

# 土石流整治措施

土石流的發生是很難預測的，所以在事前必須要有所準備，譬如設置大壩、建置土石流預警與通報系統等等…；而在土石流發生後，也必須要有整治的計畫，譬如土石流防治工法，針對源頭段、輸送段、沉積段，做基本的填補與植林的動作，讓整個地區的基本結構能夠漸漸恢復過來。

而土石流的整治措施又可分為工程措施跟非工程措施，所謂的工程措施所涵蓋的範圍包含大壩工程、土石流防治工法等等，需要實際去執行或建設的動作。而非工程措施所指的是資訊系統、預警系統等方面，其所要做的就是接收資訊並回報或是蒐集相關資訊作為紀錄。



防砂壩



防災應變系統

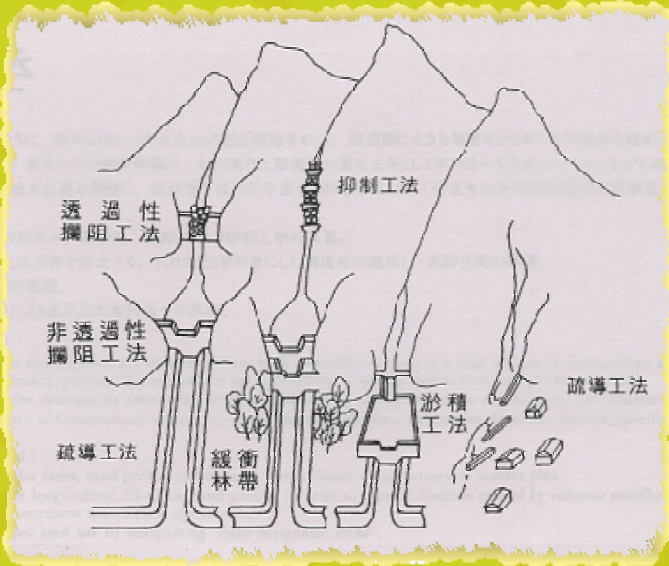


土石流防治工程

# 工程措施

土石流的工程措施主要是以土石流防治工法為主。

土石流之防治需從整體之觀點、依土石流發展之各階段（發生段、輸送段、沉積段）的特性，其防治原理包括減緩河道坡度、增大溪床寬度、脫水、減少衝擊力，：



土石流防治工法配置示意圖



土石流各階段治理方法

從上游至中游可分為三個段面，上游發生段的源頭治理、中游輸送段治理、下游沉積段治理，治理原則：

上游發生段	源頭治理，土石減量
中游輸送段	土石控制
下游沉積段	土石不增量

## 【發生段治理】

### 【排除滲流水】

大量的水是導致土石流發生的原因，因此要盡量排除，可以在溪床上有厚層堆積物的場所埋設排水管，將滲流水集中排除。



在坡面上設置縱向、橫向排水設施，將滲流水及土中排出，以免造成地表逕流，沖刷表層土壤。

### 【防止堆積物表層發生地表逕流】

當厚層堆積物發生全面性地表逕流時，很容易引發土石流，因此可以在堆積物表層以鋪床工將地表逕流與堆積層隔絕，以減低土石流發生之可能。



由圖中顯示，將河道整平後，鋪設礫石於河道兩岸及河床底部，使地表逕流水與堆積層隔絕。



### 【危石移除與危木截短】

將溪床上的厚層堆積土砂挖除，並將邊坡傾斜危險之樹木枝幹部分截短，以防止土石流的發生。



將邊坡上傾斜之樹木截短或移除，以免應鬆散土壤或斷枝樹幹增加土石流生成之料源

### 【裂縫填補】

為阻截地下水竄流，應將地表裂縫處填補起來，回填材料運用原地土方，尤以具阻水作用的黏土為佳，裂縫填補後還必須同步完成高密度的植生處理。



將坡地上之裂縫填補以防地下水流竄造成地表逕流

### 【打樁編柵】

為固定不安定的土石、改善坡度、防止沖刷，形成有利植物的生長環境，可使用萌芽樁或雜木樁，依適當距離打入土中，並以竹片、PE 網、鐵絲網等材料編織成柵，以穩定一般土壤的挖填方坡面以及崩積土或淺層崩塌坡面。



