行政院農業委員會
水土保持局
與您一起打拼

行政院農業委員會水土保持局
南投市中興新村光華路 6 號
http://www.swcb.gov.tw

土石流特定水土保持區長期水土保持計畫工作手冊

行政院農業委員會水土保持局

土石流特定水土保持區
長期水土保持計畫工作手冊



行政院農業委員會水土保持局　編印
中華民國一〇五年十一月

總目錄

總目錄..... I
圖目錄..... II
表目錄..... III
總說明..... 1
格式內容..... 5
第一章 劃定類別及目的..... 7
第二章 劃定位置、範圍及面積..... 8
第三章 土地利用現況..... 9
第四章 環境現況基本資料..... 11
第五章 現地調查..... 15
第六章 水文環境分析..... 20
第七章 水土保持問題及需要性分析..... 30
第八章 水土保持整體規劃配置..... 36
第九章 致災風險管理(非工程措施)..... 40
第十章 分期分區處理計畫..... 43
第十一章 管制事項..... 52
第十二章 特別說明事項..... 56
第十三章 經費及來源..... 57

圖目錄

圖說明 3-1 長期水土保持計畫作業流程圖 2
圖 6-1 修正三角形單位歷線圖 21
圖 8-1 特定水土保持區標示牌位置說明表格 37
圖 8-2 特定水土保持區標示牌範例 38

表目錄

表 3-1 土地利用現況調查統計表 10
表 4-1 公有土地面積及其管理機關一覽表 13
表 4-2 以往災害及治理成果彙整表 14
表 5-1 崩塌地調查表 16
表 5-2 蝕溝調查表 16
表 5-3 土石流潛勢溪流調現況查表 17
表 5-4 道路現況調查表 18
表 5-5 橋樑現況調查表 19
表 6-1 合理化公式水文分析成果表 22
表 6-2 曼寧粗糙係數n值之參考公式 23
表 6-3 控制點斷面通洪能力演算成果表(曼寧阻力公式) 25
表 6-4 土石流設計粒徑修正係數建議值表 27
表 6-5 土石流水理與斷面橋涵演算成果表 28
表 6-6 土石流土砂流出量迴歸公式表 29
表 7-1 水土保持問題統整與治理對策表 32
表 7-2 土石流潛勢溪流各區段工程規劃參考表 33
表 7-3 土石流防治對策一覽表 33
表 10-1 分期分區水土保持處理與維護一覽表 45
表 10-2 直接效益評估時機一覽表 48
表 10-3 直接效益與間接效益計量方式一覽表 49
表 13-1 擬辦措施經費彙整總表 58

總說明

說明 1 目的

本工作手冊編定之目的，係為各管理機關辦理土石流特定水土保持區長期水土保持計畫時，提供可資參採之相關內容、方法及報告撰寫格式，期能確實落實計畫之目的及功能。

《說明》：

本工作手冊乃依據民國 93 年水土保持法第 18 條及其施行細則第 20 條規定，並參考水土保持局於 95 年所完成「土石流特定水土保持區長期水土保持計畫治理效益評估與應用」之成果，進行土石流特定水土保持區長期水土保持計畫工作手冊之編定，具體說明計畫內容呈現方式與作法要點，以整治維護土石流特定水土保持區，達到消除環境不利因子與減低環境致災風險之目的。

說明 2 適用範圍

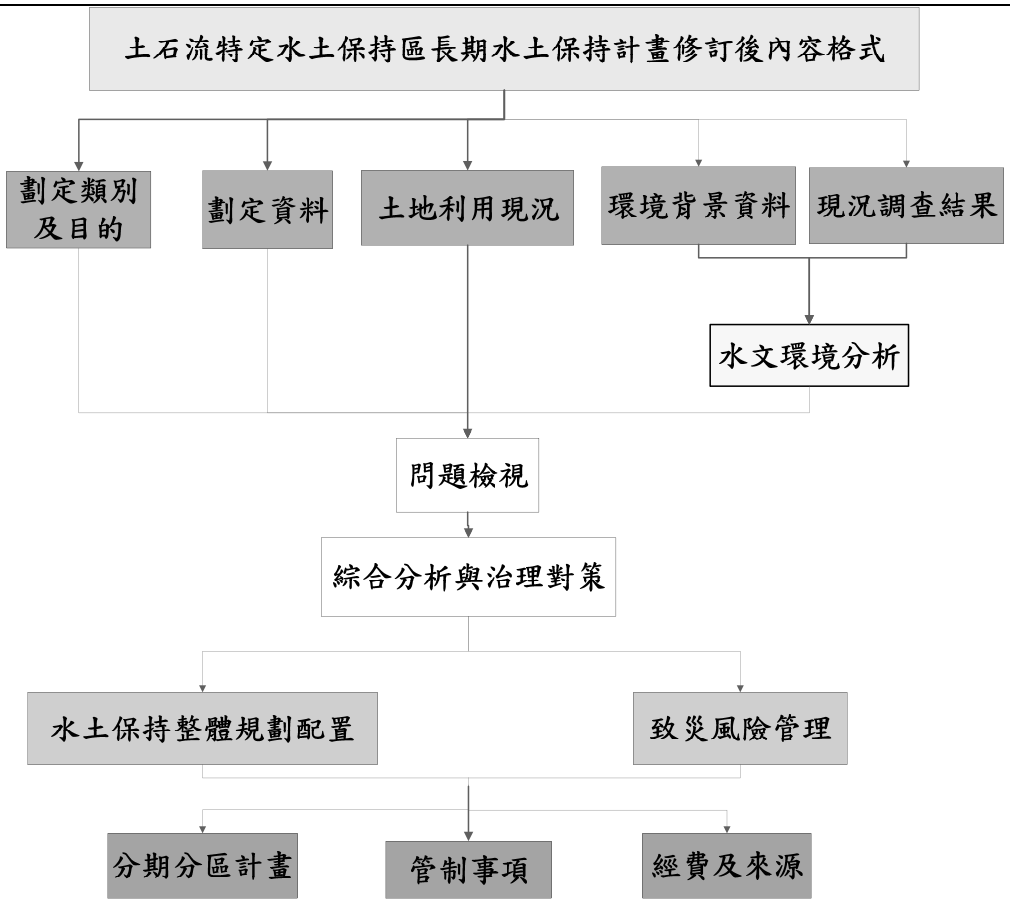
本工作手冊適用範圍為『水土保持法第 16 條第 1 項第 6 款』所規定者。

《說明》：

水土保持法第 16 條第 1 項第 6 款規定：對水土保育有嚴重影響者應劃定為特定水土保持區，並依據特定水土保持區劃定與廢止法則第 3 條第 1 項第 6 款第 3 目土石流危險區之定義為溪床坡度在百分之三十以上，且其上游集水區面積在十公頃以上者，為本工作手冊所適用之對象。

說明 3 作業流程

土石流特定水土保持區長期水土保持計畫之作業流程如下圖所示。



圖說明 3-1 長期水土保持計畫作業流程圖

說明 4 報告目錄

土石流特定水土保持區長期水土保持計畫目錄如下所示：

第一章 劃定類別及目的

1-1 劃定類別

1-2 公告文號

1-3 劃定目的

1-4 保全對象位置及規模

第二章 劃定位置、範圍及面積

2-1 劃定位置

2-2 劃定範圍及面積

2-3 特定水土保持區基本資料

第三章 土地利用現況

3-1 林班地使用狀況

3-2 山坡地使用狀況

3-3 土地利用現況

第四章 環境現況基本資料

4-1 環境地質

4-2 土壤

4-3 生態

4-4 氣象水文

4-5 土地權屬及其管理機關

4-6 以往災害及治理成果

第五章 現地調查

5-1 崩塌裸露地及蝕溝

5-2 土石流潛勢溪流

5-3 道路(橋涵)水土保持

5-4 非農業使用

5-5 安全排水

5-6 保全對象

第六章 水文環境分析

6-1 水文分析

6-2 水理分析

6-3 設計土砂量推估

第七章 水土保持問題及需要性分析

7-1 問題檢視

7-2 綜合分析與治理對策

第八章 水土保持整體規劃配置

8-1 處理規劃原則

8-2 規劃內容

8-3 治理成效檢核

第九章 致災風險管理

第十章 分期分區處理計畫

10-1 分期分區處理原則

10-2 預期效益

第十一章 管制事項

11-1 管制原則

11-2 管制區域

11-3 管制方法

11-4 管制時程

第十二章 特別說明事項

12-1 特殊與綜合工法說明

12-2 特別注意事項

第十三章 經費及來源

格式內容

壹、格式：

一、長期水土保持計畫應包括封面、內頁、目錄、計畫內容、附圖等，依序裝訂成冊。相關資料、文件、數據等得以附錄形式製作。

二、紙張規格為二十一公分×二十九．二公分（A4），圖、表需折疊者亦同（另冊附圖不在此限），文字部分以打字方式撰寫。

三、前二款之文字、圖、表、頁之字體須清晰且間距分明。

貳、封面

封面以橫式由左至右書寫下列資料：

一、長期水土保持計畫名稱：

二、管理機關：

三、承辦技師姓名：（不需技師簽證者，免填）

執業機構：

電話：

四、製作年月日。

參、內頁

內頁以橫式由左至右書寫下列資料：

一、長期水土保持計畫名稱：

二、管理機關：

代表人：

電話：

傳真：

三、承辦技師姓名：

執業機構：

電話：

住、居所：

電話：

傳真：

技師執業執照證書字號：

技師執業圖記及簽名：

當地省（市）技師公會會員證字號：（附執業執照及當地省（市）技師公會會員證影本）

四、其他專業技師：

執業機構：

電話：

住、居所：

電話：

傳真：

技師執業執照證書字號：

技師執業圖記及簽名：

當地省（市）技師公會會員證字號：（附執業執照及當地省（市）技師公會會員證影本）

五、製作年月日

第一章 劃定類別及目的

敘明特定水土保持區之劃定類別(包含劃定名稱、劃定依據與類別)、公告文號、劃定目的、保全對象位置與規模。

《說明》

1-1 劃定類別

說明特定水土保持區之劃定名稱、劃定法源依據，並描述符合法源之實際情形，以接續說明由法源依據劃定類別。

1-2 公告文號

說明公告時間(年月日)與文號。

1-3 劃定目的

說明依「水土保持法」第 18 條及「水土保持施行細則」第 20 條規定擬定長期水土保持計畫，並參照該公告特定水土保持區劃定計畫內容說明劃定之緣由與目的。

1-4 保全對象位置及規模

說明土石流特定水土保持區內保全對象與住戶之地點或相對地理位置，並盡可能說明保護規模尺度，如保全對象住戶數量和地址、保護人口數、公共設施之數量種類及名勝古蹟之位置等。應使用地形圖或像片基本圖詳細明確表示其地理位置，其比例尺不小於 1/10,000 為原則。

