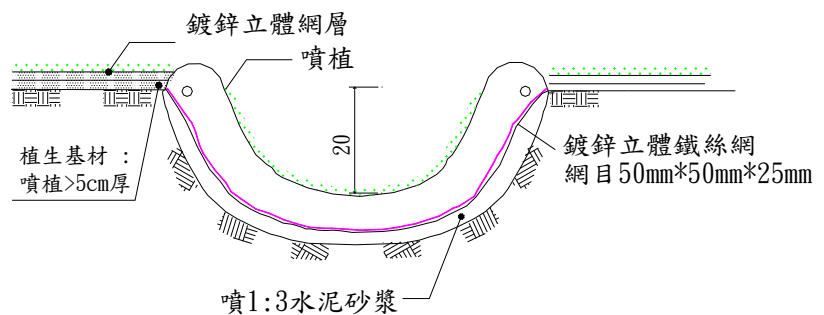
於交通無法到達或陡削岩坡者計畫採自然復育方式。

(二)坡面崩塌地

計畫區內之坡面崩塌大多因地質脆弱加上逕流沖蝕或入滲，導致坡面弱化而形成，故於進行治理時應特別注意崩塌誘因之消除，即坡面逕流之安全排水，此部分可藉由施設截排水系統，一方面攔截地表逕流水滲入崩塌區內，另一方面可將逕流水迅速排出崩塌範圍，防止崩塌範圍擴大，茲將計畫區坡面排水對策敘述如下：

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。



計畫區坡頂覆蓋層地質多為礫石、砂岩或砂壤及破碎岩層，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

針對計畫區內過長坡面排水需施設階段平台截水，故階段平台截水溝之設置應注意事項如下：

(1)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。



(2)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

地質脆弱坡面有敏感擾動顧慮及擾動處持續崩壞特性，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，故地質脆弱坡面縱向排水溝損壞率極高。因此在其施設上須

特別留意如下：

(1)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。

(2)混凝土鋪設以採高壓機具噴覆為佳。

(3)設計之溝體應採貼覆式且兩側應略低於原地表。

(3)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。

(三)為保護坡面防止沖蝕之發生可利用鋪網植生及撒播或噴植等，植生綠化工法之植物選用以原生種或外來已馴化之植生種類(百慕達草、百喜草、類地毯草，萌芽椿：九芎、榕樹、烏榕、水柳、黃槿)，以達快速植被覆蓋(2月中旬~10月中旬為植生最適期)。

(四)計畫區崩塌地裸露坡面其坡度常超過60度，植生工程之坡度限制大約60度，故應採用鋪網植生或型框噴植植生等。

(五)計畫區內如有重大災害崩塌地危及鄰近保全對象，應進行二次災害防治：封固裂縫、覆蓋帆布、截流排水、設置監測系統、坡趾保護等。

(六)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害當地居民或造成二次災害時可考慮採非工程措施方式如下：

1.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。

2.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。

(七)配合措施



- 1.由於崩塌區為可能涉及縣管道路或其他道路養護單位，未來需各單位協調執行。
- 2.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。

(八)崩塌地治理計畫

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，研擬因應整治崩塌地與治理採用工法，詳表4-3-1；經現勘結果發現，計畫區內大部分崩塌地多位於上游集水區林班地、較少保全對象且交通道路難以到達處，故治理方法建議採自然復育即可，另計畫區其他幾處小崩塌屬河岸及道路上下邊坡崩塌，故建議應配合河道整治或道路水土保持一併處理，各項崩塌地治理工法如圖4-3-4。

表 4-3-1 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
	地下水排除		為最有效崩塌地滑整治工法之一，常用排水工程包含橫向集水管、集水井、排水廊道及地下水截斷工程等
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。
		排樁	利用排樁打入崩塌體內，增加邊坡抵抗力
	錨錠	不受滑動面形狀及厚度影響皆可使用，且較排樁經濟	
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『濁水河流域聯合整體治理規劃』(2003)及本計畫整理

<p>石籠擋土牆</p>	<p>提供植物生長</p>  <p>前 中 後</p>	<p>掛網植生</p>	 <p>高壓打樁+噴植</p> <p>加稻草席</p>
<p>防落石柵</p>		<p>地表排水工程</p>	 <p>打樁編柵+縱橫向排水</p> <p>水泥砂漿溝</p>
<p>混凝土擋土牆</p>	<p>作為其它坡面保護工的基礎</p> 	<p>噴植</p>	 <p>自由樑框+噴植</p> <p>種子噴植</p>
<p>混凝土護坡</p>	<p>適用節理發達之岩石邊坡或噴漿、固定框等工法不易施</p> 		

圖 4-3-4 計畫區崩塌地治理工法圖

三、處理計畫

本計畫規劃崩塌地處理計畫，針對崩塌範圍下方附近無直接保全對象及道路難以到達者，可採用間接處理及自然復育，對於直接影響下方保全對象：住家、農地及道路者，進行工程治理防止災害擴大，計畫區內崩塌地治理工程內容及位置詳表4-3-2及圖4-3-5所示，共計9處，概估經費約1,460萬元。

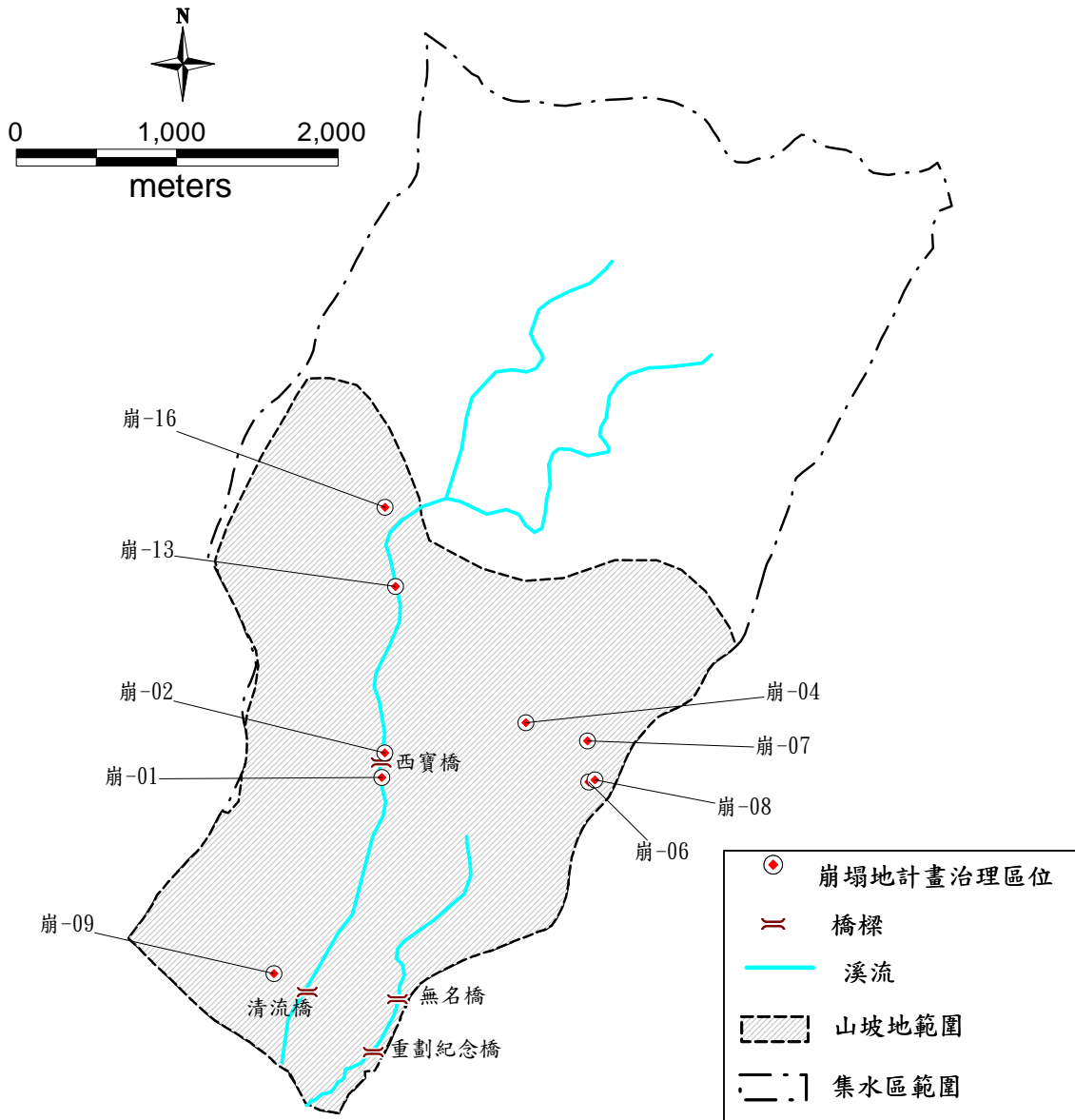


圖 4-3-5 崩塌地計畫治理工程區位圖

表 4-3-2 清流溪等集水區崩塌地計畫治理工程表

類別	現勘 編號	位置		工程名稱	現況描述	治理對策	經費概估 (仟元)	權責單位
		X座標	Y座標					
崩塌地 治理	崩-01	244455	2664337	眉原溪集水區崩塌地治理工程(1)	道路上邊坡崩塌L=20m、H=20m，土石下移危及下方道路	掛網植生400m ²	900	水保局 南投分局
	崩-02	244473	2664490	眉原溪集水區崩塌地治理工程(2)	西寶橋左岸邊坡崩塌L=40、H=50m，危及下方橋樑通行	掛網植生2000m ³	4,500	水保局 南投分局
	崩-04	245352	2664678	眉原溪集水區崩塌地治理工程(3)	集水區上游左支流聯外道路上邊坡崩塌L=20、H=5m	擋土牆L=20、H=1.5m	200	水保局 南投分局
	崩-06	245744	2664309	眉原溪集水區崩塌地治理工程(4)	集水區上游左支流聯外道路上邊坡崩塌L=80、H=6m	擋土牆L=80、H=1.5m	600	水保局 南投分局
	崩-07	245736	2664565	眉原溪集水區崩塌地治理工程(5)	集水區上游左支流聯外道路上邊坡崩塌L=50、H=8m	擋土牆L=50、H=1.5m	400	水保局 南投分局
	崩-08	245782	2664322	眉原溪集水區崩塌地治理工程(6)	集水區上游左支流聯外道路上邊坡崩塌L=80、H=8m	擋土牆L=80、H=1.5m	600	水保局 南投分局
	崩-09	243783	2663116	眉原溪集水區崩塌地治理工程(7)	清流橋右岸上方農地聯外道路上邊坡崩塌L=50m、H=20m	掛網植生1000m ² ，下邊坡擋土牆L=50m、H=1.5m	2,700	水保局 南投分局
	崩-13	244540	2665526	眉原溪集水區崩塌地治理工程(8)	西寶橋上游右岸道路上邊坡崩塌L=100m、H=10m	掛網植生1000m ²	2,300	水保局 南投分局
	崩-16	244475	2666019	眉原溪集水區崩塌地治理工程(9)	道路邊坡崩塌L=20m、H=30m，土石下移導致下邊坡道路及護岸損毀	掛網植生600m ² ，擋土牆H=3m、L=70m	2,400	水保局 南投分局
	小計							14,600

資料來源：本計畫整理

4-4 道路水土保持

一、處理原則

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。此外，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。

故除配合水土保持法之規範以及治山防災之治理工程外，應將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。