利用萌芽樁或雜木樁在裸露之邊坡上編織成柵以穩定土壤



## 【輸送段治理】

### 【減低土石流流速】

土石流的流速受到溪床坡度的支配，為了讓流速降低，可以採用防砂壩或連續性潛壩，除可增加溪床之粗糙度，另外壩體上游攔阻淤積土砂，可使溪床坡度減緩，而達到減緩流速的功效。



於河床上構築防砂壩或連續式潛壩以減低河床坡度降低水流流速

### 【使土石流脫水】

土石流因為大量水流的作用而快速流動，一旦脫水後就會慢慢停下來，因此在溪床上可設置梳子壩或鋼管樁壩等具透水性之防砂壩，或以水準之格柵工鋪陳於溪床上，一來可以讓土石流減速，再來當土石流流經水準柵工時，水分可以向下滲透，而使水土分離，達到脫水之效果，促使土石流停止。



設置梳子壩或鋼管樁壩阻絕大粒徑塊石並使水與土分離

### 【攔阻土石流】

若為避免土石流流出溪穀，而必須使土石流在溪谷之流路內予以攔阻，則以防砂壩為必要手段，因此時土石流的撞擊仍大，故防砂壩之構築必須以較大規模的重力壩，甚或須以鋼筋予以補強。但欲消除土石流之撞擊力，則體厚度可能須厚達10 m以上，此等工程甚為可觀，因此變通方法即在防砂壩之上游面鋪以緩衝材料，以吸收土石流之動能。緩衝材料可用如廢輪胎、木材、土砂等，其中以土砂材料效果最好，未避免土砂材料之流失，其表面面可以蛇籠保護之，緩衝土砂層之最小厚度不得小於1.5 m。



防砂壩有效阻絕土石粒料，防止土石沖刷至下游處堆積。

### 【設置土石流緩衝林帶】

在溪穀間營造樹林帶，使土石流在樹林立木的阻礙之下堆積下來，以樹林為緩衝區避免土石流直接侵襲。依據日本土石流現場調察，發現溪谷間若有樹林帶，雖然樹林會被土石流破壞而夾雜流木流向下游，但如果樹林帶厚度足夠，則流木與巨礫會被立木攔阻，而形成類似梳子壩之機能，並使土石流減緩甚至停止而堆積下來。此外土石流亦會因樹林的立木攔阻而分流，使其流勢變弱。以日本在1991年阿蘇外輪山所發生的土石流為例，因其在山麓上有厚達400~500 m的森林帶，使土石流能在此樹林帶內停止下來。此外，樹林立木亦有類似鋼管壩樁之機能，因此若能將土石流之流路以人工加以整平，只留下水流之通路，然後在溪穀中造林，待成林後，已可發揮抑制土石流之流動。



以樹林為緩衝區避免土石流直接侵襲



## 【沉積段治理】

### 【在流路上設置土砂堆積場】

土石流在狹窄的溪穀中流動，一旦溪穀變寬、溪床坡度變緩，土石流就很容易在這因為分流、脫水而減緩流速，因此在溪穀中若有寬闊且平緩之地形，可在這個位置的下游設置防砂壩，形成堆積場所，以容納向下流動的土砂。



於下游設置防砂壩以容納沖刷下之土砂堆積

### 【在穀口設置土砂堆積場】

土石流一旦流出穀口，就會因分流、脫水等作用而在穀口寬闊的地面上堆積，但因為土石流的流勢很強，往往要流出穀口一段距離後才會逐漸停止下來。因此可在離穀口 100 公尺以上的距離，及寬度約 30~40 公尺之扇狀地形內圍堤，形成沉砂池，以便土石流在沉砂池內安全地堆積下來。圍堤可用土石堆砌而成，或以混凝土牆圍之。