第二章 劃定位置、範圍及面積

說明特定水土保持區劃定位置、範圍與面積及特定水土保持區基本資料。

《說明》

2-1 劃定位置

說明特定水土保持區之地理位置，以劃定區之行政區域表示，需說明所處縣市與鄉鎮區位。如有跨越兩個縣市或直轄市以上者，必須說明清楚。圖示部分使用地形圖或像片基本圖，以能詳細明確表示其地理位置，比例尺不小於 1/50,000 為原則。

2-2 劃定範圍與面積

說明土石流特定水土保持區劃定範圍及面積大小，並配合地籍圖或林班基本圖表示，比例尺不小於 1/6,000 為原則；表示面積單位為公頃。

2-3 特定水土保持區基本資料

應包含該土石流潛勢溪流之名稱、潛勢度、溪流長度、溪床平均坡度，集水區之平均坡度、總集水面積、有效集水面積與溪床坡度百分之三十以上之集水面積等資料。

第三章 土地利用現況

以土地利用分布圖配合現地調查結果，說明特定水土保持區內土地利用情形。

《說明》

3-1 林班地使用狀況

說明集水區內林班地管理單位，以及林班地分布面積、林班地面積所佔百分比。亦需陳述林班地之海拔高度、屬於熱帶或亞熱帶林，現地調查特定水土保持區內林班地之多數林種，檢視是否有違規開發情形，以林班分布圖(比例尺不小於二萬五千分之一)表示其分布範圍。

3-2 山坡地使用狀況

利用土地可利用限度分布圖調查特定區內山坡地之使用現況，如表 3-1 所示。同時，檢視劃定區山坡地是否有超限利用情形，若有違規使用情形，則應說明違規使用之位置、其可利用分類、面積與違規情形，並補充說明地號與權屬。

3-3 土地利用現況

依現地調查特定水土保持區內土地利用現況，並繪出土地利用現況調查圖，其比例尺不小於 1/10,000 為原則。

表 3-1 土地利用現況調查統計表

	劃定別	調查狀況	面積(公頃)	面積百分比(%)	建議處理方式
林班地		造林植生覆蓋良好			
		崩塌裸露地			
		其他(違規使用)			
一般山坡地	宜農牧地	造林植生覆蓋良好			
		崩塌裸露地			
		農耕使用(有水土保持處理)			
		農耕使用(無水土保持處理)			
		其他(建物)			
	宜林地	造林植生覆蓋良好			
		崩塌裸露地			
		農耕使用(超限利用)			
		其他			
	加強保育地	造林植生覆蓋良好			
		崩塌裸露地			
		農耕使用(超限利用)			
		其他			
	不屬查定範圍	建地			
		道路			
		河川用地			
		暫未編定			
合計					

第四章 環境現況基本資料

說明土石流特定水土保持區內之各項環境基礎背景資料，以深入瞭解特定水土保持區之環境特性。

《說明》

4-1 環境地質

引用中央地質調查所之地質圖及內政部營建署地質資料庫，尤其是崩塌等坡地災害應採用近年之地質資料為佳。資料不足者，可用航照、衛星影像或相片基本圖和現地調查方式補充。說明劃定區內地質之名稱與特性，包含節理、岩性及地層構造等。以環境地質圖(比例尺五千分之一至五萬分之一)標明地層類別、特殊地質現象、崩塌及災害區域等分布狀況，必需說明特殊地質現象、崩塌及災害區之地質特性，有助於了解土石料源的提供能力與狀況。

4-2 土壤

以農委會水土保持局之土壤分布圖(比例尺不小於二萬五千分之一)展示，含土壤分類、分布、深度及其性質等，並且統計成土壤分布表，至少必需呈現土壤種類分布面積與百分比，並可進一步顯示土壤有機質(%)、土壤深度(cm)、表土厚度(cm)以及 pH 值等。

4-3 生態

以資料蒐集為主，其內容至少包含以下兩項：

一、瀕臨絕種動植物或保育類動植物。

二、區內或鄰近地區生態概況，應有種類、數量與分布之描述。

相關資料可參考特定水土保持區劃定計畫內容，或由農委會特有生物研究保育中心與其他相關機關團體獲取。

4-4 氣象水文

蒐集統計特定水土保持區內或鄰近區域氣象水文站之氣象水文資料，包括降雨量、土壤流失量估算、環境水系、氣溫與溼度等項目。

一、降雨量：蒐集至少最近 10 年以上降雨量資料，分析統計降雨日數、最大日雨量、年平均降雨量等相關資訊。

二、土壤流失量估算:參考水土保持技術規範第 35 條規定或土壤流失估算手冊估算，一般常用通用土壤流失公式 (Universal Soil Loss Equation USLE)(定義於標準試區，即指水平投影坡長 22.13 公尺、坡度 9%之均勻坡，且需連續休耕兩年或兩年以上)。有關各因子之說明詳見水土保持或土壤流失估算手冊。

三、環境水系：說明集水區天然水系概況，並表列標明各排水分區及面積，圖資內容應包含環境水系圖與排水分區圖(使用地形圖或相片基本圖，比例尺五千分之一至五萬分之一)。

四、氣溫：蒐集至少最近 10 年以上之氣溫資料，統計分析年平均溫度、月平均溫度，並說明月均溫之最高與最低值。

五、溼度：蒐集至少最近 10 年以上之溼度資料，以分析統計月平均及年平均相對溼度。

4-5 土地權屬及其管理機關

於地政事務所申請「土地登記謄本」及「地籍圖」等資料後，將之分析統計。

一、土地權屬、使用及編定情形

說明劃定區所涵蓋範圍之土地權屬以及使用情形，主要以土地使用編定清冊表示地籍資料。土地使用編定清冊應包括縣(市)、鄉(鎮、市、區)、段別、地號、地目、面積、承租人、土

地所有權人或管理人姓名、住址、土地使用分區、編定土地使用種類等，以表列方式說明，總計私有地之筆數、面積與佔全區面積百分比。

二、公有土地權屬情形

說明公有土地權屬資料及分布情形，主要以公有土地管理機關統計表與公私有土地分布範圍圖(比例尺不得小於一萬分之一)表示。

(一)公有土地管理機關統計表：內容應包括管理機關、筆數、面積、佔公有地面積百分比及佔全區面積百分比，如表 4-1 所示。

表 4-1 公有土地面積及其管理機關一覽表

管理機關	面積(ha)	佔公有地面積百分比(%)	佔全區面積百分比(%)	
合計			全區面積(ha)	

(二)土地權屬範圍圖：圖上應標示公私有土地分布範圍與地號，比例尺不得小於一萬分之一。

4-6 以往災害及治理成果(參見表 4-2)

一、以往災害調查

包含歷次災害發生時間、類型、規模、發生原因與災損區位，並於相片基本圖或航照圖上標明災害地點，比例尺不得小於二萬五千分之一。

二、既有治理工程

包含工程類別、地點(含座標)、與工程內容，其餘項目如

工程執行時間、工程興建(治理)單位與興建(治理)原因等，並以既有治理工程配置圖說明，比例尺不得小於一萬分之一。

表 4-2 以往災害及治理成果彙整表

<table>
<tr><td colspan="8">以往災害調查</td></tr>
<tr><td colspan="8">歷史災害事件 1</td></tr>
<tr><td>發生時間</td><td></td><td>災害類型</td><td></td><td>災損區位</td><td colspan="3">X: Y:</td></tr>
<tr><td>發生原因</td><td colspan="7"></td></tr>
<tr><td colspan="8">歷史災害事件 2</td></tr>
<tr><td>發生時間</td><td></td><td>災害類型</td><td></td><td>災損區位</td><td colspan="3">X: Y:</td></tr>
<tr><td>發生原因</td><td colspan="7"></td></tr>
<tr><td colspan="8">歷史災害事件 3</td></tr>
<tr><td>發生時間</td><td></td><td>災害類型</td><td></td><td>災損區位</td><td colspan="3">X: Y:</td></tr>
<tr><td>發生原因</td><td colspan="7"></td></tr>
<tr><td colspan="8">治理工程調查</td></tr>
<tr><td colspan="8">治理工程 1</td></tr>
<tr><td>工程地點</td><td colspan="2"></td><td>工程內容</td><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td>治理點位</td><td colspan="2">X: Y:</td><td>執行時間</td><td colspan="4">從 年 月 日至 年 月 日</td></tr>
<tr><td colspan="2">興建(治理)單位</td><td colspan="2"></td><td>興建(治理)原因</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td colspan="8">治理工程 2</td></tr>
<tr><td>工程地點</td><td colspan="2"></td><td>工程內容</td><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td>治理點位</td><td colspan="2">X: Y:</td><td>執行時間</td><td colspan="4">從 年 月 日至 年 月 日</td></tr>
<tr><td colspan="2">興建(治理)單位</td><td colspan="2"></td><td>興建(治理)原因</td><td colspan="3"></td></tr>
</table>