道路水土保持因不同原因造成之破壞，其治理原則如下：

(一)道路上邊坡崩塌

道路上邊坡受人為或自然因素影響外在營力激發(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。本計畫區內多處道路上邊坡多處崩塌，為攔阻坡面上之土石、砂礫及其他粒狀物質，可施設擋土牆以穩定邊坡，如岩層過於破碎或覆土層較厚可採用錨定擋土牆加以固定。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，並配合噴草籽或掛網植生等方式以保護邊坡，使坡面達穩定狀態。

(二)野溪蝕溝與道路交會處

道路橫越蝕溝或渠道處均應施設排洪斷面足夠之橋樑、箱涵、涵管或過水路面，每隔適當距離應施設一般橫向排水，避免逕流集中，以每隔150公尺設置一橫向排水設施為原則，並應選擇適當地點設置。橫向排水出口處，應有適當之保護及消能設施，必要時應設置排水溝引導至下游安全地帶，以避免路基及下游坡面沖蝕，排水管涵縱坡以陡於3%且緩於26%為原則。

(三)道路下邊坡沖蝕

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；此外，道路排水之改善對於道路下邊坡之穩定亦相當重要。

(四)道路排水系統不良

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靜水池及放流口之消能設施。

在坡面不穩定、土石易掉落阻塞或清除不易之路段以採用L型側溝為原則，其他路段視情況得採用梯形、U形或矩形側溝，惟寬度及深度最小應大於三十公分。

(五)土地利用

計畫區內部分地區因人為種植淺根性經濟作物，如蕃茄、黃瓜、檳榔及蔬菜等，造成坡面除因開發而不安定外，作物根系亦無法深入土層，造成坡面易受雨水沖蝕崩塌，崩塌之土砂落於道路排水系統造成堵塞，影響其正常排水功能或落於路面影響交通。

二、處理對策及工法選定

集水區道路設置後，天然坡面遭受開發破壞，開挖坡面或填方土方逢豪雨後即產生崩落狀況，故需設置道路縱橫向排水及邊坡穩定等手段處理(詳表4-4-1)，如下述。

(一)道路水土保持改善措施

1.路基及邊坡改善方式

路基及邊坡之養護在使路基、路肩、邊坡、擋土牆及其他保護路基設備，經常能保持穩定安全及完整，工程改善方式如下：

(1)坍塌清理改善方式包括A.由上邊坡坍塌落於路上之土石什物，應完全清除為原則、B.路基沉陷傾坍，應即填補至原有路形，並夯實之。

(2)邊坡維護方式：邊坡上浮土及易於滑落之石塊，應自上而下刷坡清

除，以免坍落。邊坡穩定方法包括：A.加強邊坡植生，減少逕流、B.噴漿處理、C.改善邊坡表面排水及地下排水設施(包括有孔排水管及排水坑道)、D.加築各種擋土設施(包括擋土牆、地錨、打樁等)、E.挖除坍方上端土石，以減少土壓力、F.坡腳築擋土牆或加填土石，以增加其穩定性及G.加築保護坡腳等措施。

(3)擋土設施包括A.擋土牆背填土石應予填實，洩水孔務須保持暢通，以減少壓力B.擋土牆基腳須加強保護。

(4)路肩養護：A.路肩必須平整，並應保持比路面拱為大之橫坡B.填補路肩所用材料，以與原路肩規格相同者為原則C.橫向排水溝之施設。

表 4-4-1 道路水土保持改善措施

位 置	沖蝕現象	控制方法
上 坡	逕流自挖方上端集中，發生溝蝕	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、預鑄框客土植生法、自由型框客土植生法
下 坡	道路排水系統不良，沖蝕下坡	改良排水措施，簡易土埂
	填方未壓間生裂縫或波腳淘刷因而發生坍陷	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

資料來源：本計畫整理

2.路面之養護

本計畫之道路路面包括瀝青路面、混凝土路面及砂石路面等，因受交通荷重、天候條件等外界作用及本身老化等影響而降低其服務性，需針對鋪面不同型式進行養護、改善。

3.道路排水設施改善方式

(1)路面排水之養護：A.公路直線路段應依原設計路拱修復以利排水、B.曲線路段均設有超高須依原設計超高度辦理。

(2)邊溝改善：應依現地採用不同之型式，以土溝、漿砌溝或混凝土溝改善，詳圖4-4-1。

(3)坡面排水之方式：截水溝將雨水攔截並導流於平緩山坡或自然溝

壑，使其不致沿邊坡直沖而下，造成沖刷及破壞邊坡之穩定，詳圖 4-4-2。

(4)地下排水設施之方式：地下排水設施倘發現已降低不能發揮預期效果時，應採新設、增設或改修等各種因應措施。

4.安全設施之改善方式：道路安全設施之維護包括標誌維護、標線維護、號誌維護、護欄維護等。本計畫擬依現地調查後提出增設及改善措施。

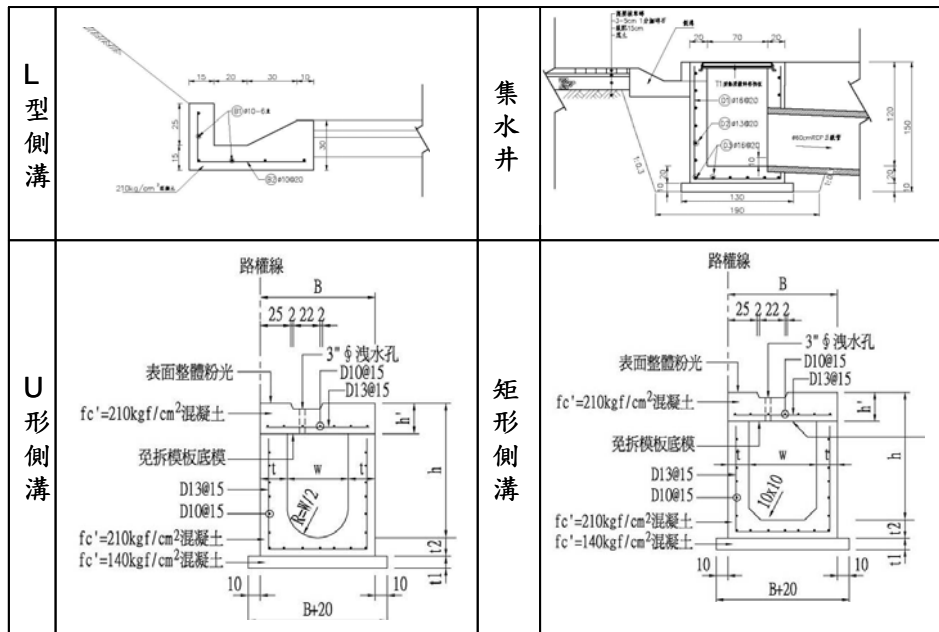


圖 4-4-1 道路排水設施圖

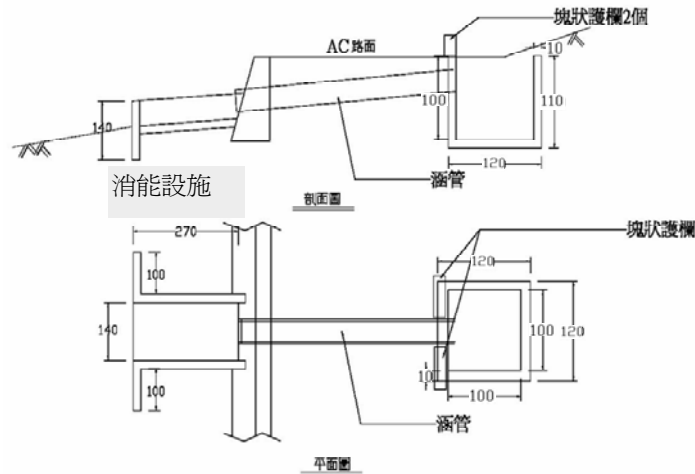


圖 4-4-2 坡面排水設施配置示意圖

(二)非工程措施建議

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。

計畫區內道路損壞情形主要包括道路上邊坡土石崩落、裸露，及道路下邊坡路基流失，路面破損，不僅造成路面寬度變窄，部分裸露邊坡仍有再生崩塌之可能，恐造成交通中斷；計畫區內除清流部落有規劃並施設較完善之道路排水系統外，集水區中、上游地區沿線有部分路段未設置排水設施，因此除了道路上下裸露邊坡之處理外，應加強截排水與縱橫向排水設施與邊坡基腳保護。

三、處理計畫

計畫區內道路問題主要發生於農路缺乏排水系統，逕流沿路面漫流，致使路面損壞或積水，影響交通；部分道路與蝕溝交會處，蝕溝野溪或靜水池通水斷面過小，造成排洪能力不足，每遭逢豪大雨，逕流宣洩不及，漫流路面，故建議針對問題點位增設排水系統進行改善。區內之道路工程內容數量及經費概算表如表4-4-2與圖4-4-3所示，共計12處，概估經費約3,021萬元。