於穀口處設置沉砂池使土石流能在此處作一緩衝安全沉置



### 【在穀口設置緩衝林帶】

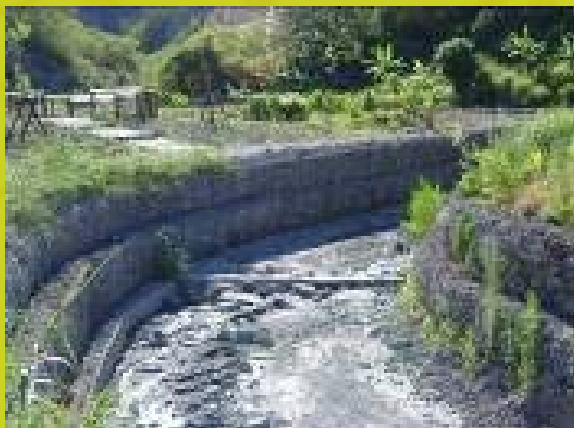
在溪穀出口處亦可營造大面積森林，使土石流在林木的阻擋下，因為分流而堆積下來。



於溪穀出口處營造森林緩衝帶讓土石流經過後能減緩其流速及分散土石。

### 【土石流導流】

土石流流出穀口處缺乏寬廣的地面可供土石流堆積，可以利用導流堤將土石流引導到安全的地帶，或以流路工使土石流在人工管道中安全排出。



構築導流堤將土石流引導到安全的地帶。

## 計畫推動情形

主要特色為簡化行政程式，充分授權，減少公文往返時間，各單位任務及分工明確，並編訂「土石流及崩塌地整體治理工作手冊」，並加強講習研討，以求表格及步調一致，並由災後重建會郭清江副執行長擔任總召集人。

### 【成立 13 個緊急處理小組】

由本會水土保持局、林務局組成，並結合學者及專業技師組成認養團隊，以專長相互搭配，分赴現場履勘診斷以及技術指導。並敦請災後重建會郭清江副執行長擔任總召集人。

### 【延請學者專家組成認養團隊】

計有水土保持、土木、大地、水利及應用地質等技師公會，以及興大、台大、屏東科大、成大、工研院能資所、中華水土保持學會等 11 個單位參與，協助諮詢及技術指導共 1,300 人天。

### 【舉辦在地人行前講習並編組】

由重建會、勞委會、本會水土保持局、林務局及有關單位學者專家，協助鄉鎮公所依需要分區辦理共 22 場次，招募訓練 2,020 人。

### 【完成危險崩塌地源頭裂縫勘尋及填補】

共 27 鄉鎮，面積 13,421 公頃，核定辦理緊急處理工程 975 件，總經費 374,541 千元。主要辦理崩塌地源頭裂縫填補、截導水工、危木截短及危石清除、崩塌坡面植栽，以及坡腳或淤積穩定處理等。

### 【僱用在地民眾從事土石流及崩塌源頭整治】






共 41,225 工作人天，讓在地人關心並辦理在地之土石流防治工作，並抒解生活困境。




### 【舉辦學者專家理念與經驗交流及成果發表會】

共辦理 7 場次。包括經驗交流、理念探討、學者專家認養責任區、工作進度、聯絡方式、鄉鎮協調會及民眾講習會、工作手冊及其他等有關事項，加以討論及協調連繫。研討會並實地野外操練。



# 防治工法各階段示意圖

段面	方法	圖面	
發生段治理： 土石減量	裂縫填補		
	危石與危木處理		
	坡面截導排水		
	打樁編柵與坡面植生		
輸送段治理： 土石不增量	減緩流速（固床工、潛壩、連續壩）		
	脫水		