第五章 現地調查

本項工作旨在調查土石流特定水土保持區內之崩塌裸露地、蝕溝沖蝕、土石流潛勢溪流、道路(橋涵)水土保持、農業使用、安全排水、保全對象及其他等各項問題，以作為後續工程計畫之參採。

《說明》

現況調查方法及步驟應考慮下列原則：

一、由大範圍之簡易調查開始，再做小範圍之詳細調查。

二、由廣泛之普查開始至特定事項或目的之詳細調查。

三、由精度較低的調查開始至高精度之調查。

5-1 崩塌裸露地及蝕溝

崩塌地調查可利用室內判釋和現地調查方式進行，前者係利用調查區之航空照片或衛星影像及其前或後處理技術進行崩塌地判釋；後者則根據室內判讀結果選取交通可及與具保全對象者實施野外現場調查。調查項目及內容包括編號、位置座標、崩塌區位、崩塌類型、崩塌地岩層、規模、殘土狀況、植被狀況、植被覆蓋程度、土地利用及保全對象等，如表 5-1 所示。坡地沖蝕若為多數細小蝕溝，則應紀錄其位置、規模與分布範圍，若有明顯的大蝕溝，則應勘查其位置、侵蝕區位、規模與發展之可能性，如表 5-2 所示。

表 5-1 崩塌地調查表

崩塌編號		位置	鄰近椿號： TM2 座標：	X_____Y_____
崩塌區位	□河岸崩塌 □河岸山腹崩塌 □集水區邊坡崩塌			
崩塌地岩層	□層狀岩石 □塊狀岩石 □砂頁岩互層 □礫岩 □風化岩			
規模(m)	□皮尺測量 □目視平均長度_____m，平均寬度_____m 平均崩塌深_____m			
殘土狀況	□無 □分佈寬_____m，分佈長_____m，平均深度_____m			
植被狀況				
植被覆蓋程度	□良好(綠覆率 %)；□普通(%)；□不佳(%)			
崩塌狀況說明	□有直接保全對象			

表 5-2 蝕溝調查表

蝕溝編號(名稱)		位置 (TM2 座標)	起：	X _____ Y _____	迄：	X_____ Y_____
蝕溝區位	□土石流溪流源頭 □溪流兩側邊坡 □其他_____					
規模(m)	□測距儀 □皮尺測量 □目視長度_____m 平均寬度_____m □深度_____m					
發展可能性	□向源侵蝕 □縱向刷深 □側向擴展					
蝕溝狀況說明						

5-2 土石流潛勢溪流

土石流潛勢溪流調查項目，包括溪流兩側崩塌規模及其殘土狀況、堆積土石材料破碎情形、溪流兩側主要植生種類及其生長狀況、河道狀況、保全對象可能危害方式、可能致災地點、鄰近保全對象之溢流點位置等，如表 5-3 所示。

此外，土石流潛勢溪流因位處坡度較陡峭之地形條件，在一般洪流時亦有強烈沖淤現象，故亦應以一般野溪調查方式，針對以下兩項課題進行調查，即：

一、河床沖刷或兩岸淘刷現況

包括在水流沖淤激烈河段或兩岸邊坡土體易遭水流淘刷而滑崩之樁號(或座標範圍)、危害類型、通水斷面及現況描述(含兩岸崩塌、構造物基礎及毀損、致災危險性等)等。

二、河床淤積抬升現況

包括樁號(或座標範圍)、淤積高度、河床質分布、通水斷面及現況描述(含通水斷面變化、嚴重程度、土砂處理建議等)等。

表 5-3 土石流潛勢溪流調現況查表

溪流兩側崩塌規模	□無明顯崩塌；□小規模崩塌；□明顯大面積崩塌
溪流兩側崩塌殘土	□無明顯殘土；□有明顯殘土；□有大量殘土
堆積土石材料破碎情形	□土石材料平均粒徑≧30 公分 □土石材料平均粒徑 30~7.5 公分 □土石材料平均粒徑≦7.5 公分 □無明顯堆積材料
溪流兩側主要植生種類	□裸露地；□草地；□人造林；□自然林

表 5-3 土石流潛勢溪流調現況查表(續)

溪流兩側主要植生生長狀況	□裸岩 □落石堆積(無植被，或植被面積 ＜10%) □植被稀疏：10% ≦ 植被面積 ＜30% □植被中等稀疏：30% ≦ 植被面積 ＜80% □植被密集：植被面積 ≧ 80%
河道狀況	□河道突然縮減；□水工毀損；□河道堵塞堆高 □彎岸溢堤；□河水泥沙含量大；□橋拱過窄；□其他
保全對象可能危害方式(複選)	□無；□水患；□淤埋；□撞擊；□漫流改道； □擠壓主河道；□其它_____

可能致災地點 □無	可能致災地點_____處，其致災地形位置： □谷口；□地形開闊處起點_____處 □坡度陡變_____處；□河道轉彎_____處； □障礙物_____處 □橋樑週遭_____處；□其他_____		
鄰近保全對象之溢流點位置	□無；□上游；□中游； □下游	溢流點定位	X： Y：

5-3 道路(橋涵)水土保持

道路現況調查除了對道路名稱、寬度、長度、位置做調查外，也須對道路的路面、上下邊坡毀損狀況、既有排水設施、是否通過溪流(過水路面與橋樑)做檢視，其調查內容如表 5-4 所示。

橋樑現況調查應包含橋樑名稱、位置、跨距(用以計算可通水之面積)、淨空高度、跨距、橋樑現況與鄰近河道之寬度、坡度與交角等，其調查內容如表 5-5 所示。

表 5-4 道路現況調查表

路段編號		路名		路寬	m	
起訖座標	起：X_____Y_____：X _____Y_____(TM2 座標)					
道路毀損與現況	路面	□無毀損，狀況良好 □過水路面，座標 X：_____Y：_____ □龜裂 □破碎 □路面下陷 □路基淘空 □其他_____				
	上邊坡	□無 □崩塌 □土層滑動 □擋土牆(□開裂 □傾倒) □其他_____				
	下邊坡	□無 □崩塌 □土層滑動 □擋土牆(□開裂 □傾倒) □其他_____				
	既有排水設施狀況 □無	□周邊排水溝渠(□良好 □阻塞 □破損 □機能不足) □路面縱向排水(□良好 □阻塞 □破損 □機能不足) □路面橫向排水(□良好 □阻塞 □破損 □機能不足) □邊坡橫向排水(□良好 □阻塞 □破損 □機能不足) □邊坡排水孔(□良好 □阻塞 □破損 □機能不足)					
路段內橋樑	□無 □有橋樑_____座，名稱_____。					
道路狀況說明						

表 5-5 橋樑現況調查表

橋名		位置		所在路段編號		TM2 座標	X Y
橋樑淨空高度	m	河道寬度	m	鄰近河道坡度	度		
橋樑跨距	(總)跨距_____m，是否正交河道□是 □否，斜交_____度						
橋樑所在位置 (可複選)□無	□分流處 □合流處 □河道轉彎處 □坡度陡變處 □河寬突變處 □其他_____						
橋樑現況 (可複選) □無右述狀況	□溪床沖刷 □溪岸崩塌 □橋下空間淤埋 □橋涵阻塞 □束縮河道 □橋墩(台)磨蝕 □基礎裸露_____m □結構毀損 □其他_____						
橋樑現況說明							

5-4 非農業使用

本項調查係針對特定水土保持區內非農業使用行為進行調查，包括住宅社區、遊憩區、高爾夫球場、工業區等。特定水土保持區內非農業使用區宜採用航照圖或地形圖清楚標示其範圍及分布狀況，其比例尺不得小於一萬分之一。

5-5 安全排水

本項調查係針對坡面及道路排水系統進行調查，包括現況排水系統之維護狀況(損壞、淤塞、...)及其排水能力是否足以排除地表逕流。

5-6 保全對象

保全對象資料應具備類型、數量(係指上述各類型保全對象之多寡或規模)、分布及其致災型態(包括土石流、洪流、河岸坍塌、坡面崩塌地滑、道路、坡面沖蝕等)和危險程度等資料，並以 1/5,000 像片基本圖或 1/25,000 地形圖繪製保全對象分布圖，以作為後續治理區位及項目研擬之依據。

第六章 水文環境分析

土石流特定水土保持區進行水文及水理演算，作為水土保持規劃配置之設計準則。

6-1 水文分析

一、水文分析採用之雨量資料蒐集，應儘可能選用特定水土保持區內雨量站為原則，並配合鄰近適當之雨量站；如特定水土保持區內無任何測站，則應考量地理位置、海拔高度、資料年期和完整性等選用適當之鄰近雨量站，必要時得做加乘。

二、根據水土保持技術規範第 17 條規定得知，當有實測資料時，洪峰流量估算得採用單位歷線分析；面積超過 1,000 公頃者，且無實測資料時，採用單位歷線法分析；惟面積在 1,000 公頃以內者，且無實測資料時，得採用合理化公式(Rational Formula)計算。

三、合理化公式

$$Q_p = \frac{1}{360} C\, I_t^{50}\, A \tag{6-1}$$

式中，Q_p=洪峰流量(cms)；C=逕流係數(參考水土保持技術規範第 18 條)；I_t^{50}=重現期距 50 年之設計降雨強度；A=集水區面積(ha)。

四、修正型三角形單位歷線法

三角形單位歷線基期T_b、洪峰流量Q_p及洪峰到達時間T_p與集水區地文因子之關係式如下：(參考圖 6-1)

$$
\begin{aligned}
Q_p &= \frac{0.208 \cdot A \cdot R_e}{T_p} \\
T_p &= \frac{D}{2} + 0.6T_c \\
T_c &= \frac{L}{W};\quad W = 72\left(\frac{H}{L}\right)^{0.6} \\
T_b &= T_p + T_r = 2.67T_p
\end{aligned}
\tag{6-2}
$$