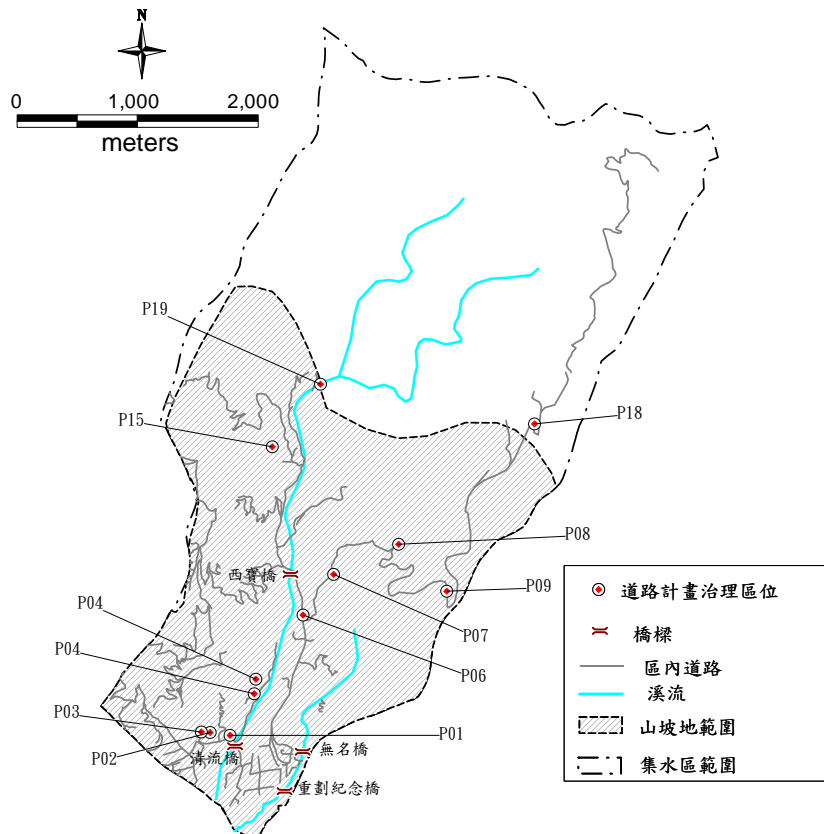


圖 4-4-3 道路計畫治理工程區位圖

表 4-4-2 道路計畫治理工程表

類別	現勘編號	位置		工程名稱	現況描述	治理對策	經費概估(仟元)	權責單位
		X座標	Y座標					
道路 水土 保持	P01	243948	2663093	眉原溪旁道路排水改善工程(1)	現況道路寬度3.0m路面為混凝土鋪面，無排水設施，水流漫流路面。	建議增設道路排水溝200m。	1,500	南投縣政府及仁愛鄉公所
	P02	243783	2663116	眉原溪旁道路改善工程(1)	道路上邊坡基腳水流沖刷，邊坡土石持續下移情形	L型側溝L=500m，擋土牆L=100m、H=0.5m	2,300	南投縣政府及仁愛鄉公所
	P03	243710	2663120	眉原溪旁道路改善工程(2)	道路上邊坡基腳水流沖刷，邊坡土石持續下移情形	L型側溝L=250m	980	南投縣政府及仁愛鄉公所
	P04	244150	2663438	眉原溪旁道路排水改善工程(2)	道路路面3.0m路面為混凝土鋪面，無完善排水設施地表逕流漫流，路面因漫流有龜裂後再填補現象	建議增設道路排水溝200m。	1,500	南投縣政府及仁愛鄉公所
	P04	244162	2663559	眉原溪旁道路排水改善工程(3)	道路路面4.0m路面為混凝土鋪面，無完善排水設施。	建議增設道路排水溝200m。	1,500	南投縣政府及仁愛鄉公所
	P06	244555	2664092	眉原溪旁道路排水改善工程(4)	路寬3.0m道路兩側無排水設施，上邊坡土砂下移造成路面土砂淤積嚴重，影響道路通行	道路橫向截水2處L=5m，排水溝L=150m、H=1m	950	南投縣政府及仁愛鄉公所
	P07	244810	2664430	眉原溪旁道路改善工程(3)	道路下邊坡蝕溝沖刷、邊坡崩塌，附近一戶住家保全對象，道路上邊坡基腳排水不良，逕流漫淹道路	道路下邊坡擋土牆L=200m、H=4m，道路上邊坡L型側溝L=100m	4,700	南投縣政府及仁愛鄉公所
	P08	245350	2664680	眉原溪旁道路改善工程(4)	道路上邊坡基腳水流沖蝕，土石崩塌堆積路面排水不良	L型側溝L=150m，擋土牆H=1m、L=150m	1,600	南投縣政府及仁愛鄉公所
	P09	245750	2664290	眉原溪旁道路改善工程(5)	道路上邊坡蝕溝沖刷，過水路面土石堆積，水流沖蝕下邊坡，淘刷道路基礎	集水井1座、涵管2座	50	南投縣政府及仁愛鄉公所
	P15	244300	2665490	眉原溪旁道路排水改善工程(5)	道路碎石路面，雜草叢生，水流輕微沖刷，土石有下移下邊坡現象，附近一戶住家保全對象	草溝L=500m	50	南投縣政府及仁愛鄉公所
	P18	246480	2665680	眉原溪旁道路排水改善工程(6)	道路碎石路面，上游左支流農耕地唯一聯外道路，水流輕微沖刷，土石有下移下邊坡現象	草溝L=800m	80	南投縣政府及仁愛鄉公所
	P19	244700	2666010	眉原溪旁道路排水改善工程(7)	新開闢道路，上下邊坡裸露，無設置任何水土保持設施，L=200m	上下邊坡擋土牆L=200m、H=4m，道路排水側溝L=250m，集水井2座	15,000	南投縣政府及仁愛鄉公所
小計							30,210	

資料來源：本計畫整理

4-5 土石流潛勢溪流整治

一、處理原則

土石流治理為在土石流潛勢溪流上構築各種工程設施，有效降低土石撞擊、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，在防治原則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4-5-1)，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、消減或調節，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、社會保險、土地政策、有害行為限制...等成災預防措施。

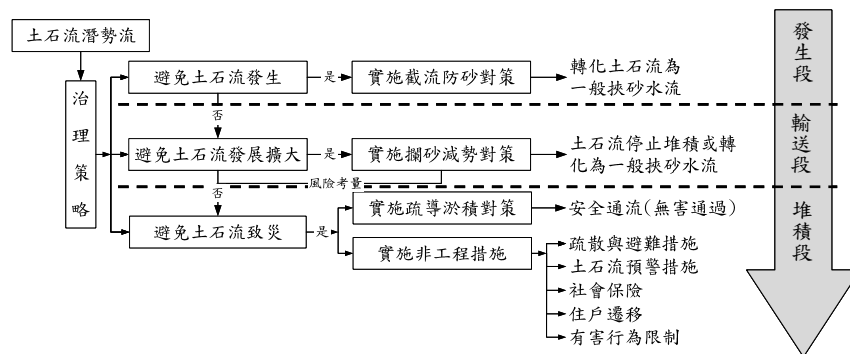


圖 4-5-1 土石流潛勢溪流治理原則

而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。七二水災後針對土石流特性，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」。

二、處理對策及工法選定

(一) 總防治對策

土石流總防治對策係指「工程手段」及「非工程手段」之總稱(詳表4-5-1)，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。

表 4-5-1 土石流潛勢流總防治對策一覽表

對策種類	工程種類	名稱	主要作用	
治理措施	攔擋工程	非透過性壩	防砂、穩坡、固床、降坡	
		透過性壩	攔粗排細、減勢、貯砂	
	排導工程	排導渠道	按指定方向排洩土石流	
		渡槽、隧道、急流槽、涵洞	集中排洩土石流	
		導流堤、丁壩	調整土石流流路，有利於排導	
	固床工程	系列固床工	穩固底床，防止沖刷下切	
		潛壩	穩固底床，防止沖刷下切	
	護岸及護坡工程	護坡工	控制坡面蝕溝發生及發展，降低坡面土砂生產	
		護岸工	加固河岸坡腳，免遭淘刷	
		源頭處理	減少崩塌及土砂生產	
	截排水工程	引、排水渠道	引排洪水，消滅下洩水量	
		截水溝	攔截崩塌土體上方逕流，降低土砂生產	
		蓄水工程	調蓄洪水，消滅洪峰	
	停淤工程	停淤場	攔蓄、停積固體物質	
		溢流堤	排洩部分淤積物	
生物措施	造林	恢復森林植被	控制沖蝕、減少水土流失、防止沖刷、涵養水源、減少地表逕流、攔蓄土石	
預防措施	減損措施	劃分危險區域	確定危險區域及其危險度，限制區域開發行為	
		判釋土石流潛勢溪流	確定土石流潛勢溪流，以利整治管理	
	警戒措施	建立土石流觀測系統	進行土石流監測及預警	
		土石流雨量警戒	提供災前預報和警戒功能	
	居民避難遷移	規劃緊急疏散避難路線及措施	提供緊急疏散避難路線及時機	
		規劃避難處所	提供緊急和安全避難處所	
		住戶遷移	避災	
	管理管制措施	限制措施	劃定特定水土保持區	限制危險區開發行為，並執行治理減災措施
			危險區災害保險	規範危險區居民強制保險，實現風險自付
		防救災組織	自主防災社區	進行災前整備、災時應變及災後復原之各種防救災工作
			土石流專員	提供回報現地即時資訊，以避免災害發生
			疏散避難演練	熟稔災害來臨前之疏散避難行為
集水區管理		山坡地管理	管理與管制違規農業使用及違規非農業使用	
		林班地管理	違規土地利用之查報、制止、取締及處理	
教育宣導		防救災宣導及展覽	增強防災減災意識	
	教育土石流知識	瞭解土石流基本特點與危害方式		
設施維護	防護工程維護	維持工程治理措施之正常機能		

資料來源：「集水區整體治理調查規劃參考手冊」(2006)

(二) 整體佈置

各種工法因功能不同而適用場合和條件亦不盡相同，其整體布置可依溪流不同流段進行規劃：

- 1.發生段：治理計畫以穩坡固床，防止溪床及岸坡土石之沖刷與崩落，加強排水措施，抑制土砂運動(生產與移動)為主要，並配合截流排水(地表水、地下水)避免水流獲取大量土砂料源而形成土石流。其主要工法有高莖危木處理、源頭裂縫填補、坡面危石清除、坡頂地表水截導、坡面導水設施、裸坡面植栽等工法。
- 2.輸送段：當土石流形成後，由於攜出大量土砂向下游流動，故計畫重點應以攔擋貯砂、降低規模及減緩流速等為主，其目的在於避免大量土砂流出，因此治理計畫應以減少石流流量、降低土石流流速與動能、土砂攔阻、土水分離、安全流路規劃為主。
- 3.堆積段：本區段可利用廣大的腹地設置土石流淤積工法，將流下的土石攔阻於安全地區，若地形配合得宜，亦可設置疏導渠道或導流堤，將土石流導入主流或安全地段。同時對於已發生土石流之溪流下游危險地區，應劃定為危險區，限制各種型態之土地開發行為，以避免傷及人民生命財產，對既有的房舍或聚落應予以勸導搬遷。

依據上述整體佈置原則，對本計畫區清流溪-土石流潛勢溪流(南投A022)進行規劃設計，如圖4-5-2所示。



圖 4-5-2 清流溪等集水區土石流規劃整治理念

(三)工程手段

- 1.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。
- 2.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，應將橋梁加高加長，增加通水斷面。計畫區地質為厚砂岩區，易發生粗顆粒之土石流，而硬頁岩、板岩地質，易發生細顆粒之土砂災害。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。較細顆粒之高濃度含砂土石流災區，可配置防砂壩、潛壩、固床工、導流工等構造物。
- 3.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工程，以降低洪峰流量並可沈砂攔淤，減少土砂進入主河道、調節沖蝕之位能。

(四)非工程措施

計畫區內南投A022土石流潛勢溪流，目前河況尚屬穩定，計畫期間歷經卡玫基、辛樂克等颱風後僅有部分土石下移河道及未施設保護構造物河道有沖蝕情形，依現地河況需求進行工程手段規劃治理，若依上述工程措施處理後，如發生強烈颱風暴雨仍無法確保兩側保全對象，則有必要設置土石流監測與預警系統及規劃避難路線、場所等相關管理措施。

1.有害行為限制

通過嚴格的科學管理及有關法令的認真執行，使激發土石流的人為因素被控制和消除，例如合理開發水土資源、防止對生態環境破壞、嚴禁濫砍、濫伐及陡坡墾植，禁止隨意大量棄石、棄土和其他有關破壞邊坡土體穩定之有害行為等。

2.避難路線及場所之規劃

疏散避難路線規劃係結合專業判斷和在地民眾經驗，事先劃定災

害發生前之疏散避難路線和緊急避難處所，以維護危險地區保全對象之安全。由於疏散避難路線和緊急避難處所是事前所規劃，可以通過平時的演練，讓在地民眾熟悉疏散路線和避難時機，是降低致災風險相當有效的非工程方法之一。

3. 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。

三、處理計畫

- (一)無名橋下游為封底之複式斷面渠道，有阻絕生物棲息發展，建議改善護岸渠道形式，增加生態棲息發展多樣性。
- (二)重劃紀念橋下游未設施護岸處，兩岸沖刷崩塌、農地流失，建議利用現地取材構築保護構造物，減少居民農地、財產損失，並針對損壞之既有護岸進行修復補強。
- (三)下游匯流口處既設護岸堤後地勢低窪，排水不良有積水情形，危害既有構造物，匯流口受北港溪洪水影響，交界處農地、道路流失，本計畫依據水利署北港溪治理計畫線先行整治水保局權責範圍以降低農民損失，以利後續水利署作完善整體治理。