	攔阻	
	緩衝林帶	
沉積段治理： 土石控制	沉砂池	
	土砂堆積場	
	導流工程	
	緩衝林帶	

土石流各階段治理詳細介紹（圖片來源：防災業務館）



## 非工程措施

所謂的非工程設施是指以現代科技的形式，能夠即時收集資訊與計算，並在短時間內提供資訊讓他人知道。

在土石流的危險地區中，非工程設施佔著非常重要的角色。因為，只要系統能夠準確的預測到並且做到提早通知，就有可能能夠讓原來可能面臨到的重大傷亡減為0。

### 【土石流預警與監測系統】

土石流災害之發生除少數如落石及崩塌係突如其來無法預先警示外，其他大部份均有發生之徵兆可事先注意加以防範。也因此，設置土石流的預警與監測系統就顯得相當重要。

土石流預警與監測系統的架構，依照跟物體接觸後的反應時間順序，依序是感應器、信號傳輸系統、數值運算器、警報器。

### 【土石流地理資訊系統】

地理資訊系統 (geographic information system, GIS) 是一種包含硬體、軟體、圖形與屬性資料的空間資料庫，它能夠藉由電腦設備與地理資料的組合，快速準確地提供空間資料的連結、儲存、規劃、查詢、分析及展示等功能。此外，拜電腦快速發展之助，其成果已可由二維空間轉換成以三維方式展示，或結合物件導向程式語言，另行開發執行軟體，在視窗、圖形工作平臺上作業，以建立適合各種需求與任務的決策支援系統。因此若將空間中的各項整合資訊應用於自然災害的防治當中，相信一定可以獲得極為顯著的成效。

地理資訊除了可應用於防救災技術的新興科技外，同時也有三個應用地理資訊系統技術實際應用於防救災科技。這三個系統分別是「利用遙控無人飛行載具進行土石流災區的監測」、「避難場所的決策支援系統」與「土石流災害應變中心」。

### 【土石流通報系統】

一般我們所講的土石流通報系統即是緊急聯絡人通報系統。

緊急聯絡人通報系統，是在當災害可能發生時，通知其他住戶緊急疏散，降低人員傷亡之可能，亦可透過該通報系統掌握傷亡人數或是災害狀況，以提供救災人員正確災情，加速救災時效。

# 一般山坡地災害介紹

山坡地因其地形、地質、土壤等自然條件下，易於颱風、暴雨、地震、以及人為不當開發時，發生嚴重土壤沖蝕、崩塌、地滑、土石流等現象。一旦發生前述現象，不但會使坡地上之各項建設或居民房舍受到不同程度之損害，甚至造成人命傷亡；亦會造成山坡下鄰近地區房舍及各項設施之損害。此總現象，一般稱為山坡地災害。山坡地災害，依照土體的運動形式，約可分成五類如下，並統稱為山崩(Landslide)。