式中，R_e：單位超滲雨量(mm)；T_p：開始漲水至尖峰流量發生之時間(hr)；T_r：超滲雨量單位時間(hr)；Q_p：洪峰流量(cms)；T_c：集流時間(hr)；T_b：流量歷線基期(hr)；L：集水區主流長度(km)；H：集水區最高點至控制點高差(km)；W：洪水傳遞速度(km/h)；A：集水區面積(km^2)。依集流時間(T_c)之大小，決定有效降雨延時(D)，即(a)$T_c \geqq 6$hr，$D=1$hr；(b)3hr $< T_c <$ 6 hr，$D=0.8$hr；(c)1hr $< T_c <$ 3 hr，$D=0.4$hr；(d)$T_c \leqq 1$hr，$D=0.15$hr。

依上式，T_r採用 1 小時，單位超滲雨量R_e採用 10 公厘，即可求得洪峰流量。

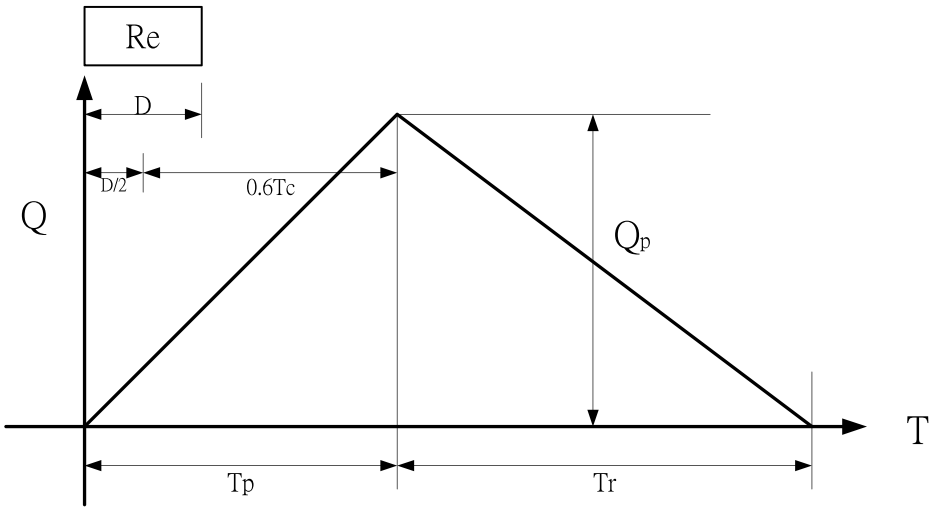


圖 6-1 修正三角形單位歷線圖

五、將上述結果整理如表 6-1 合理化公式水文分析成果表

表 6-1 合理化公式水文分析成果表

控制點名稱			
控制點 GPS 座標	X		
	Y		
年平均降雨量(mm)			
集水區面積(ha)			
逕流係數			
流入時間(min)			
流下時間(min)			
集流時間(min)			
重現期距 50 年之設計降雨強度(mm/hr)			
洪峰流量Q_p(cms)			
計畫洪峰流量Q_p(cms)			

6-2 水理分析

一、水理分析可概分為河溪及橋涵通洪能力之檢討，而水流流況應分別考量一般挾砂水流及土石流。

二、山坡地河溪通洪能力檢討係採 50 年頻率設計降雨強度之洪峰流量為保護標準。

三、計畫洪峰流量可表為

$$Q_s = (1+\alpha)\, Q_p \tag{6-3}$$

式中，α=水流中泥砂混合率，一般採用流量之 5%~10%，最大值為 50%。(水土保持手冊，2005)

四、洪水流水理分析模式

(一)曼寧公式：普遍運用於水土保持坡地排水及河溪整治工程中，如公式(6-4)所示。

$$Q_s = \frac{A}{n} R^{2/3} S^{1/2} \tag{6-4}$$

式中，A：通水斷面積；R：水力半徑(=A/P；P：潤

周長)；S：底床坡度；n：曼寧粗糙係數。運用曼寧公式計算河溪各斷面之通洪能力時，約每 200~500 公尺應選取一斷面(高差 0.3~1.0m 即需測一斷面，若 S≧1/100 則 30~100m 測一斷面)，如遇有斷面突變或彎曲時，應增設演算斷面。

公式(6-4)中，曼寧粗糙係數n值，可依據河床質調查結果，以表 6-2 所列經驗公式計算之；或利用周文德氏所著『Open Channel Hydraulics』書中所提供『渠道與天然河道曼寧粗糙係數n值表』，將現場踏勘結果與之比對，選取適當之n值

表 6-2 曼寧粗糙係數n值之參考公式

編號	學者	公式
1	Meyer-peter Muller(1948)	$0.01216\,d_{90}^{1/6}$
2	Lane-carlson(1953)	$0.0156\,d_{75}^{1/6}$
3	Keulegam(1949)	$0.0238\,d_{90}^{1/6}$
4	Einstein(1950)	$0.0132\,d_{65}^{1/6}$
5	Strickler(1923)	$0.015\,d_{50}^{1/6}$
6	何黃式	$0.0654\,d_{50}^{1/6}$

(二)HEC-RAS 模式:本模式係因應洪水平原管理之需要而發展出來的，用以計算在自然河川情況下某一特定流量的各個不同地點斷面之水位、流速及能量損失，可以模擬橋樑、涵洞、攔河堰及洪水平原上結構物對水流之影響，亦可應用於洪水平原之管理及河川堤線佈置之分析。同時，可作亞臨界流及超臨界流之水面剖線演算，演算步驟係採用標準步推法求解一維能量方程式，摩擦之能量損失以曼寧公式計算。惟由於

本模式在發展過程中未進行陡坡河道水理演算成果之驗證，故目前只適用於河床坡度不大於10%之自然或人工河道中之定量緩變流。HEC-RAS主要是應用於一維定量緩變速流中，其控制方程式為一維能量方程式，如公式(6-5)所示

$$Z_1 + y_1 + \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} = Z_2 + y_2 + \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} + h_e \qquad (6\text{-}5)$$

式中，Z=底床高程；y=水深；α=斷面之能量修正係數；V=水流流速；h_e=能量損失水頭；下標1及2分別表上、下游斷面。在求解式(6-5)時，HEC-RAS係採用標準步推法(standard step method)進行演算。標準步推法首先需要選擇適當的控制斷面，求得該處水深，作為分段法的起始斷面，如果起始斷面選擇不當，或者斷面上的水深不夠準確，勢必影響整個水面曲線計算。標準步推法計算時需將整個非均勻流分成若干流段。一般跌水曲線水面變化較大，分段宜短；亞臨界流壅水曲線，水面變化較小，分段可長些。每段的斷面形狀、糙率和底坡應盡可能一致，在斷面、糙率和底坡等突變處應作為分段的位置。

(三)將一般洪水流水理分析結果整理如表6-3。

五、土石流水理分析模式(水土保持手冊，2005)

土石流水理演算主要包括泥砂體積濃度、流量、流速、流深及設計粒徑等。

(一)土石流平衡泥砂體積濃度(C_D)：流動中土石流泥砂體積濃度如公式(6-6)所示。

$$C_D = \frac{\gamma_w \tan\theta}{(\gamma_s - \gamma_w)(\tan\phi - \tan\theta)} \qquad (6\text{-}6)$$

式中，ϕ=泥砂內摩擦角，與泥砂特性及其緊密程度相

關，其值介於$26^o \sim 48^o$之間；θ=溪床坡度；γ_s=土粒單位重量；γ_w=清水單位重量。必須特別住意的是，土石流泥砂體積濃度合理範圍介於$0.3 \sim 0.9\,C_*$(C_*=堆積土體之最大泥砂體積濃，介於0.6~0.75)；此外，因一般山地河溪沿程溪床坡度變化急驟，使在應用式(6-6)時，土石流泥砂體積濃度經常是隨著溪床坡度而變化。但是，式(6-6)係基於平衡條件下的土石流流況所建構，而平衡態土石流流況的存在條件是河溪長度必須大於其發展長度，在驟變溪床坡度下是很難出現的。因此，式(6-6)中溪床坡度應指在土石流流動段約5~10倍河寬之溪流長度所對應之平均坡度。

表 6-3 控制點斷面通洪能力演算成果表(曼寧阻力公式)

控制點名稱(應含里程)		
GPS 座標	X	
	Y	
洪峰流量Q_p(cms)		
集水面積(ha)		
河溪(橋涵)寬度 W(m)		
河岸(橋涵)高度 H(m)		
溪床坡度 S(%)		
曼寧粗糙係數 n		
流速(m/s)		
流深(m)		
岸坡高度是否足夠		
涵洞通洪能力是否足夠		

※當河岸高度>1.2 流深，則岸坡高度檢核通過
※當橋涵高度>1.2 涵洞流深，則涵洞通容檢核通過

(二)土石流流量(Q_D)：

$$Q_D = \frac{C_*}{C_* - C_D} Q_p \qquad (6\text{-}7)$$

式中，Q_D=土石流流量(cms)。

(三)土石流流深(h_D)：當土石流流量已知時，將溪流概化為矩形斷面，則其流深(h_D)可利用曼寧公式予以計算。

$$h_D = (\frac{n_D\, Q_D}{B\, S_o^{1/2}})^{3/5} \tag{6-8}$$

式中，S_o=溪床坡度，當壩上游未淤積土砂時，取$S_o \approx \tan\theta$，惟若壩上游呈部分淤積或淤滿時，則$S_o \approx \tan\alpha$(α=計畫淤砂傾角)；n_D=粗糙係數，其大小與溪流條件相關，一般土石流先端部$n_D = 0.1$~0.06，後續流$n_D = 0.06$~0.03，具有襯砌流路工$n_D = 0.03$；B=溪床寬度。按上式計算出的土石流流深，應與土石流流出之設計粒徑(D_E)進行比較，並取較大值作為土石流流深。