計畫區內之土石流潛勢溪流工程內容數量及經費概算表如圖4-5-3與表4-5-2，共計4處，概估經費約1,350萬元。

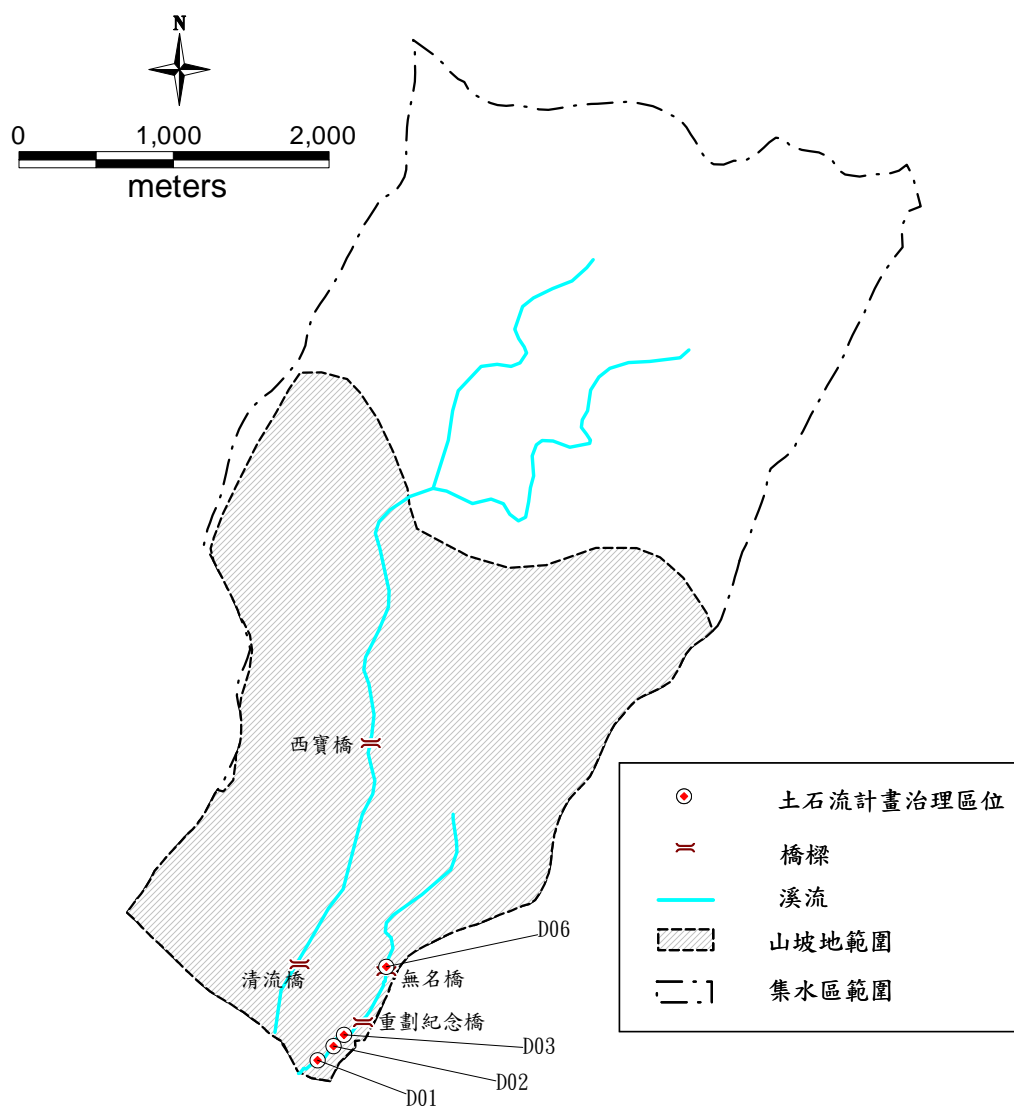


圖 4-5-3 土石流潛勢溪流治理工程分布區位圖

表 4-5-2 土石流潛勢溪流計畫治理工程表

類別	現勘編號	位置		工程名稱	現況描述	治理對策	經費概估(仟元)	權責單位
		X座標	Y座標					
土石流整治	D02	244211	2662473	清流溪下游河道改善工程	河寬約6m，銜接既有防砂壩，現況河床魚類生態豐富，但防砂壩及階段式固床工影響生態，左右兩岸為2.5m混凝護岸，河道輕微淤積，河道既有固床工基礎淘刷外露。	建議改善既有構造物100m，河道整理，踏步式固床工5座，既有固床工修復。	1,500	水保局 南投分局
	D03	244279	2662546	A022集水區水土保持工程	河寬約6m河床嚴重淤積，兩岸植生狀況良好，兩岸無施設工程構造物，流路不固定於右岸處衝擊農地造成兩岸水土流失，右岸河道與農地高差約為1m，現況植生良好，保全對象為兩岸農地。	建議兩岸增設砌石護岸(L=320m)及連續式固床工12座，河道整理	11,000	水保局 南投分局
	D01	244108	2662382		現況為清流溪與北港溪匯流口處，無明顯河道水路，造成兩岸農田有漫淹、沖毀之情形。	建議施設堤防L=125m、護岸L=60m、固床工2座、堤後排水50m，涵管1座		
	D06	244552	2662985	清流溪無名橋下游改善工程	現況河寬約15m，左右岸為混凝土護岸，複式斷面低水流路工無明顯土砂淤積，影響生態。	建議採生態廊，透水性構造物，L=70m	1,000	水保局 南投分局
	小計							13,500

資料來源：本計畫整理

4-6 坡地保育

4-6-1 農地水土保持

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4-6-1)。

4-6-2 坡地排水

坡地上遇久雨或暴雨時，除部分雨水被蒸發或被植物吸收或滲入地下外，其餘之雨水則以其本身之重力沿坡面流下，形成地表逕流。裸露之地表或鬆弛的土壤受到逕流沖刷後造成侵蝕現象。原先乾涸之低窪蝕溝匯集逕流後，增加能量產生破壞力，若不設法加以防範，則將造成莫大之災害。此外，滲透水在不透水層上面流動易引起地滑。

一、地表排水系統

排水系統規劃時應先蒐集地形、坡度、降雨量及降雨強度等基本資料，經分析與比較，慎重選擇具代表性及適當精度之資料，估計逕流量、決定排水斷面並控制流速，使蝕溝不發生沖刷及淤積現象。

坡面排水溝設計以25年重現期距流量為設計容量，考量施工之便利性為最佳設計排水斷面；邊坡坡長達一定長度時需設置橫向排水，橫向排水長度超過100公尺則需設置縱向雙向排水或中央匯合排水；縱向排水溝流速應在最大安全流速範圍內，超過時應設跌水、消能墩塊等設施。

排水溝能通達天然排水系統或既設渠道，並於結束段設置消能設施，如跌水、靜水池等，使其能安全排放，避免逕流集中造成災害擴大的情況發生。

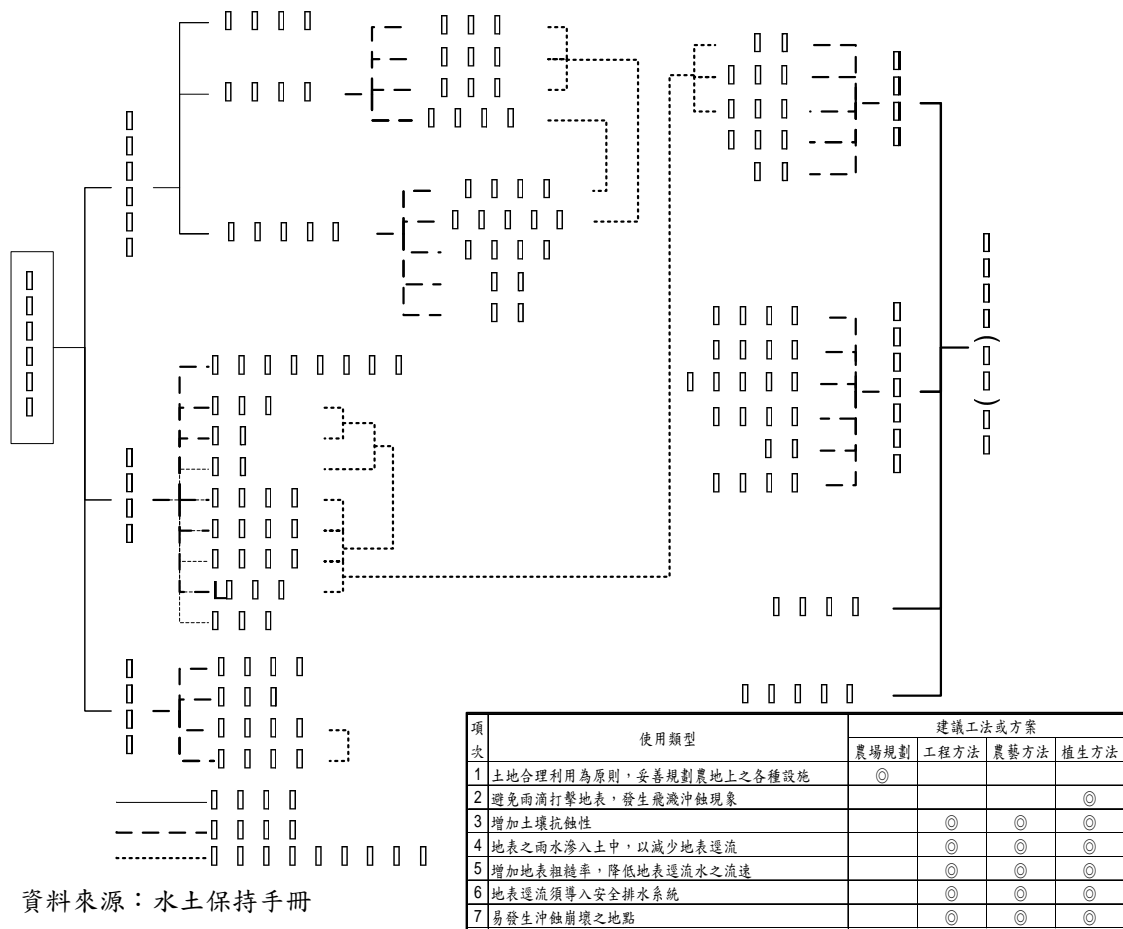


圖 4-6-1 坡地水土保持方法配置圖

二、地下排水系統

地下水排除工程有暗渠、排水孔、靜水池、地下截水工程等。暗渠工程宜置於坡面下部之地形變化處，及坡面凹陷部等地表水易於蓄集之處。排水孔乃利用鑽孔排水，鑽孔仰角常大於5度（使地下水能自然流出為原則），並儘可能貫穿含水層。此外，通常亦依據地下水調查狀況，配置靜水池。

另外為防止坡面外地下水流入，常利用地下截水工程如版樁或灌

漿，將崩塌地以外之淺層地下水加以攔截，再利用暗渠將其誘導至地表安全排放之。

4-6-3 超限利用地

山坡地依坡度、土壤深度、土壤沖蝕度與母岩性質劃分為加強保育地、宜林地及宜農牧地等三種土地可利用限度類別，而依山坡地保育利用條例規定查定為「宜林地」或「加強保育地」內，不實施造林，而從事農、漁、牧業之墾殖、經營或使用，稱為山坡地超限利用。而各類區域所能開發、禁止之事項如下述：

- 1.加強保育地：沖蝕嚴重、崩塌地滑、脆弱母岩裸露等區域，列為加強保育地，應加強保育工作，減少災害發生之機率。處理方式為禁止區域內各類開發行為，並依主管機關指定方式實施水土保持處理。
- 2.宜林地：應實施造林或維持自然林木及植生覆蓋，禁止任何開發、開墾之行為。
- 3.宜農牧地：可於坡地適度進行開發行為，但必須施以相關之水土保持處理，以保育水土資源、維護自然生態景觀。

依據行政院農業委員會水土保持局查定之南投縣超限土地利用列管清冊(截至96.12.31)可知，於計畫內並無山坡地超限利用情形發生，為避免山坡地濫墾濫伐及有效永續利用，可進行有系統坡地管理模式經營，如4-6-4節所述。