## 【墜落 (Fall)】

墜落是體積大小不一的岩塊或土塊以自由落體的運動方式向下掉落，大多發生於陡峭邊坡或懸崖，向下掉落速度極快，有時發生在公路邊會傷及人車。

## 【傾翻 (Topple)】

傾翻是岩塊向下坡方向傾斜，然後發生滾落。岩層被兩組或兩組以上垂直節理切割成柱狀的岩塊最容易在自由面上發生傾翻。

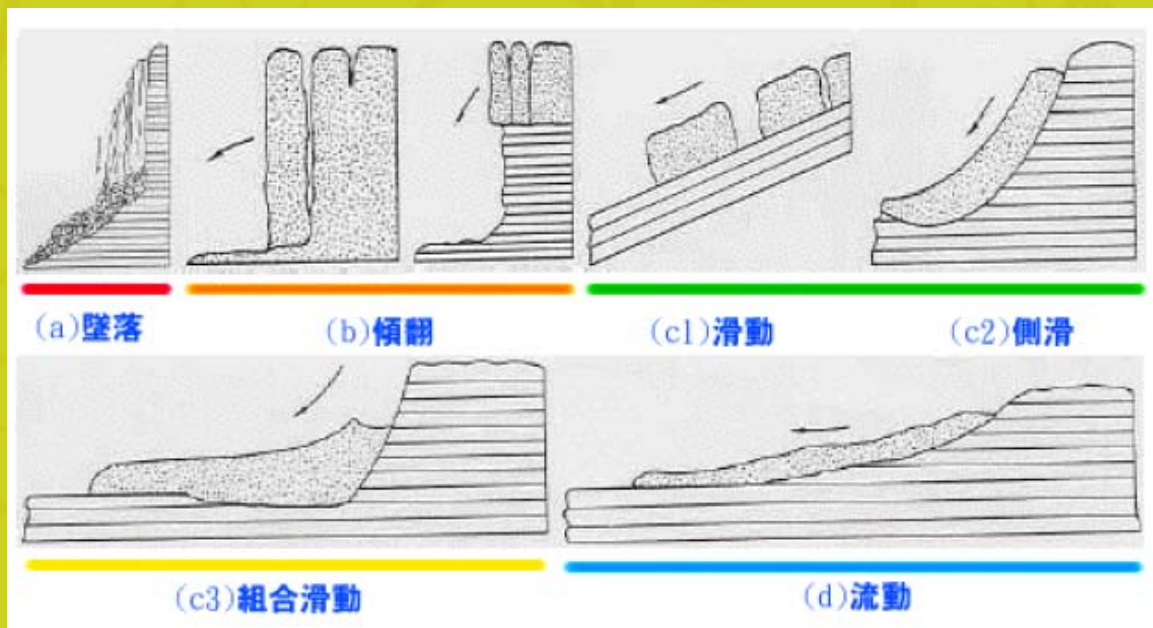
## 【滑動 (Slide)】

滑動是一種剪切式的移動，它可分為平面式滑動及旋轉式滑動；滑動常因地層排水不良而觸動，也常因坡腳被切除而引發，因此常發生於路邊邊坡及河道邊坡。

## 【側滑 (Spread)】

## 【流動 (Flow)】

流動是指土體像可塑性流體一樣的流動，土體流動不一定要含有大量水量；土體流動流速可由每年數公分至每秒數十公尺，流動很慢的叫潛(Creep)，流動較快的叫土石流(Debris Flow)。



山坡地災害土體運動形式



# 大壩工程介紹

## 【梳子壩】

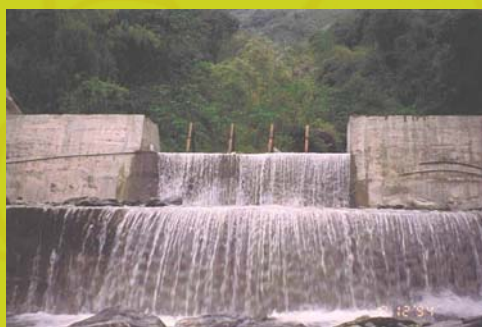
梳子壩顧名思義即是其外觀狀似梳子，在華山溪上游分別設置有一號、二號、三號梳子壩，最上游的為一號梳子壩，梳距 2.5 公尺、高 6 公尺；其次是二號梳子壩，梳距 2 公尺、高 6 公尺；最後為三號梳子壩，梳距 1 公尺、高 5.5 公尺。其功能和構造都大同小異，為土石流戶外教室的主要設施之一。

## 【功能】

梳子壩之間的縫隙在土石流來臨時，具備三層過濾的功能，最大顆的石頭在經過一號梳子壩時，會先由其攔下，剩下的土石再依序通過二號、三號梳子壩，最後流經下游的石流會因為層層的過濾後而減低其威脅力減低，將可能造成的傷害降到最小。另一方面由於梳子壩中間有間隙，可以讓往來魚群從中游過，所以就這方來說也做到了環保作用。