(四)土石流流速(U_D)：土石流平均流速可依曼寧經驗公式計算，如公式(6-9)所示。

$$U_D = \frac{1}{n_{\mathrm{D}}} h_D^{2/3}\, S_o^{1/2} \tag{6-9}$$

(五)土石流設計粒徑(D_E)：各式防砂壩壩體應力分析，必須按土石流可能攜出之最大粒徑(D_{max})進行撞擊力計算。惟因土石流可能攜出之最大粒徑，可能是來自溪床表面堆積物(最單純狀況)，或被淤埋於溪床底部，或來自兩岸崩塌的產物，具有高度不確定性，很難透過理論或實測方式予以獲得，即使決定了土石流最大粒徑，亦無法事前加以驗證。目前比較常用的方法，有以溪床表面粒徑調查法，或採用以下公式計算。

$$D_E = \omega_o \frac{C_D}{C_* - C_D} h_d \tag{6-10}$$

$$\text{且} \; 0.5\, m \le D_E \le \min(0.2\, B\, , 3.0\, m) \tag{6-11}$$

式中，D_E=設計粒徑；ω_o=修正係數，與土石流形成方式相關，其值初步建議如表 6-4 所示。

表 6-4 土石流設計粒徑修正係數建議值表

流況條件	建議值
泥流型土石流、無大規模崩塌	ω_o=1.0，且不大於 1.0 公尺。
泥流型土石流、具有大規模崩塌	ω_o=1.0，且不小於 0.5 公尺。
礫石型土石流、無大規模崩塌	與現場溪床質粒徑分布相關，以不小於 1.0 公尺為原則。
礫石型土石流、具有大規模崩塌	ω_o=1.2，且不小於 1.5 公尺。

此外，土石流治理經常採用透過性防砂壩作為攔阻其攜出土砂量，故為達到最大治理效率，透過性防砂壩在尋常時期應保持空庫狀態，以蓄積土石流所攜出的大量土砂礫石；換言之，壩體開口寬度不能阻礙一般山地洪流泥砂顆粒的正常輸移。從輸砂力學得知，山地洪流泥砂輸移有懸移質及推移質之分，前者是懸浮在水中且與水流同速運動的較細小泥砂顆粒，後者則是沿著河溪底床行進的較大泥砂顆粒，而在山區陡峻的河溪，推移質粒徑達數十公分以上者經常可見，惟它仍遠小於土石流所攜出之最大粒徑。

由泥砂起動觀念，山地洪流最大粒徑等同於一定水流條件下之泥砂起動粒徑，可由謝爾得公式(Shield's formula)求得。

$$D_S = \frac{\gamma h_w \sin\theta}{(\gamma_s - \gamma)\eta} \tag{6-12}$$

$$D_S \le D_E \tag{6-13}$$

式中，h_w=山地洪流水深；η=係數(≈0.05)。根據蘆田和男與高橋 保(昭 55)研究指出，立體格子壩(grid type open

dam)的開口寬度必須滿足下列限制條件。

$$b_{op} / D_S > 2.0 \qquad (6\text{-}14)$$

式中，b_{op}=開口寬度。

六、橋涵斷面檢算

橋涵斷面受到兩側橋台限制，使其斷面寬度及淨高經常小於河溪其他斷面而成為河溪排洪輸砂的瓶頸斷面，倘若橋涵斷面不足時，勢將影響山地洪流及土石流的正常洩流，而有淤塞漫淹之危險，故必須特別針對河溪橋涵斷面利用曼寧阻力公式或 HEC-RAS 加以檢算其通洪能力。如位於土石流潛勢溪流上之橋涵，則應檢算其土石流過流能力。

七、將土石流水理與斷面橋涵演算結果整理如表 6-5。

表 6-5 土石流水理與斷面橋涵演算成果表

控制點名稱(應含里程)		
GPS 座標	X	
	Y	
清水流流量Q_P(cms)		
溪床坡度S_0		
溪床(橋涵)寬度(m)		
河岸(橋涵)高度(m)		
泥砂體積濃度(C_D)		
土石流流量(Q_D)(cms)		
土石流流深(h_D)(m)		
土石流流速(U_D)(m/s)		
土石流設計粒徑(D_E)(m)		
山地洪流起動粒徑(D_S)(m)		
岸坡高度是否足夠		
涵洞通洪能力是否充足		

※當河岸高度>1.2 土石流流深，且河岸高度>1.2 D_E ，則岸坡高度檢核通過。

※當橋涵高度>1.2 涵洞流深，且涵洞最小寬度(淨高)>2 D_E (4 倍平均粒徑)，則涵洞通容檢核通過。

6-3 設計土砂量推估

土石流潛勢溪流土砂來源包括崩塌土砂及溪流內不穩定土砂兩大類，可以採用日本文部省調查 550 處土砂災害發生處，得到集水區與土砂流出量關係，並以最小二乘法推求得土砂流出量在各種累計機率百分比下之迴歸方程式。根據桃芝颱風災區土石流災害潛勢分析成果(2001，農業委員會水土保持局)得知，就所調查 168 處土石流災區現場資料分析可得「土石流土砂流出量迴歸公式」如表 6-6 所示，一般規劃設計常用土砂流出量累積機率為 90%之迴歸方程式。

表 6-6 土石流土砂流出量迴歸公式表

土砂流出量 不被超過機率(%)	迴歸方程式 (A: km^2 ；V: m^3)
50	$V_{50}=19498A^{0.56}$
70	$V_{70}=48930A^{0.56}$
80	$V_{80}=81452A^{0.56}$
90	$V_{90}=120418A^{0.56}$
95	$V_{95}=30487A^{0.56}$
99	$V_{99}=511369A^{0.56}$

※表中 A 為坡度 15 度以上之有效集水區面積

第七章 水土保持問題及需要性分析

藉由現況調查與水文環境分析結果，綜合檢視土石流特定水土保持區各項問題、分析原因，並提出治理對策。

《說明》

一、問題檢視

包含土砂問題、開發利用之水土保持問題、安全排水問題、既有水土保持處理補強與其他等項。應針對劃定區內已發生之各項水土保持問題，檢討可能致災原因。建議可依照治理需求繪製各項水土保持問題致生地點之位置圖(比例尺不得小於一萬分之一)，並於位置圖上的每一個問題點附上對應照片與簡略說明。

(一)土砂問題(裸露崩塌、不穩定土砂、蝕溝沖蝕、土石流等)

1.裸露崩塌：檢討分析區內之裸露地與新、舊崩塌地(河岸崩塌、河岸山腹崩塌尤其需注意)。

2.不穩定土砂：分析說明區內之不穩定土砂如崩積地層、崩塌殘土、地滑潛在地與河溪淤砂情形，特別是河道淤砂堆積結構常為鬆散，一遇豪大雨容易成為土石流發生之料源。

3.蝕溝沖蝕：檢討區內蝕溝沖蝕之現況與發展之可能性，區內如有溝壑或谷狀沖蝕，為沖蝕情況較為嚴重者，需說明沖蝕範圍、面積與深度，並探討是否可能更加擴大，對特定水土保持區造成不良之影響與危害。

4.土石流潛勢：檢討區內土石流之發生潛勢，包含致災可能原因，並依據土石流潛勢度、危險度、範圍、溢流位置等綜合檢視，對於土石流發生之撞擊致災能力與橋樑通容安全等問題也需一併說明。

(二)開發利用之水土保持問題

1.林地及農地水土保持：山坡地可利用限度分類與土地利用現況檢視區內林班地及山坡地是否有超限利用、違規使用問題以及是否依法進行水土保持處理。若有超限利用之情況，應探討其對特定水土保持區所帶來之不良影響與可能衍生之災害。

2.道路水土保持：藉由現地道路調查探討相關水土保持問題，例如路面是否毀損、上下邊坡是否發生崩塌、土層滑動、擋土牆龜列、傾倒以及周邊與路面排水狀況等，多方面分析說明區內各項道路水土保持問題及其可能帶來之水土災害。

(三)安全排水問題

1.溪流安全排水：分析說明區內溪流排水斷面不足、河岸過低、灣岸溢堤、堵塞回流等排水不當現象所造成之水土保持問題或未來可能之影響。

2.坡面安全排水：於高逕流或沖蝕量之區域，其坡面是否能正常排水極為重要，安全排水可以減少逕流量與土壤沖蝕量，因此需檢討邊坡縱橫向排水機能是否足夠，並分析無法排除之逕流對於坡面植生與邊坡穩定等之影響。

(四)既有水土保持處理補強：主要檢討特定水土保持區內目前之水土保持設施、既有處理及其他公共設施之機能狀態與毀損情形，並針對既有設施之維護修繕或補強需求做說明。土石流特定水土保持區之處理設施可以土石流防治工法為基準建議補強需求，土石流防治工法主要可歸納為抑制工法、攔阻工法、疏導工法、淤積工法及植生緩衝林帶等五類，對於既有之水土保持設施按各工法之功能與治理目的，說明需要補

強之處。

(五)其他：特定水土保持區除了上述之水土保持問題外，若有其它方面問題，亦需於長期水土保持計畫中說明。除了硬體工程設施之外，諸如一些防災避難疏散制度是否建立並實行、土地利用管制是否有違背之情況或是其它非水土保持方面之問題但影響到特定水土保持區水土保育安全者，也應詳加說明。

二、綜合分析與治理對策

將上述所有問題統整成表 7-1，綜合分析後提出適宜的整體規劃治理對策，相關治理對策可參考水土保持手冊與技術規範，或表 7-2 及表 7-3 所示。

表 7-1 水土保持問題統整與治理對策表

水土保持問題	問題內容	建議治理對策	綜合治理對策
土砂問題	1.上游岸坡崩塌嚴重 2.集水區內眾多小蝕溝發達	1.潛壩、護岸 2.植生、縱向排水	土砂問題嚴重地區，於土石流溪流上游除了原有防砂壩，應新建置潛壩、護岸與排水設施等。
開發利用之水土保持問題	1.... 2....	1.... 2....	可參考水土保持手冊與技術規範
安全排水	…	…	
土石流問題			
既有水土保持處理補強	…	…	
其他	…	…	