4-6-4 坡地管理

為了有效管理山坡地，水土保持局於民國94年5月編印「山坡地管理作業參考手冊(第二版)」，供執法者與民眾使用。山坡地管理主要可分為水土保持計畫審查監督及山坡地違規使用查報取締二大部分。

一、水土保持計畫審查監督

依水土保持法第12條第1項規定，於山坡地或森林區內從事下列行為應先需擬具水土保持計畫送主管機關核定：

- (一)從事農、林、漁、牧地之開發利用所需之修築農路或整坡作業。
- (二)探礦、採礦、鑿井、採取土石或設置有關附屬設施。

(三)修建鐵路、公路、其他道路或溝渠等。

(四)開發建築用地、設置公園、墳墓、遊憩用地、運動場地或軍事訓練場、堆積土石、處理廢棄物或開挖整地。

二、山坡地違規使用查報取締

山坡地主要屬水土保持局管轄範圍，有關單位應依水土保持法施行細則第三十八條之規定，經常派員巡視檢查水土保持之處理與維護情形，有違反水土保持法規定者，應迅即查報、制止、取締。根據「山坡地管理作業參考手冊(第二版)」所謂山坡地違規使用：於山坡地範圍內，從事開發、經營或使用行為，依水土保持法第十二條與第十四條規定，應擬具水土保持計畫送主管機關核定後實施者，未擬具水土保持計畫送主管機關核定而擅自開發者。依其性質可分為三大類：

(一)農業使用之違規

1.濫墾

山坡地供農業使用者，經中央或直轄市主管機關依山坡地保育利用條例第十六條規定，查定為宜農、牧地，水土保持義務人從事農、漁、牧業，未依水土保持法第十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。

2.山坡地超限利用

山坡地供農業使用者，經中央或直轄市主管機關依山坡地保育利用條例第十六條規定，查定為宜林地或加強保育地內，從事農、漁、牧之墾殖、經營或使用。水土保持法施行細則第二十六條明定，山坡地超限利用係指於依山坡地保育利用條例規定查定為宜林地或加強保育地內，從事農、漁、牧業之墾殖、經營或使用。

於上述宜林地或加強保育地內，從事非農業使用之開挖整地、建築房舍或經營遊憩等之違規行為，不可稱為「山坡地超限利用」。

(二)非農業使用之違規

1.未擬具水土保持計畫送主管機關核定而擅自開發者：依水土保持法第十二條與第十四條規定，應擬具水土保持計畫送主管機關核定後實施者，未擬具水土保持計畫送主管機關核定而擅自開發者。

2.未依核定水土保持計畫實施者：已依水土保持法第十二條與第十四條規定，擬具水土保持計畫送主管機關核定，但未依核定水土保持計畫實施者。

4-6-5 處理計畫

計畫區內大部分山坡農耕地均設有簡易平台階段，對於坡地水土保持效果有一定之效益，唯較缺乏完善排水系統規劃，對於颱風豪雨造成坡面逕流增加，沖蝕坡地地表土壤，降地土地生產力並危及下方保全對象生命財產，針對計畫內坡地農作地範圍較大及有嚴重災害者，提出處理計畫，如圖4-6-2、表4-6-1，其餘坡地水土保持部分，則加強宣導農民水土保持觀念進行自力防減災，並對於坡地水土保持之排水系統、蝕溝治理及逕流蓄積之農塘施設予以補助，鼓勵農民水土保持之永續經營。

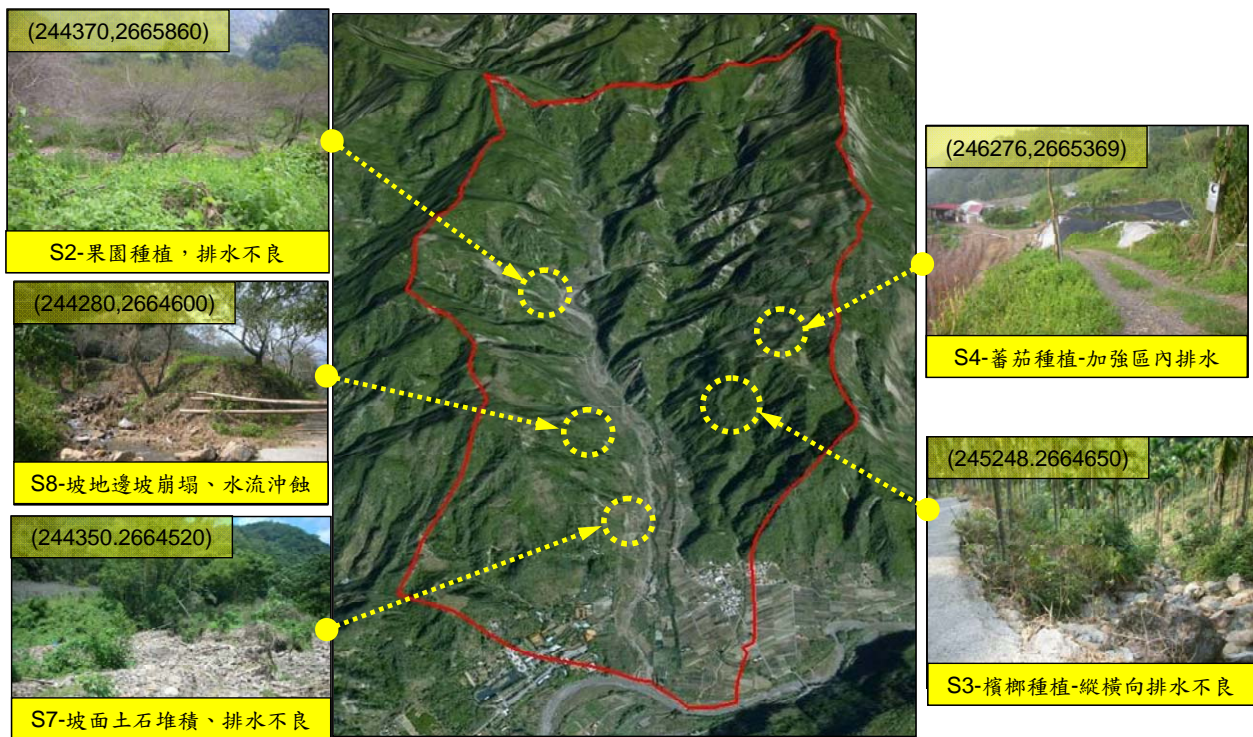


圖 4-6-2 清流溪等集水區坡地水土保持計畫治理區位圖

表 4-6-1 計畫區坡地水土保持計畫治理表

類別	現勘 編號	位置		工程名稱	現況描述	治理對策	經費概估 (仟元)	備註
		X座標	Y座標					
坡地 水土 保持	S2	244370	2665860	眉原溪集水區坡地水土保持改善工程(1)	果園種植，排水不良，面積 0.73ha	區內縱橫向排水L=300m x150m	300	水保局 南投分局
	S3	245248	2664650	眉原溪集水區坡地水土保持改善工程(2)	種植檳榔，邊坡坡度陡峭，未施 設排水系統，沖刷唯一聯外道路	縱向排水L=800mx3，	950	水保局 南投分局
	S4	246276	2665369	眉原溪集水區坡地水土保持改善工程(3)	蕃茄種植-加強區內排水， 1.98ha	區內縱橫向排水L=500m x 250m	400	水保局 南投分局
	S7	244350	2664520	眉原溪集水區坡地水土保持改善工程(4)	野溪下方果園坡面沖蝕，土石堆 積，排水不良	縱、橫向排水L=200m x 400m	500	水保局 南投分局
	S8	244280	2664600	眉原溪集水區坡地水土保持改善工程(5)	坡地邊坡崩塌、水流沖蝕，面積 1.87ha	區內縱橫向排水L=400m x 200m，邊坡擋土牆 L=100m、H=1m	500	水保局 南投分局
	小計							2,650

資料來源：本計畫整理

4-7 生態景觀維護對策

計畫區境內有賽德克族聚落，生態景觀設施應依其特有的習俗、慶典、祭祀與狩獵活動等部落文化與生活方式(詳表4-7-1)，將這些環境資源素材，透過完善的規劃，轉換應用於部落環境設施改善的元素，轉變成發展休閒旅遊良好的介質。

為了營造符合當地特色的社區景觀，透過文獻資料的調查蒐集、現場勘查及居民訪談等方式，發掘計畫區地方自然、人文資源的特色，作為提供後續在生態、景觀等各方面環境設施規劃設計上之參考，藉以確保當地景觀之相容性，並提升部落之自明性。

表 4-7-1 清流溪等集水區環境資源特色彙整表

特色產業	遊憩資源	環境景觀資源	原住民人文歷史
<ul style="list-style-type: none"> ■ 水稻專作區 ■ 賞蝶、賞鳥 ■ 賞梅、採梅 ■ 苧麻編織 ■ 休閒民宿 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 糯米橋 ■ 泰雅渡假村 ■ 北港溪溫泉山莊 ■ 蕙蓀林場 ■ 原住民傳統編織 ■ 餘生紀念館 ■ 自行車步道 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 高山峻嶺 ■ 翠巒幽谷 ■ 鬼斧神工之峭壁、奇岩、湍流 ■ 生態資源豐富 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 泰雅族 ■ 原住民文化特色 ■ 手工藝品 ■ 原住民神靈傳說 ■ 祭典風俗 ■ 霧社事件(川中島的故事)

依據本計畫蒐集之生態資料(2-6節)及現況地形景觀調查，據以規劃計畫區生態景觀維護對策，生態景觀規劃應用如下述：

一、水流與生態機能

一個完整的水流棲地應包含能提供棲息生物生殖、越冬及覓食所需之場所，因此若要瞭解水流之生態機能，則必須先對水流棲地環境進行判定評估，包括水流流況及多樣性歧異度指標等。綜而言之，生態棲地與河川水域之流速、地形及基流量有密切關係，在選擇棲地環境營造時應配合水理分析成果加以審慎評估。

在改善水流生態機能與水道保護措施方面，可朝以下方向進行。

(一)發展多自然型河川並恢復溪流生態環境

計畫區因為上遊人為開發及下游部落拓展導致藍帶過於單調且綠帶遭受破壞，復育多樣性生物棲地其具體方向列述如下：

1.河川棲地的創造

包括河道地形整理、水體的保持與適當水源的供應、野生動物棲

息空間的創造等。

2. 保持河道原有的流路

在未整治之上游河道宜儘量順應原有河道位置進行挖填工程，善用河道彎曲、坡度變化、水域深淺、河床質等元素，創造多元化的河川環境。

3. 河道深潭之維護

深潭環境可形成生態豐富的水域，並於枯水期提供水生生物遮蔽之空間。

(二) 將水域與周邊生態環境結合、串連，建立沿線生態綠網

1. 溪流護岸生態工程

針對水泥護岸及待修整的護岸依區段水文特性之不同採取適當之工法，護岸配合植生成為綠帶之一部份。

在兩岸種植遮陰樹，並配置休閒座椅，形成鄰近民衆休閒散步的地方，帶狀的綠帶形成沿線生態綠網，在未種植植栽之區段應規劃綠化相關工程。

2. 加強河川水路綠帶，可減緩溪流污染情形。

3. 加強上游耕地間雜林帶，做為生物過境旅館。

4. 建立層級化土地利用模式與管理機制

藉由河川土地使用分級分區原則之訂定，規劃河川周圍環境之發展，使自然環境與人為利用的發展得以相輔相成。

依據本計畫區特性及各管理權責單位，可概分為社區部落、山坡地及林班地三部分，本計畫係針對上游山坡地做治理規劃，惟基於整體治理之考量，調查治理項目涵蓋全計畫區，後續治理工程除水土保持局範圍外，其餘部分則建議權責單位持續辦理，以收整體治理之效。規劃之分級分區管理機制如表4-7-2。