## 【功效】

有了梳子壩後，使得原本被雨水沖刷而飽含水分的大量土石，在滾滾而下的過程中，經歷三道阻礙，讓許多巨大的石頭在上游時就沈積下來，讓在下游的農田、民房、道路等設施所受到的衝擊變小，損失當然也減低，保護了華山村居民的生命財產安全。



梳子壩 (1)

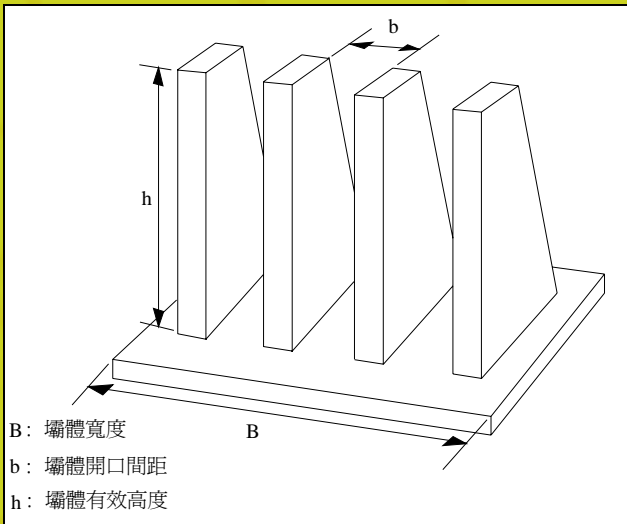


圖1 梳子壩模型示意圖

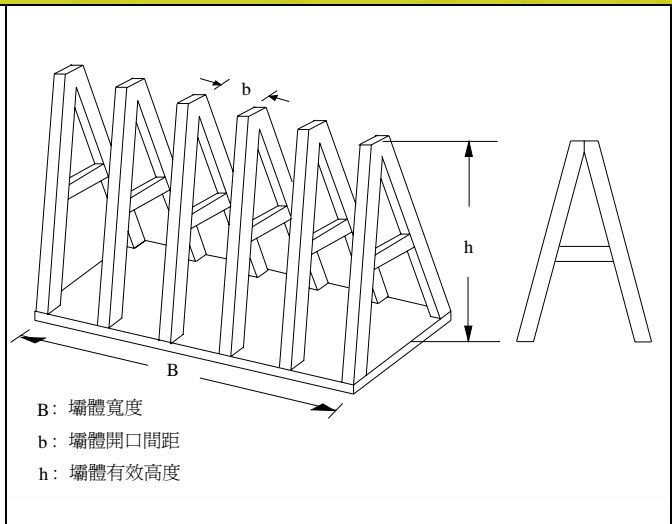
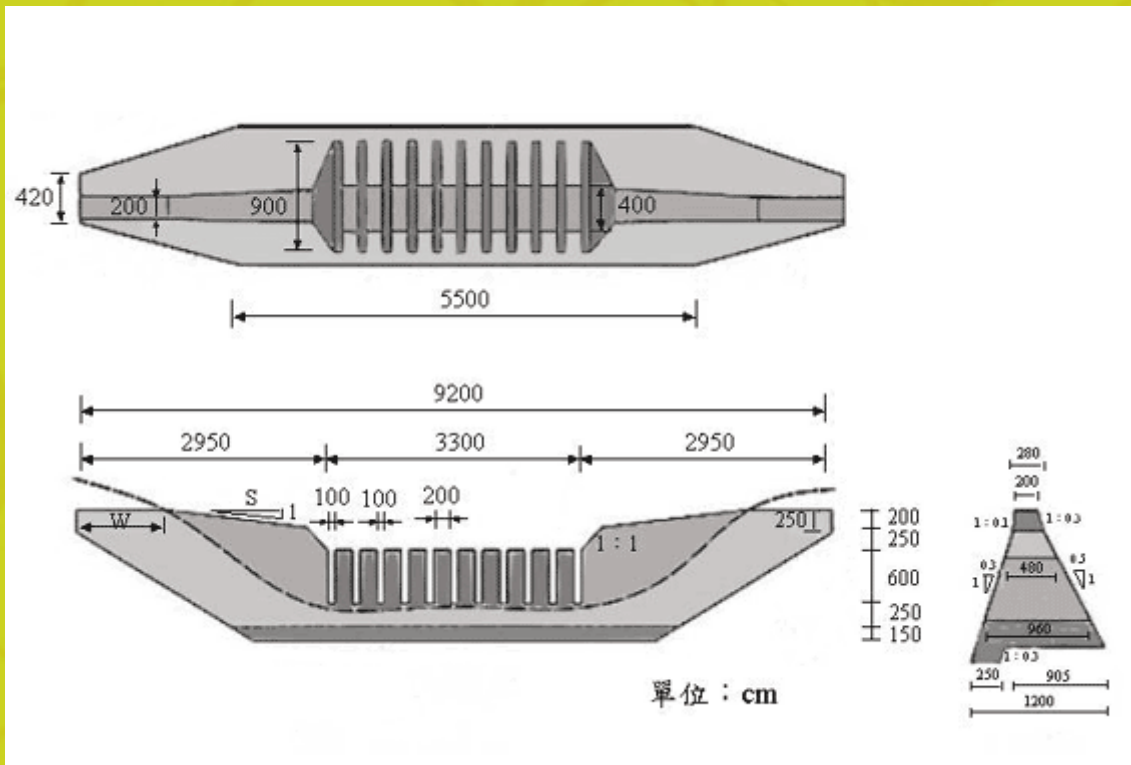