表 7-2 土石流潛勢溪流各區段工程規劃參考表

區段	工程規劃重點	工程目的
發生段	穩坡固床、加強輸排水措施、抑制大規模土砂運動	避免水流獲取大量土砂料源而形成土石流
輸送段	攔擋貯砂、降低規模、減緩流速	避免土砂大量流出
淤積段	沉砂、導流	防止土石流因淤埋、擴散或漫流改道致災
排導段		

表 7-3 土石流防治對策一覽表

對策種類		工程種類	名　稱	主要作用
治理措施	工程措施	攔擋工程	非透過性壩系	防砂、穩坡、固床、降坡
			透過性壩系	攔粗排細、減勢、貯砂
		排導工程	排導渠道	排洩土石流
			渡槽、隧道、急流槽、明洞	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。
			潛壩系	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。
		護岸及護坡工程	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，消減下洩水量
			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，消減洪峰。

對策種類		工程種類	名稱	主要作用
預防措施	工程措施	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
	避災措施	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	建立觀測系統	進行土石流監測及預警
			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。
			疏散避難演鍊	熟稔災害來臨前之疏散避難行為

對策種類		工程種類	名稱	主要作用
預防措施	管理管制措施	集水區管理	山坡地管理	管理與管制違規農業使用及非農業使用
			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

第八章 水土保持整體規劃配置

說明特定水土保持區長期水保計畫之整體工程規劃原則及內容配置。

《說明》

規劃者應依據現地調查、水文水理分析、防砂能力檢核以及問題分析與治理策略等結果，說明處理規劃原則與整體配置內容。

8-1 處理規劃原則

主要依照治理目標、實際需要性、水土保持處理效能、保全對象、實施可能性、設施維護便利性、生態環境及其他層面說明處理規劃原則。

8-2 規劃內容

應參照前章水土保持問題綜合分析結果與治理對策方案，提出建議規劃之水土保持處理，並說明其工程位置、配置座標、工程內容(樣式與尺寸說明)及數量，須以水土保持整體規劃配置圖、標準詳細圖及整體規劃配置一覽表展示說明(有關各水土保持處理之規劃設計準則請參照水土保持技術規範與水土保持手冊)。

一、水土保持整體規劃配置圖

整體規劃配置圖主要是完整並概要地呈現水土保持處理措施，其比例尺不得小於五千分之一為原則，需標明水土保持措施處理之規劃位置與範圍，於圖上以文字概略說明處理設施座標、尺寸、數量或面積等資料，並且各項處理措施按施工順序(短、中、長程)予以編號。此外，也應標明各項處理措施於河溪上縱斷面之樁號里程，並將既有之工程設施也標示於內，特

定水土保持區標示牌一併標示座標於配置圖上。

二、工程設施圖、標準詳細圖或三視圖

工程設施圖、標準詳細圖或三視圖為處理設施細部設計圖，需註明工程構造尺寸、植生工程材料名稱及配比等。在出圖格式方面，以實際需求註明比例尺，如不需特別詳細說明，則不需註明比例尺。

三、水土保持整體規劃配置一覽表

將工程編號、治理順序、工程名稱、工程位置、配置座標、工程內容、數量、土地權屬狀況等彙整於同一表格呈現。其中特定水土保持區之標示牌建置工程，則須依照水保局公佈之範例格式設計(參見圖 8-1 及圖 8-2)，並須補充說明附近明顯地標與鄰近道路名稱，以利相關單位設立。

特定水土保持區標示牌位置說明

_____特定水土保持區	
土石流編號：	豎立時間：
GPS 座標（N）：	GPS 座標（E）：
附近明顯地標：	鄰近道路名稱：
其他：	
現場照片：	

圖 8-1 特定水土保持區標示牌位置說明表格

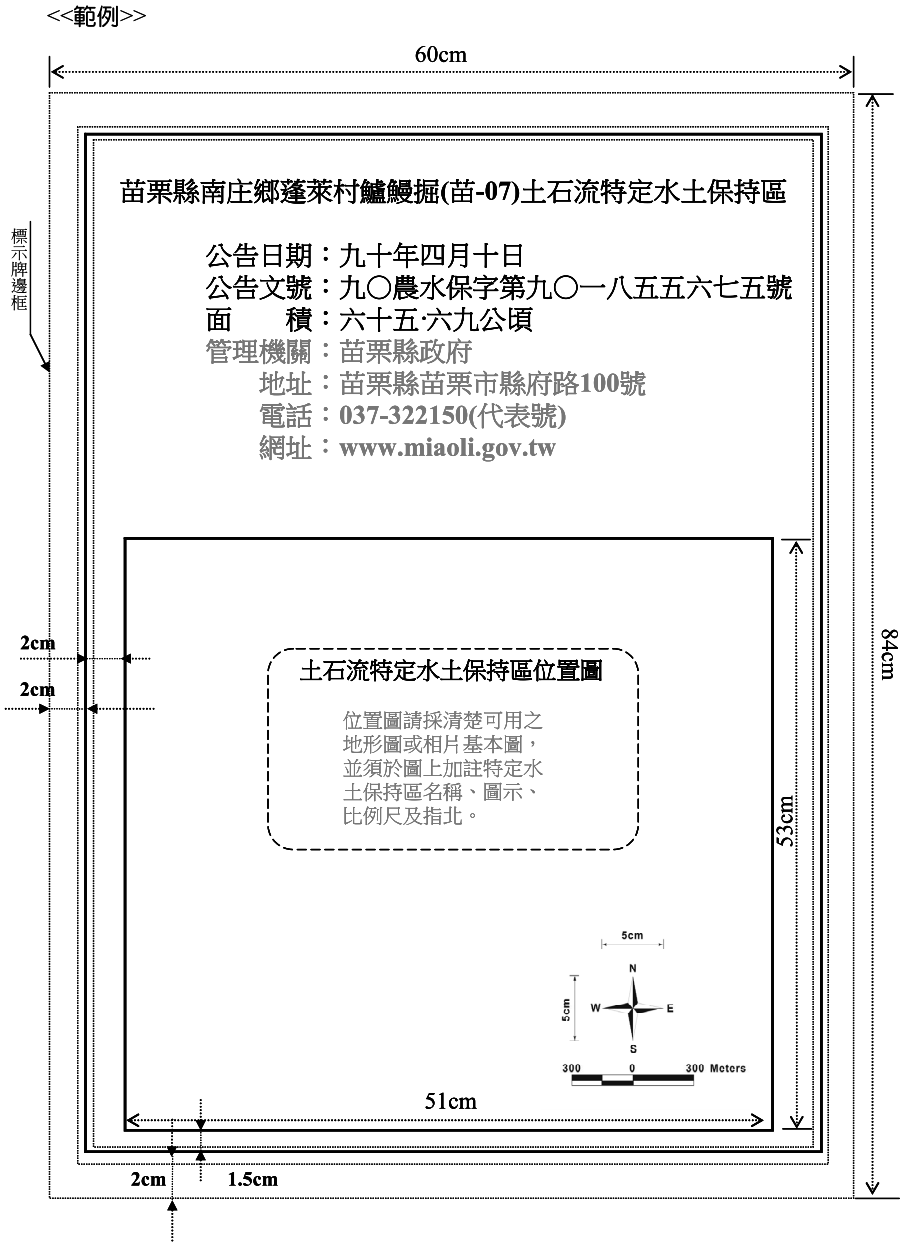


圖 8-2 特定水土保持區標示牌範例

8-3 治理成效檢核

土石流特定水土保持區長期水土保持計畫係以消減環境不利因子為主，尤其是土砂問題之控制，為預防土石流發生、發展而致災之最重要關鍵因子。因此，相關治理工程規劃之後，宜評估各項工程於土石流發生時之攔砂量，以確定土石流致災規模可以有效地降低。攔砂量估算可依各式壩工所剩餘之淤砂空間進行計算，並比較土石流設

計土砂量(或溪床不穩定土砂量+崩塌土砂量)，視兩者之關係，評估治理成效。惟因涉及較複雜之計算，需佐以完整的調查資料，故於欠缺檢核資料之狀況下，可依下式作初步的治理成效評估，即

$$攔砂量 \geq \frac{2}{3}(土石流設計土砂量) \tag{8-1}$$

滿足上式之攔砂量，即可初步研判其治理成效可以有效消減土石流之致災規模及範圍。

第九章 致災風險管理(非工程措施)

應對於劃定區之現有管制與應有風險管理措施做說明，並針對可加強處補充建議與規劃。

《說明》

一、現有風險管理措施

(一)土石流雨量警戒:根據水土保持局於民國 94 公佈之土石流警戒雨量基準值以及土石流防災應變系統所公佈之雨量一旦超過警戒基準值，便發佈土石流警戒區警報。

(二)疏散避難規劃與演練：疏散避難規劃係以潛勢溪流村里為規劃單位，以鄰為自救單位，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撤離路線和緊急避難處所，利用現有民政系統兼具防災安全功能，以維護危險地區保全對象之安全。特定水土保持區土石流防災疏散避難規劃作業內容包含現地勘查、村里長及居民訪談、土石流潛勢溪流及保全住戶調查、規劃避難處所、製作土石流避難疏散圖及定期辦理宣導、座談會及防災演練等。

(三)成立自主防災社區：在特定水土保持區長期水土保持計畫中，若需對該特定水土保持區擬定自主防災社區(15 戶以上)，則應對需求原因、推動對象、推動方式、補助經費、推動困難處與後續維持方式作分析與建議，並列出既有或待成立之當地相關組織，例如自救隊等以供參考。

(四)災害應變緊急撤離：災害防救法第 24 條明令，當災害發生或有發生之虞時，為保護人民生命、財產安全或防止災害擴大，直轄市、縣(市)政府、鄉(鎮、市、區)公所應勸告或指示撤離，並作適當之安置。由於災害撤離為勞師動眾之作，因此下達