表 4-7-2 清流溪等集水區層級化管理機制表

區位	社區部落	山坡地	林班地
權責單位	南投縣政府、水利署、仁愛鄉公所、水保局	水保局	林務局
權責範圍	河川界點以下、風景區	河川界點以上、林班地以下	林班地以上
劃分	都市計畫、區域計畫、非都市土地使用分區	宜農牧地、宜林地、加強保育地	林班地
管理依據	1. 建築法及建築技術規則 2. 都市計畫體系的法令依據為「都市計畫法」及其施行細則 3. 區域計畫體系之法令依據為「區域計畫法」及其施行細則，並有「非都市土地使用管制規則」及「非都市土地開發審議規範」 4. 原住民族基本法	1. 「水土保持法」及其施行細則 2. 「山坡地保育利用條例」及其施行細則 3. 「山坡地可利用限度分類標準」 4. 「環境影響評估法」 5. 「山坡地重大開發利用行為環境影響評估範圍及作業準則」 6. 「山坡地開發建築環境影響評估審查作業要點」 7. 「加強山坡地推行水土保持要點」 8. 農業用地興建農舍辦法	森林法

註：本計畫整理

二、生態環境復育(棲地改善)

過去臺灣地區之水利工程建設皆以防災及水資源開發為目標，甚少同時注意溪流生態保育，以致嚴重破壞溪流生物之棲息地，危害自然生態之平衡，更甚者導致臺灣許多特有生物瀕臨滅絕之危機；近年來由於生態保育意識逐漸擡頭，溪流生態環境保育及復育等問題已被視為生態之重要課題，因此基於復育生態環境之理念，建議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，建置魚類覓食、棲息及避難的空間，創造富自然性的溪流。目前擬定的處理方式如下所述：

(一)生態環境復育原則

1. 多樣化之棲地環境

溪流應儘量保有多樣棲地環境，如深潭、淺灘交互變化等；人工渠道使生物棲地環境單一化，物種及數量無法發展，因此建議可於適當河段(無溢堤之虞者)，營造棲地環境。

據現場調查可知，計畫區河道土砂、塊石堆積，且中上游僅部分河段施設護岸或舊有護岸沖損嚴重，可利用現地塊石堆砌兩岸防止河岸持續沖蝕，並利用不同塊石堆砌方法創造河道多樣性環境。

2. 維護生態系

除了水域生態之外，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。建議施作生態棲地改善設施前，應做生態調查計畫，以符合所需。

4. 區位選定

本計畫建議集水區內棲地改善區段為「眉原溪清流橋上、下游區段」，位置詳圖4-7-1所示，擇定規劃因素敘述如下：

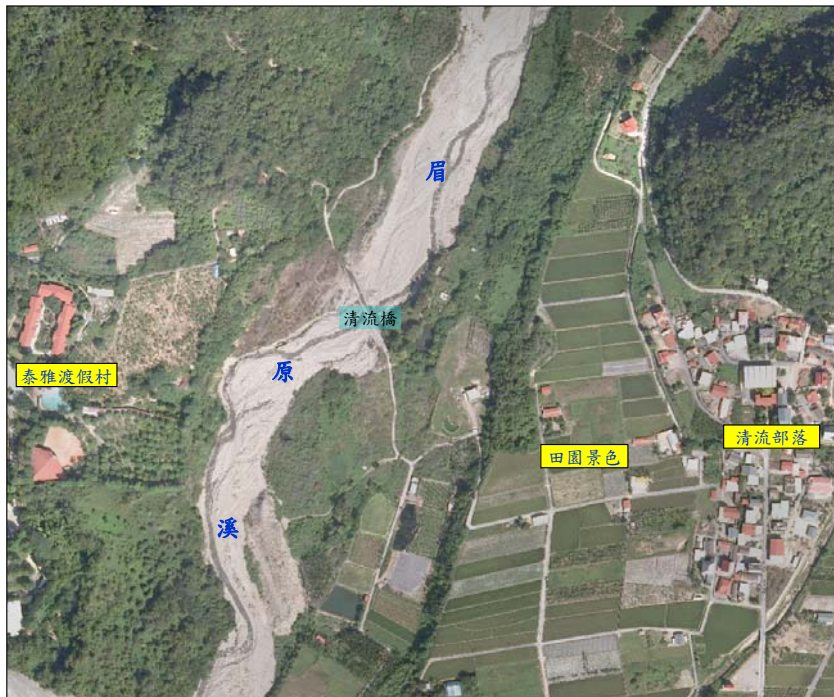


圖 4-7-1 清流溪等集水區棲地改善區段圖

根據行政院農業委員會特有生物保育中心辦理南投區域生物資源調查資料等相關資料並參考中興大學惠孫林場生態研究報告，顯示計畫區內區域性動植物資源豐富，如台灣獼猴、赤腹松鼠、白頭翁、松雀鷹及台灣藍鵲等，均為活躍於區域內之生態資源，另水域生態則以明潭吻蝦虎及台灣粗首蠟為主，另河川堆積作用明顯，在河中的淺流石塊中，就成為水生動物最佳的棲身場所。在眉原溪清流橋上下游區段擁有各類型的水流環境，加上現勘後發現此河段為常流水並鄰近清流部落田園景色及泰雅渡假村，因此適合河段整治作為棲地改善區段。

(二)棲地改善及復育步驟

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。

三、既有構造物改善

計畫區清流溪(南投A022)歷年來整治工程多以防砂、整流為目的，以致於施設之防砂壩、固床工常阻礙魚群之迴游行為，造成魚種單一化及數量減少之後果，為此有必要針對橫向構造物加以改善，針對流速較慢且河道卵礫石粒徑較小河段，如棲地改善區段可將既設潛壩(或跌水工)予以緩坡化，如圖4-7-2所示，或增設斜坡式拋石固床工。

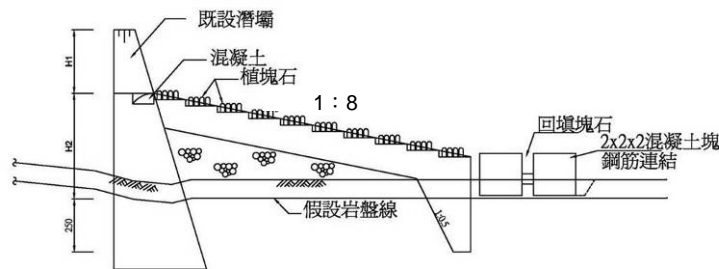


圖 4-7-2 既設潛壩(或跌水工)改善示意圖

四、現有護岸綠美化

區內眉原溪護岸目前多以RC護岸施設，然上游部分河段因自然植生復育，不但在景觀視覺上有很好的效果，對水域生態而言亦有正面助益，整體而言，依據目前計畫區內護岸型式，若欲達到兼具美觀及生態的功能，最快速且工程經費最低廉之作法，即針對既有混凝土護岸進行綠美化措施，建議以開花性懸垂性植栽柔化既設護岸，減少混凝土護岸之視覺影響程度。

五、植栽計畫

計畫區內具有豐富之植物資源，植物族群之種類與數量均甚為豐富，為延續此種優勢建議對於基地內現有之人為破壞區域之植被進行修補，減少土砂災害發生之機會；並增加當地蝶類之食草、蜜源及鳥餌植物數量，進而增加蝶類、鳥類族群之數量、種類，藉以達成生態觀察之目的。

本計畫之植栽選種建議訂定原則(詳表4-7-3)，除優先考量利用當地現有之原生樹種外，尚須配合各使用分區之特質，依其所需之植栽功能，如：樹形、色彩、開花季節，樹冠高低...等條件加以考量，並選擇以較易於維護管理之植栽種類為主，以減少維護管理人力，提升環境品質。

表 4-7-3 植栽選種建議原則表

機能	目的	適用場所	建議樹種
觀賞 植栽	<ul style="list-style-type: none"> 環境美化 豐富道路景觀觀 加強區段意象 	<ul style="list-style-type: none"> 步道兩側 休憩點 親水區 休閒區 	喬木：油桐、白雞油、苦楝、柳樹 灌木：番茉莉、春不老、朱槿、馬纓丹、灰木、黃梔花 草本：射幹、小蚌蘭、裂葉美女櫻、天人菊、野薑花、黃花波斯菊、紫花霍香薊。
綠蔭 植栽	<ul style="list-style-type: none"> 休憩遊憩 	<ul style="list-style-type: none"> 護岸兩側 休憩點 	喬木：油桐、苦楝、楓香 蔓藤：軟枝黃蟬、炮仗花、鄧伯花
耐旱 植栽	<ul style="list-style-type: none"> 增加環境適應能力 減低管理成本 	<ul style="list-style-type: none"> 道路邊坡 	喬木：刺桐、九芎、血桐 灌木：朱槿、黃花波斯菊、黃荊、馬纓丹 草本：虎尾蘭、天人菊、紫花藿香薊、大花咸豐草、馬鞍藤
誘鳥誘蝶	<ul style="list-style-type: none"> 生態教育 	<ul style="list-style-type: none"> 親水、休閒區 	灌木：長穗木、馬纓丹、朱槿、番茉莉、山黃梔
水生 植物	<ul style="list-style-type: none"> 生態教育 池岸美化 	<ul style="list-style-type: none"> 親水區 河岸綠地 	草本：臺灣萍蓬草、香蒲、睡蓮、水金英、布袋蓮、荷花、輪傘莎草、野薑花、菇婆芋、鳶尾

註：本計畫整理

六、生態維護

以推動河川環境生態教育為目標，結合鄰近社區保育團體、學校及民間公益團體等，針對河川生態包含動植物生態、水域水文教育、環境科學等，推動民衆教育活動，帶動一般民衆對河川生態產生興趣與瞭解，成為當地的鄉土教材之一。

此外，應以凝聚社區意識，讓當地人瞭解生態系統對當地之經濟發展有正面之幫助，自然會避免不當開發影響水質。這部分，本計畫建議以整治示範河段附近之學校參與相關活動，從小朋友做起，進而影響當地之一般民衆及遊客。

七、生態景觀維護改善對策推動願景

計畫區生態景觀維護改善係可配合計畫區整體規劃治理工程循序漸進實施，因計畫區主流眉原溪土石淤積問題嚴重，需先於上游區位施設防砂工程攔蓄砂石防止河道大量土石下移，配合沿岸必要保全構造物施設，以期降低計畫區內重大土砂及洪水災害發生，再配合生態景觀改善工程進行，將其上述改善對策融入後續治理工程，以達到計畫區生態、生活及生產共榮目的；建議集水區內生態景觀改善推動「眉原溪清流橋上、下游區段」平面配置願景如圖4-7-3所示。



圖 4-7-3 清流溪等集水區清流橋上、下游生態景觀改善平面配置願景圖

4-8 集水區數位影像資料庫

依工作項目內容要求，將集水區內數位影像資料建立完整之資料庫，以利勘查人員進行災害勘查、施工管理與專案效益之參考，對集水區做有效與完整之探討與管理。本計畫之資料庫建置包括補正及更新維護，將透過本計畫之實地現場調查及現有資料分析，建立一可供地理資訊系統使用之資料庫，並可隨時予以更新或擴充資料之地理資訊系統，作為各項治理開發與管理之參考判釋依據。