圖2 A型梳子壩示意圖

圖 梳子壩模型示意圖



梳子壩示意圖



## 【砌石壩】

民國 89 年 6 月土石流災害後，採用現地石材構築而成。壩體上下游面乾砌大石塊，壩心填充現地土石，具有拋物線外型及壩體表面粗糙化之特色，有別於一般重力是防紗壩，成為本區壯觀的一景。（出處：水保局 土石流戶外教室）

## 【功能】

砌石壩最主要的功用即是土石流來臨時，將流過的雨水做一阻擋，除了減緩土石流的衝力外，還可以阻擋一些砂石於壩底，讓上游面淤沙，下游面溢洪。

## 【功效】

有了砌石壩後，每當土石泥流流過就可先行淤積，讓流量及含沙量減少。



砌石壩近照圖

## 【攔砂壩】

『攔砂壩又稱為防砂壩』

### 【功能】

淤積土石，讓土石流分段沈積。

### 【功效】

土石流在經過攔砂壩一連串的阻隔後，所剩下的少量泥沙所造成的破壞自然就會減低。



由上游往下拍攝的攔砂壩



攔砂壩



攔砂壩原來興建的目的為穩定河床，防止河岸崩坍及防止砂石的流失。但是一個颱風過後，攔砂壩上方已堆滿砂石，便失去攔阻砂石的功能。且壩上砂石堆積使河床提高，河床坡度減緩，砂石河床加寬，水深變淺，流速變慢，河水暴露陽光下，水溫易受影響變動大，溶氧量減少，對魚類棲地造成永久的傷害。以烏石坑溪為例子：在烏石坑溪第4採樣站乾季時，全部溪水都成伏流水，表面河床乾枯達有6個月之久，魚類棲地全部消失，是最明顯的例子。



遭土石掩埋的攔砂壩

因為攔砂壩上方砂石堆積，洪水發生時砂石往攔砂壩下方衝撞。有的砂石衝入魚道而破壞隔板，2號壩及7號壩之魚道隔板無一個能倖存，就是此現象所致，魚道變成了滑水道。有的砂石堆滿魚道，乾季水位低時魚道便無水流。攔砂壩上游砂石堆積是魚道難以維護的主要原因。