撤離命令前應有完整詳細資料作為決策依據。

目前水土保持局已經針對各土石流潛勢溪流之崩塌率、有效集水區之坡面坡度、溪床坡度及岩性等基本資料，予以劃分八大警戒區，並採用曾經發生土石流之歷史雨量資料進行統計分析，以中央氣象局即時雨量資料推算各土石流潛勢溪流所在地之降雨強度及累積雨量，訂定各分區之土石流發生臨界雨量線(CL)及避難雨量線(EL)。依據研究成果，水土保持局於每一鄉鎮選定警戒值最低者為警戒代表值，以臨界雨量線(CL)、累積雨量與降雨強度之交點作為警戒基準值，各縣市土石流雨量警戒基準值詳見土石流防災資訊網土石流警戒資訊。

根據水土保持局所公布各分區土石流發生臨界雨量線(CL)及避難雨量線(EL)，並參考前述疏散避難規劃與演練之程序，當應變中心下達特定區居民撤離命令時，即刻進行緊急撤離之相關動作。土石流警戒採紅色、黃色二級，黃色警戒為預測雨量大於土石流警戒基準值，紅色警戒為實際雨量已達土石流警戒基準值。兩種警戒之應變措施說明如下：

1.黃色警戒：當地方政府接獲水土保持局通知為黃色警戒時，應勸告避難疏散，並進行準備避難疏散處所、通知居民準備疏散、備妥疏散中、後所需之民生生活及醫療用品於疏散處所。若於黃色警戒階段且大雨持續不斷，則通知居民進行疏散至安全避難處所。

2.紅色警戒：當地方政府接獲水土保持局通知為紅色警戒時，若居民尚未完成避難疏散，地方政府需協助居民進行緊急撤離，若有居民不願疏散，則地方政府可依法進行「強制疏散」。

特定區緊急避難疏散之規劃大同小異，因應各行政區域與當地社會資源需有所調整，但土石流災害緊急應變措施基本上大致符合如下幾項原則：

1.土石流災害預報及警報

2.緊急動員災情蒐集、通報及報導

3.避難疏散

4.緊急運送

5.設施、設備之緊急復原

6.避難收容

7.食物、飲用水及生活必需品之調度、供應

二、加強或新增措施說明

於曾發生嚴重土石流特定水土保持區，除了上述避難疏散與緊急應變措施外，有需要建議優先加強改善之項目可列於長期水土保持計畫中。例如受災居民受重創後，除了身體重傷外，內心恐慌不安需予以心理輔導，可安排治療團體進駐，協助災民調適回復。土石流嚴重肆虐區災後環境安全維護更形重要，因此可於長期水保計畫中增加相關保安措施說明。

第十章 分期分區處理計畫

依據土石流特定水土保持區之治理區位、工程經費、種類與數量擬定分期分區計畫。

《說明》

考量工程、非工程措施的重要性、興建(施行)時間、經費配置等，規劃者須擬定分期分區處理計畫。為了符合長期水土保持計畫之「長期治理」目標，應設定定期管理維護計畫，並評估治理措施完成之效益。

10-1 分期分區處理原則

應說明分期處理原則，一般處理措施分短程、中程、長程三期實施，包含分期分區處理內容、預算經費、執行方法與機關等。其中預算經費部分需編列分年分期工程經費並說明年度計畫經費總額，如有必要的話可按『中央對直轄市及縣(市)政府補助辦法』規定等級說明中央補助及地方自籌配合款比例與金額。處理內容應包含工程、非工程與長期維護管理措施，治理工程之經費估計可參考農委會水土保持局於民國 93 年 7 月 22 日「七二水災災後土石災害緊急處理計畫」所附「土石災害處理項目平均單價表」。

除了文字敘述外，並需以及分期分區水土保持處理與維護一覽表及圖展示。基於確認各擬辦工程之用地與技術可行性，各工程需進行會勘，其會勘紀錄表應置於長期水土保持計畫之附錄中。

一、分期、分區水土保持處理與維護一覽表

表格內容應包含治理分區、治理期別與年度(短程、中程、長程)、工程名稱、座標位置、工程內容、數量、單價(千元)、預估經費(千元)及執行機關或單位，詳見表 10-1。

二、分期分區水土保持處理與維護順序圖

於圖上標明各期工程之名稱、內容、年度期程以及河溪上之樁號里程，並且各期處理分別以不同顏色標示，比例尺不得小於五千分之一為原則。

表 10-1 分期分區水土保持處理與維護一覽表

治理分區	治理期別	年度	工程名稱	座標位置		工程內容	數量	單價(千元)	預估經費(千元)	執行機關
				X	Y					
上游發生段										
中游輸送段										
下游淤積段										
非工程措施										
總計										

10-2 預期效益

一、規劃目的

以長期水土保持計畫預期達到之治理效益說明規劃目的。

二、直接效益

(一)依據水土保持處理與維護性質及功能，其直接效益包括保護人員生命效益、減少地上物損失效益、增加土地利用效益、防砂效益、涵養水源效益、減少工程維護效益、增進交通及觀光效益等。

(二)保護人員生命效益係指因實施水土保持處理與維護措施後，降低水土災害發生之規模及頻率，使得保護範圍內人員生命免於被威脅之效益，可以人員數目或金錢衡量之。

(三)增加土地利用效益係指因實施水土保持處理與維護措施後，降低水土災害發生之規模及頻率,可以增加土地利用之效益。

(四)減少地上物損失效益係指因實施水土保持處理與維護措施後，降低水土災害發生之規模及頻率，可以減少農作物、屋舍、公共設施、古蹟等損失之效益。

(五)防砂效益係指因實施水土保持處理與維護措施後，降低水土災害發生之規模及頻率，可以減少土砂生產及流出之效益。

(六)涵養水源效益係指因實施水土保持處理與維護措施後，降低水土災害發生之規模及頻率,可以增進土壤涵養水源之效益。

(七)減少工程維護效益係指因實施水土保持處理與維護措施之後，降低水土災害發生之規模及頻率，促使各項工程維護經費降低之效益。

(八)增進交通及觀光效益係指因實施水土保持處理與維護措施後，降低水土災害發生之規模及頻率，不僅可以減少交通中

斷所造成之商業、生產及工程等損失，亦可增加區域觀光之收入。

三、間接效益

(一)依據水土保持處理與維護性質及功能，其間接效益包括社會效益、生態環境效益及風險管理效益等。

(二)社會效益：

1.保護人民生命及財產安全、穩定計畫區域人心、提升居民之積極進取心與生產力。

2.保護流域內公共設施、交通動線與公共設備安全。

3.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。

4.在地人參與土石流及崩塌地源頭整治，除增加重建區就業機會外，激發居民建立出愛鄉、愛土之新價值觀。

(三)生態環境效益：因整體治理而增加水土涵養功能、減少土壤沖刷、崩塌地面積、改善區域環境，提供動植物較佳之棲息環境、強化山坡地管理監測，確保國土資源永續利用等皆屬於生態環境效益。而下游則有維持河川防災功能，包括確保河川區域環境安全、河堤美化、規劃親水性及自然型態等具有親水、遊憩功能之水域等係屬此部分之效益。

1.流域水土資源涵養功能增加，提高區域土壤地力，減少侵蝕。

2.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。

3.強化山坡地監測管理，確保水土資源永續利用。

4.自然、人文環境協調，塑造水與綠之生活環境。

5.規劃親水性及自然型態之整治工法，強化自然生態環境，增強環境抗災能力。

(四)風險管理效益：除了工程治理措施之外，長期水土保持計畫應特別重視非工程之風險管理措施，來降低致災風險，它涵括規劃疏散避難路線、選定避難處所、建構觀測系統、建立自主防救災組織(或社區)、防災演練等，其具體效益除可達到避災效果外，亦能增進社區自救復原能力，可以在極短時間內通過社區有效管理制度迅速復原，以減少災害之損失。

(五)間接效益難以量化，雖然可以透過工程實施後之問卷或現地調查方式取得相關數據進行分析，惟基於規劃階段之益本比分析需求，必須先行加以量化。因此，建議可採用直接效益總和之 20% 計算之。

四、效益評估

綜合以上各項直接效益之採用時機整理於表 10-2 中以供參採，而效益評估方式茲歸納如表 10-3 所示，並以其計算工程施行益本比，評估計畫實施效益。

表 10-2 直接效益評估時機一覽表

直接效益項目	評估時機
人員生命保護效益	當設計之治理措施可降低土石流之機率、規模或減少土石流危害範圍時。
土地利用效益	
地上物保護效益	
防砂效益	當有崩塌、沖蝕、河道沖刷等防止土砂量發生或防砂壩等攔阻土砂流出之治理工程。
洪水減量、水源涵養效益或滯洪效益	當有植生或崩塌治理等減低集水區逕流量之工程。
工程維護效益	當治理措施能避免或減少土石流發生頻率，或降低土石流影響規模，使河道水工受損減小時。
交通及觀光效益	當治理工程可降低土石流規模與範圍，進而消除或減少土石流對道路及景觀區的危害時。

表 10-3 直接效益與間接效益計量方式一覽表

效益	項目	計量方式	單位	說明
直接效益	人員生命保護效益	人口數	人	以影響範圍變更而免除水土災害威脅之人口數計算。
		人口數×生命價值	元	1.參考「土石流災害救助種類與標準」，人命補助 20 萬/人。
	土地利用效益	增加受保護面積×土地生產(或利用)單價	元	工程治理前、後土砂危害範圍之減少，可因而提高土地之利用價值，故可採用『增加受保護面積與土地單價乘積』計量之。
	地上物保護效益	作物保護效益(面積×單位面積收益)	元	參考「土石流災害救助種類與標準」，農田魚塭埋沒 5 萬/每公頃，流失 10 萬/每公頃。
		屋舍保護效益(數目×修建費用)	元	參考 921 房舍毀損補助，定每間 20 萬元。
		古蹟保護效益(古蹟數量×價值)	元	分為一級古蹟(國家)、二級古蹟(直轄市)及三級古蹟(縣市)
		公共設施保護效益(公共設施數量×修建費用)	元	分別依各類公共設施計算之。
	防砂效益	河道減淤效益(整理面積×深度×單價)	元	每立方公尺 75~150 元(參考工料分析手冊概估)。
		水庫減淤效益(清淤量(立方公尺)×單價)	元	採用機械浚渫的清淤單價，每立方公尺約為 200~500 元，可採中間值 350 元/立方公尺。