4-8-1 地理資訊系統

本計畫所調查與蒐集之集水區基本資料及成果，將可利用於地理資訊系統(GIS)及相關技術建置資料庫，以提供作為後續整治工程規劃等相關業務之應用。水土保持局南投分局在訂定決策時需要對決策對象有全盤性的瞭解與掌握，利用計畫區數位影像資料庫建置執行各項業務為根據，不但資料可以獲得完整保存，還可以更進一步作為後續集水區治理計畫執行參考。

4-8-2 基本圖層系統建置流程及內容

一、基本圖層建置流程

本計畫對於建置資料庫之架構以彈性化與實用化為主要考量，通盤考慮資料之運用與使用者需求。影像圖形資料之顯示以主題圖之方式表現，主題圖之圖形均以同一座標系統建置，方便使用者之需求任意開啟，以瞭解集水區內之現況。本資料庫之建置完成後，可有效增加決策者資訊。資料庫建立流程如圖4-8-1所示。

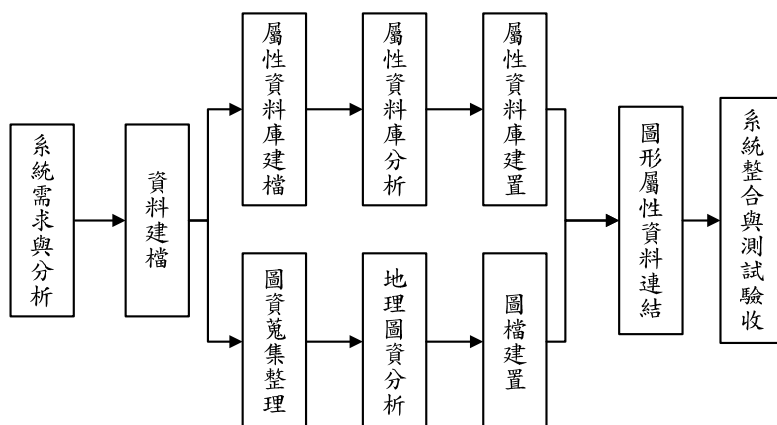


圖 4-8-1 資料庫建立流程示意圖

二、基本圖層系統建置內容

本計畫建置之GIS資料庫分成四大類，包括：計畫區基本資料庫、計畫區環境資料庫、氣象水文及災害資料，本計畫資料庫建置之基本架構如圖4-8-2所示，各項圖籍資料建立分述於後：

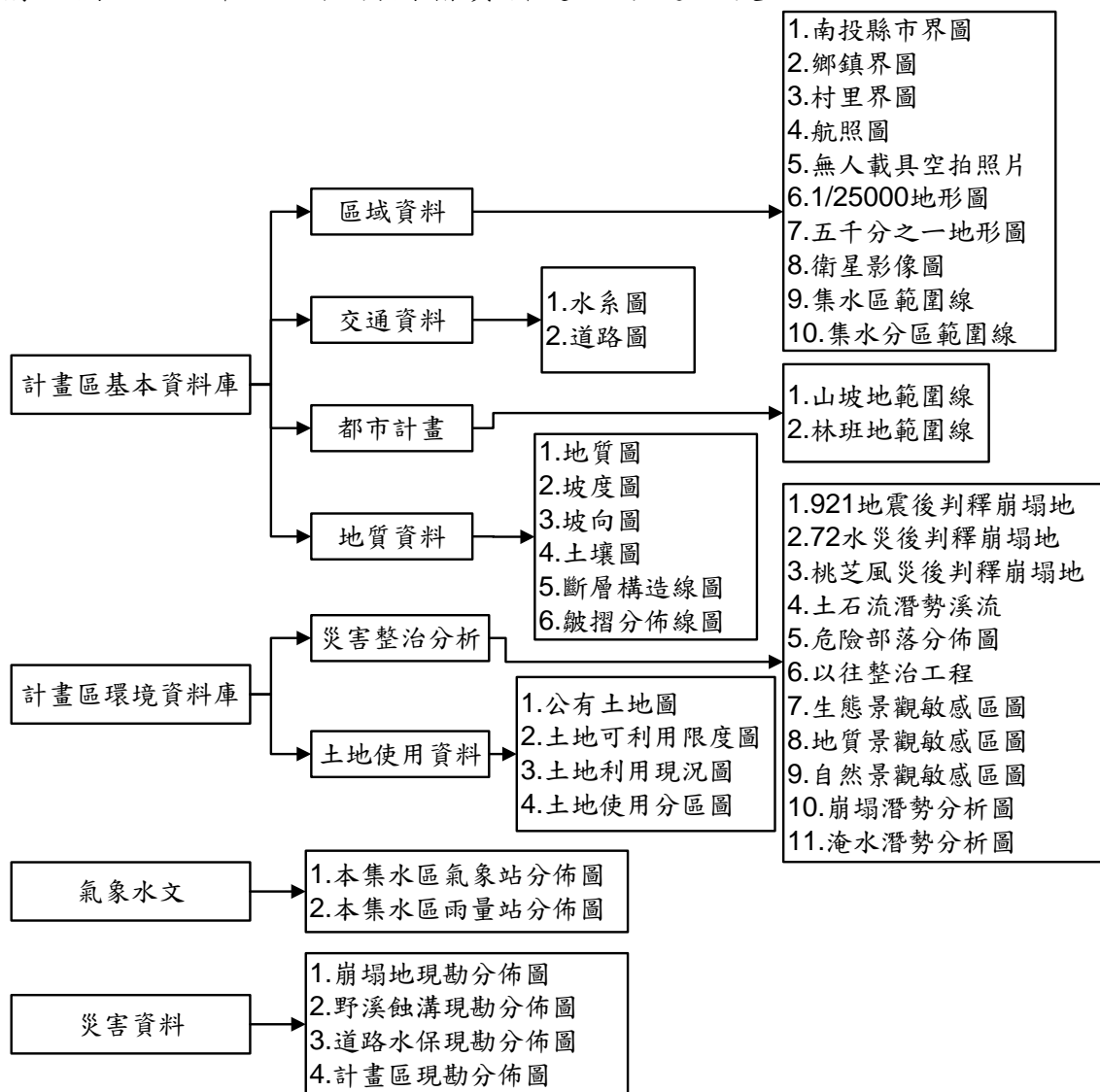


圖 4-8-2 清流溪等集水區資料庫建置基本架構圖

(一)資料格式

本計畫將建立之資料庫可與現有之GIS軟體—ArcView或ArcGIS相容之圖檔格式，即Shape File格式建立。

(二)蒐集及建立之資料如下：

1.計畫區基本資料庫

計畫區基本資料庫，彙整建置成果如表4-8-1所示，其中包括：區

域資料、交通系統資料、都市計畫資料及地質資料。區域資料主要用於瞭解集水區內之各項特性，可用以提供人文分析等計畫所需資料，本項目包含有縣市界、鄉鎮界、村里界、航照圖、無人載具空拍照片、集水區範圍線圖及五千分之一索引圖等相關資料。交通系統資料主要記錄集水區內之交通系統分佈情況，包含有計畫區內國道、省道、一般道路等。都市計畫資料包括：山坡地籍圖及林班圖。而地質資料記錄本集水區內空間資訊與屬性資料，讓使用者可以查詢土地現況資料及地質構造線等分佈狀況，包含地質、土壤、斷層構造線、褶皺分佈線等。

表 4-8-1 清流溪等集水區基本資料建置成果表

資料類別	主題圖	資料格式	內容
區域資料	南投縣市界圖	.shp	南投地區縣市界
	鄉鎮界圖	.shp	南投縣各鄉鎮
	村里界圖	.shp	互助村里範圍
	航照圖	.tif	清流溪集水區航照圖
	無人載具空拍照片	.jpg	主流及災損照片
	二萬五千分之一地形圖	.shp	清流溪集水區地形圖
	五千分之一地形圖	.shp	
	集水區範圍線	.shp	清流溪集水區範圍線
交通系統資料	水系圖	.shp	計畫區內水系
	道路圖	.shp	道路分佈
都市計畫資料	山坡地範圍	.shp	
	林班地範圍	.shp	
地質資料	地質圖	.shp	區域地質圖
	坡度圖	.shp	計畫區坡度圖
	坡向圖	.shp	計畫區坡向圖
	土壤圖	.shp	土壤分佈圖
	斷層構造線圖	.shp	斷層構造線
	褶皺分佈線圖	.shp	褶皺構造線

2. 計畫區環境資料庫

環境資料庫，彙整建置成果如表4-8-2所示，包含災害整治分析及土地使用資料。災害整治分析包括九二一地震後崩塌地、七二水災後崩塌地、桃芝風災後崩塌地、土石流、土石流潛勢溪流、危險部落、水保局歷年整治工程、崩塌及易淹水潛勢分析等。土地使用資料可讓使用者瞭解土地分區現況，可提供分析、規劃等計畫所需資料，包括公有土地圖、土地可利用限度圖、土地利用現況及非都市使用分區等分佈狀況。

表 4-8-2 清流溪等集水區環境資料庫建置成果表

資料類別	主題圖	資料格式	內容
災害整治分析	921地震後判識崩塌地	.shp	921地震後集水區內崩塌地分佈圖
	72水災後判識崩塌地	.shp	72水災後集水區內崩塌地分佈圖
	桃芝風災後判識崩塌地	.shp	桃芝風災後集水區內崩塌地分佈圖
	土石流潛勢溪流	.shp	計畫區土石流潛勢溪流
	危險部落分佈圖	.shp	土石流危險部落圖
	以往整治工程	.shp	水保局歷年整治工程
	生態景觀敏感區	.shp	生態景觀敏感區
	地質景觀敏感區	.shp	地質災害敏感區
	自然景觀敏感區	.shp	自然景觀敏感區
	崩塌潛勢分析圖	.shp .jpg	崩塌潛勢分析
淹水潛勢分析圖	.shp	淹水潛勢分析	
土地使用資料	公有土地圖	.shp	公有土地範圍
	土地可利用限度圖	.shp	土地可利用限度範圍
	土地利用現況圖	.shp	現況土地利用
	土地使用分區圖	.shp	土地使用分區

3. 氣象水文

氣象水文資料彙整集水區內相關氣候資料，彙整建置成果如表 4-8-3 所示，包括氣象站分佈、雨量站分佈及集水區內年度氣象資料，讓使用者可以查詢當地氣溫、相對濕度及氣壓，以進一步針對所需進行分析。

表 4-8-3 清流溪等集水區氣象水文資料建置成果表

資料類別	主題圖	資料格式	內容
氣象水文	氣象站分佈圖	.shp	集水區內氣象站分佈
	雨量站分佈圖	.shp	集水區內雨量站分佈

4. 災害資料

本項目包含本計畫實地現勘之所有資料，詳表 4-8-4，包括崩塌地現勘資料、野溪蝕溝現勘資料、道路水土保持現勘資料及計畫區周邊現勘資料。讓使用者瞭解集水區內各災害之情況描述及分佈點位，進而針對破壞機制及破壞範圍進一步分析，以獲得治理優先順序。

表 4-8-4 清流溪等集水區災害資料建置成果表

資料類別	主題圖	資料格式	內容
災害資料	崩塌地現勘分佈圖	.shp	本計畫崩塌地現勘分佈圖
	野溪蝕溝現勘分佈圖	.shp	本計畫野溪蝕溝現勘分佈圖
	道路水保現勘分佈圖	.shp	本計畫道路水保現勘分佈圖
	計畫區周邊現勘分佈圖	.shp	本計畫區周邊現勘分佈圖

4-8-3 易淹水潛勢及土砂災害潛勢部落防災地圖

一、本計畫配合集水區淹水潛勢及崩塌潛勢分析結合評估計畫區內易淹水及土砂災害部落防災，如下所述：

(一)易淹水潛勢及崩塌潛勢分析

本計畫區經分析淹水區位主要為1.上游野溪匯流口處2.西寶橋3.清流橋4.眉原溪與北港溪匯流口；崩塌潛勢分析中、高崩塌潛勢區位，主要分佈於眉原溪主流集水分區兩岸人為開發道路及坡地區，如圖4-8-3所示。

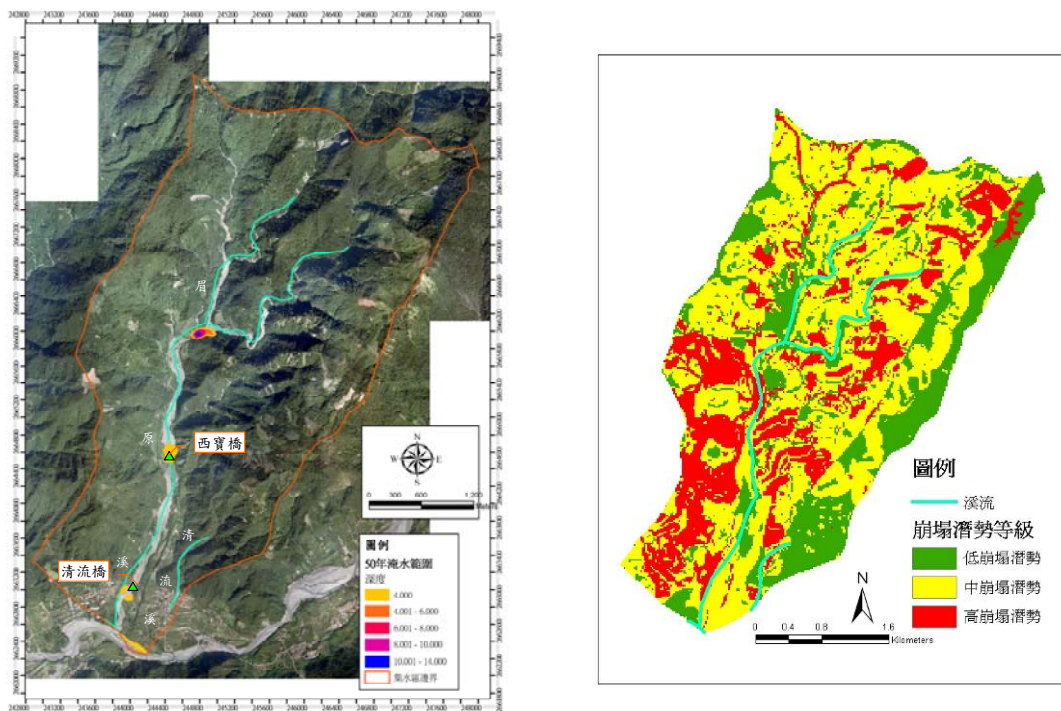


圖 4-8-3 清流溪等集水區易淹水潛勢及崩塌潛勢分析圖

(二)結合計畫區淹水潛勢及崩塌潛勢分析評估敏感區位

初步套疊分析上述淹水潛勢及崩塌潛勢分析並參考最新期航空攝影及無人載具空拍照片，劃分計畫區內易致災區位，如圖4-8-4所示，其評估劃分區位為計畫區內地質脆弱、地形不良或人為開發嚴重區位，

易因小量外力擾動造成災害發生，應減少人為開發或加強水土保持施設。

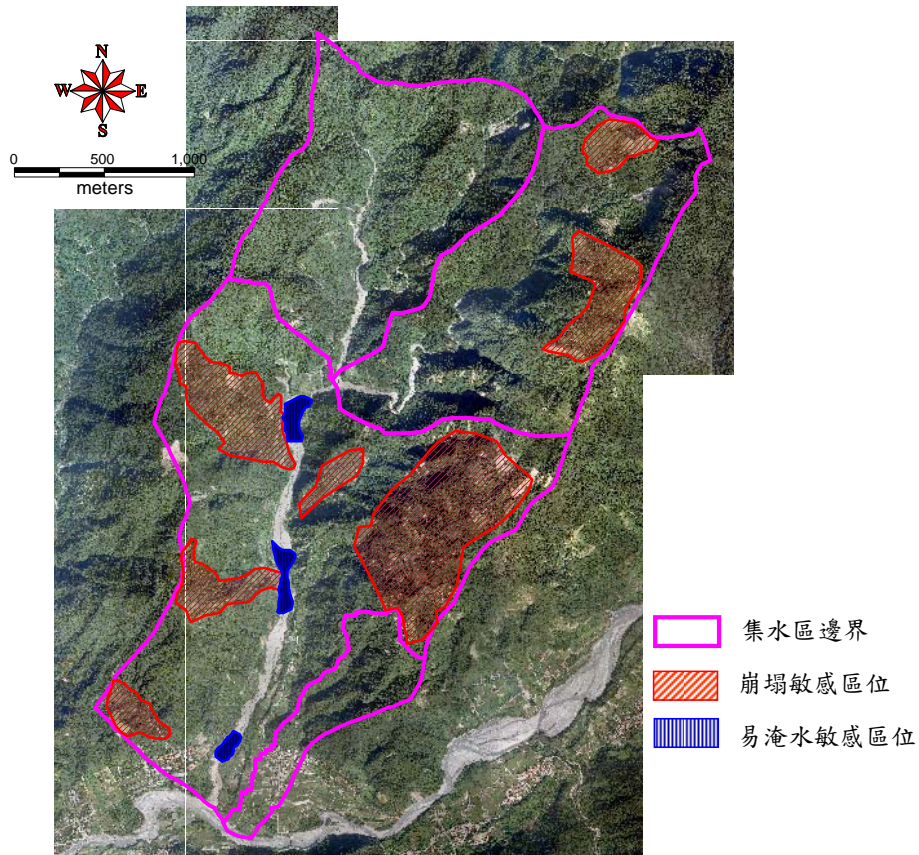


圖 4-8-4 清流溪等集水區易淹水及崩塌敏感區位圖

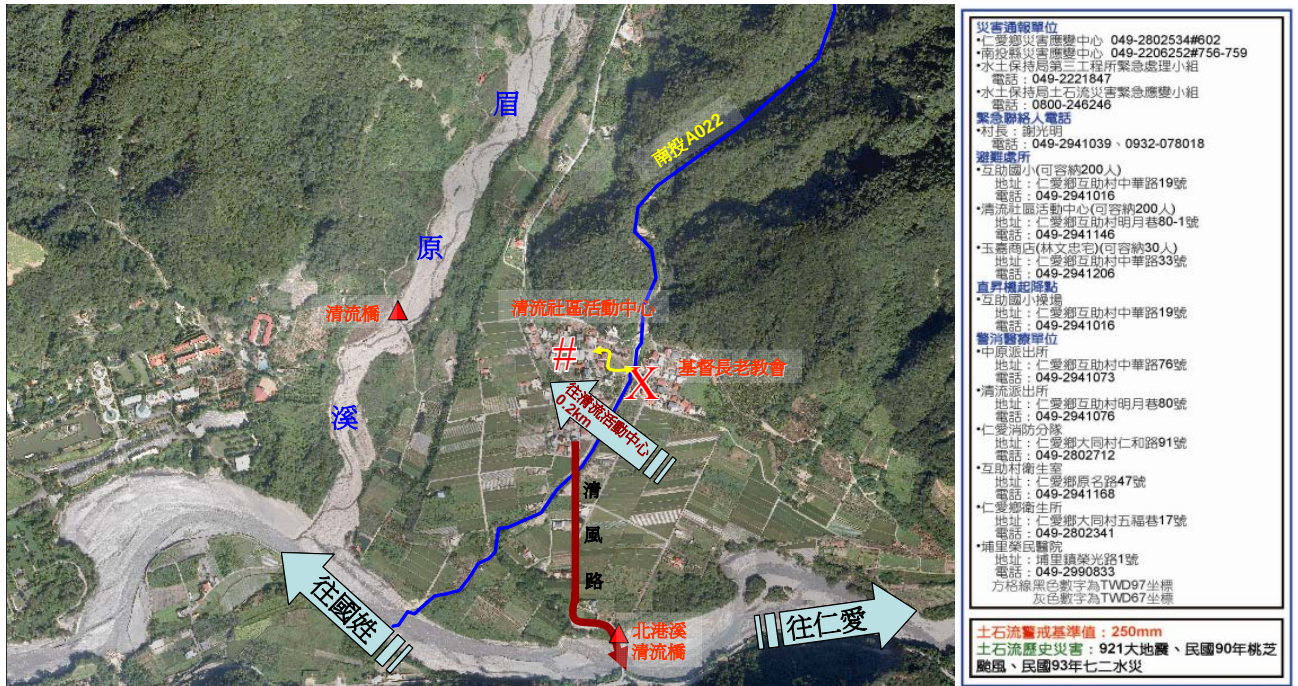


圖 4-8-5 清流溪等集水區部落防災避難路線

二、並針對部落安全研擬維護計畫及管理措施，包括下列項目：

(一)危險區監測規劃

溪流易淹及山坡地崩塌敏感災害區位結合山坡地管理-查報取締管理系統，分層辦理定期巡查減少不當人為開發，降低致災因素並提早發現災害發生。

(二)防災專員規劃

為強化清流社區之自主防災能力，結合地方意見領袖、睦鄰救援隊、互助村村長、村里幹事、水土保持義工及清流社區發展協會等人力，擇重點防災地區組訓人力成立「土石流防災專員」，由在地人進行社區防災，協助政府觀測雨量，掌握山區雨量變化，並協助南投縣政府進行災情通報與疏散民眾等工作。計畫區規劃委任蔡木盛先生(水保局培訓土石流防災專員)為防災專員協助社區居民認識環境、防災意識、社區動員、防災整備，提升社區自主防災能力。

(三)疏散避難計畫

以互助村為規劃單元，依據地方特性與土石流潛勢溪流調查成果，規劃在地民眾之疏散路線及避難處所，其規劃原則如下：

1.疏散路線方面

- (1)颱風豪雨期間，避免穿越潛勢溪流
- (2)盡量利用現有道路
- (3)不經過危險路段、陡坡區
- (4)不沿著溪床或溪谷方向疏散

2.避難處所方面

- (1)土石流潛勢溪流區與避難處所距離不可過長，步行以不超過30分鐘內為宜
- (2)避難處所之空間需能維持潛勢地區居民日常生活作息
- (3)不能位於可能崩塌之潛在危險地區
- (4)不能位於危險孤立的腹地（易淹水及不易與外界聯絡之區域）與外界需有安全的通路

計畫區內南投A022土石流，其下游即為互助村清流部落、投80線及清流檢查哨為計畫區內人口密集區及主要保全對象，因此應加強災害警報、預報系統及避難路線之規劃，計畫區曾於民國92年5月29日辦理大型土石流防災演練，防災演練推動程序可使社區居民認識環境、防災意識、社區動員、防災整備，提昇社區自主防災能力、加速環境復育，另參考南投縣仁愛鄉互助村土石流防災地圖，規劃計畫區內部落防災避難地圖，詳圖4-8-5。

(四)民眾教育及宣導

- 1.提高警覺，主動疏散避難
- 2.配合撤離，強制疏散
- 3.參與土石流防災專員培訓
- 4.積極參與土石流防災宣導與疏散避難演練
- 5.熟悉避難路線與避難地點
- 6.熟悉緊急聯絡人通報系統
- 7.參與社區與居民自救隊之組