效益	項目	計量方式	單位	說明
直接效益	洪水減量、水源涵養效益或滯洪效益	洪峰流量降低效益(1)(逕流係數)	*cms*	以合理化公式或單位歷線法計算之。
		洪峰流量降低效益(2)(集流時間)	*cms*	系列防砂壩可以減緩河溪坡度，達到增加集流時間及降低洪峰流量之效果。
		防砂壩上游蓄水效益(1)(涵養水量×水價)	元	防砂壩上游貯砂之孔隙體積與水價相乘計量之。
		坡面土體蓄水效益(2)(涵養水量×水價)	元	以洪峰流量降低量與原水單價相乘積計算之。
	工程維護效益	工程維護效益(工程費5~10%)	元	水土災害減少所降低之工程維護經費
	交通及觀光效益	土石量×清除單價	元	土石量為以影響範圍推估道路淤埋長度，乘上路寬與估計土石深度
		可增加觀光或商務人數×平均一天消費	元	含食宿平均消費 3000 元/人
		減少道路阻斷天數×平均日生產事業總值	元	事業總值=主要觀光區總產值=主要觀光區遊客人數×平均消費
間接效益	社會效益	直接效益總和之 20%。	元	因間接效益難以量化，以直接效益總和之 20%作為間接效益之量化依據。
	生態環境效益			
	風險管理效益			

五、經濟效益分析

水土保持處理與維護之經濟效益評估係以效益與成本之比較作為衡量效率之基準。

(一)計畫成本

1.固定成本

(1)年利息：總投資金額以總經費增加 6%概估。

(2)年償債基金：依總投資金額為準，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%。

(3)年中期換新準備金：併運轉及維護成本計算。

(4)年稅捐保險費：一般以工程建造費之 0.12%為保險費，0.5%為稅捐費，合計為 0.62%。

2.運轉及維護成本：年中期換新準備金及運轉維護成本，以工程建造費之 3.0%計。

(二)效益分析：效益分析為以益本比估算之，如下式所示。

$$I = B \div C \qquad (10\text{-}1)$$

式中，I=益本比；B=整治後計畫區域之總效益；C=整治計畫投資之總成本。

第十一章 管制事項

針對土石流特定水土保持區於劃定之後至廢止之前，說明其限制開發之事宜與管制措施。

《說明》

視該特定水土保持區之需要，於長期水土保持計畫說明管制原則、管制區域、管制方法及管制時程，並以條列方式陳述。

11-1 管制原則

特定水土保持區乃屬於曾經或可能發生崩塌、土石流者，因其具有高度災害風險，並基於水土資源保育之理念，區內除了植生造林、重大水資源建設、不涉及一定規模以上之地貌改變及經環境影響評估審查通過之自然遊憩區外，禁止其它任何開發行為，特別是沖蝕崩塌敏感區及土石流潛勢溪流影響範圍更是嚴格禁止任何擾動之行為。為遵循法令宗旨與維護特定水土保持區，因此將特定水土保持區列為重要保護之管制區。

11-2 管制區域

特定水土保持區在公告廢止前，區內土地之經營、使用及管理均應遵守本章所述及水土保持法之規定，不得有私自開發之行為。

11-3 管制方法

一、依據水土保持法第 19 條第 2 項規定:經劃定為特定水土保持區之各類地區，區內禁止任何開發行為，但攸關水資源之重大建設、不涉及一定規模以上之地貌改變及經環境影響評估審查通過之自然遊憩區，經中央主管機關核定者，不在此限。

二、特定水土保持區內之公、私有土地之水土保持義務人(水土保持

法第四條規定為該土地之經營人、使用人或所有人)，除了土地經營或使用需遵守法規外，亦應配合長期水土保持計畫實施相關處理與維護措施。

三、特定水土保持區之開發建設申請案，需先徵得管理機關之同意，目的事業主管機關始得核發開發或利用之許可。

四、依非都市土地使用管制規則第五條規定非都市土地使用分區劃定及使用地編定後，由直轄市或縣(市)政府管制其使用(特定水土保持區之劃定即屬於非都市土地使用分區之劃定及編定)，並由當地鄉(鎮、市、區)公所隨時檢查，其有違反土地使用管制者，應立即報請直轄市或縣(市)政府處理。鄉(鎮、市、區)公所辦理前項檢查，應指定人員負責辦理。

五、直轄市或縣(市)政府為處理前項違反土地使用管制之案件，應成立聯合取締小組定期查處。前項直轄市或縣(市)聯合取締小組得請目的事業主管機關定期檢查是否依原核定計畫使用。

六、特定水土保持區除了依照長期水土保持計畫逐年編列經費治理與管理外，倘若遇天然災害導致嚴重災情，基於維護安全之重要性，應予以優先治理。

七、特定水土保持區內若發生超限利用之情形，應由主管機關參照山坡地保育利用條例施行細則第 6 條第 1 項第 2 款所規定之期限，通知水土保持義務人限期改正，並輔導實施造林，如屆期不改正者，主管機關應依據水土保持法第 35 條之規定處罰，並得依下列規定處理：

(一)放租、放領或登記耕作權之山坡地屬於公有者，終止或撤銷其承租、承領或耕作權，收回土地，另行處理；其為放領地者，已繳之地價，不予發還。

(二)借用、撥用之土地屬於公有者，由原所有或管理機關收回。

(三)土地為私有者，停止其使用。

(四)地上物由經營人、使用人或所有人依限收割或處理；屆期不為者，主管機關得逕行清除，不予補償。

八、土石流危險區之公有山坡地，僅限出租造林，其它類別土地不予辦理出租。

九、已承租之土地，承租人申請退租或違約使用，經出租機關終止租約收回者，均交由林務機關實施造林。

十、依森林法第 10 條，森林有下列情形之一者，應由主管機關限制採伐：

(一)林地陡峻或土層淺薄，復舊造林困難者。

(二)伐木後土壤易被沖蝕或影響公益者。

(三)位於水庫集水區、溪流水源地帶、河岸沖蝕地帶、海岸衝風地帶或沙丘區域者。

(四)其他必要限制採伐地區。

十一、依森林法第 21 條，主管機關對於下列林業用地，得指定森林所有人、利害關係人限期完成造林及必要之水土保持處理：

(一)沖蝕溝、陡峻裸露地、崩塌地、滑落地、破碎帶、風蝕嚴重地及沙丘散在地。

(二)水源地帶、水庫集水區、海岸地帶及河川兩岸。

(三)火災跡地、水災沖蝕地。

(四)伐木跡地。

(五)其他必要水土保持處理之地區。

十二、辦理防砂壩上、下游河口淤砂疏浚時，應先擬定清淤計畫確

定挖砂範圍與坡度，並與最下游一座防砂壩保持安全距離，以免過渡疏浚造成輸砂不平衡而使壩基淘刷失穩。

十三、於束縮瓶頸段，當河水暴漲有巨石、浮木等雜物時，可能影響排水順暢，故若中、上游兩岸枯倒樹木或其它雜物已堆置阻礙排水之虞時，應儘快清除。

十四、特定水土保持區內如有重要道路，公路主管機關應配合實施水土保持設施之處理與維護，包含道路安全維護、搶修或改善工程等。

十五、水土保持法第 18 條第 2 項規定:長期水土保持計畫每五年應通盤檢討一次，並得視實際需要變更之；遇有特殊需要者，並得隨時報請直轄市主管機關層轉或逕請中央主管機關核准變更之。

十六、除相關法令規定外，視特定水土保持區實際情況制定必要之管理事項。

11-4 管制時程

依據特定水土保持區劃定與廢止準則第 9 條規定：「特定水土保持區其一部份或全部無繼續存置之必要時」，特定水土保持區管理機關得擬具特定水土保持區廢止計畫，並徵求相關目的事業主管機關、土地所在地之直轄市、縣(市)政府意見，層轉中央主管機關核定公告廢止。

第十二章 特別說明事項

對於特定水土保持區內採用工程措施治理時，如有採用特殊工法或需特別注意事項者，應予以說明。

《說明》

說明區內是否有需要特別注意之治理或保全對象以及須以特殊或綜合工法處理之地點，並列出其範圍、工法內容、設計原則及理由。

例如泥岩或紅土等特殊地區之植生工程、工址周邊或坡地綠美化工程，及蜂巢圍束網格護岸、砌石護岸、預鑄箱涵、多孔性檔土牆、魚道等生態工法，因考量防砂治水外之功能外，亦兼顧環境景觀與生態復育之特性。此外，嚴重土石流肆虐地區，區內保全對象如需加強安全保護措施，或特定水土保持區內有另外重要注意事項等均可說明。

第十三章 經費及來源

說明土石流特定水土保持區內擬辦治理措施內容、經費及來源，並予以排列優先順序。

《說明》

說明各治理措施之經費與來源，擬辦工程(措施)經費彙整總表中需包含措施編號、縣市鄉鎮村里、規劃年度、措施名稱、座標、內容、預估經費、經費來源(中央補助與地方自籌)，並排列優先順序，格式如表 13-1 所示。

表 13-1 擬辦措施經費彙整總表

措施編號	實施地區				建設措施				預估經費(千元)	經費來源	優先順序
	縣市	鄉鎮	村里	規劃年度	名稱	座標		內容			
						X	Y				
合計											