攔砂壩遠觀圖

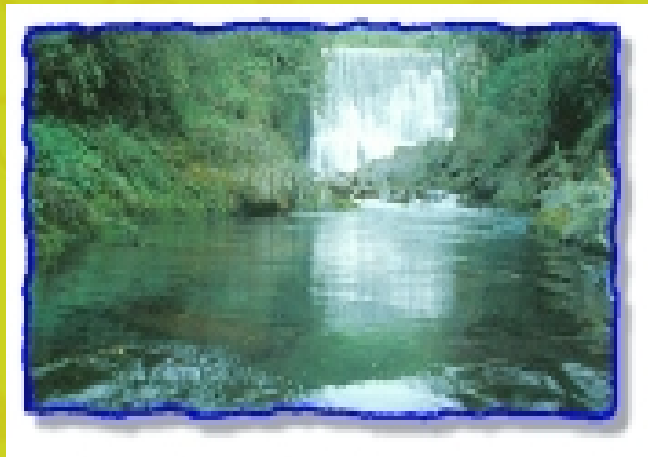
研究攔水壩對下游河川生態的影響，從地形學的觀點認為攔水壩的建立本身即是改變了原有河川的地形，將導致生態系列的改變，這才是影響河川生態的重要關鍵。



這是台中市大坑風景區的廂子坑溪，河道內的攔砂壩以方塊形消波塊堆成。



攔砂壩排水缺口，淤積石頭垃圾、塑膠袋等雜物，嚴重影響生態

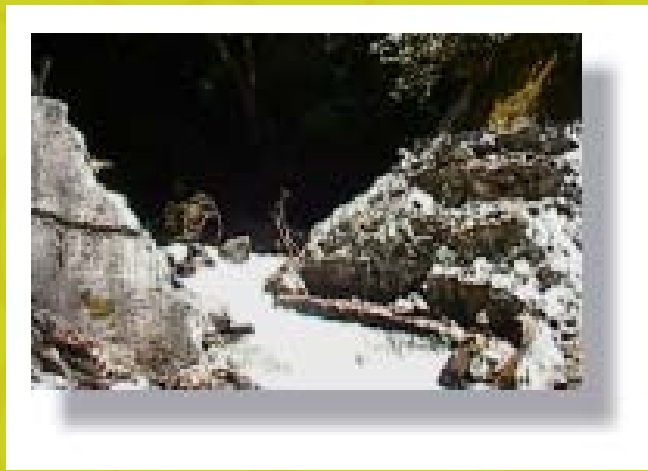


從鮭魚的眼光來看，攔砂壩是洄游旅程最後的終點。鮭魚永遠不知道上游還有天堂的存在





天然災害的力量往往使人措手不及，試想上游不可思議的砂石堆積如山，攔砂壩的命運可想而知



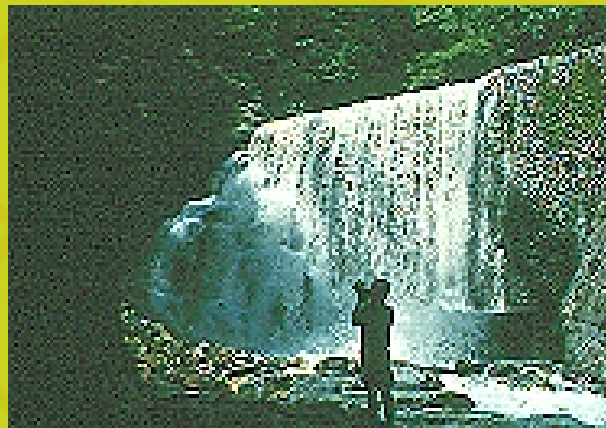
拆除攔砂壩的試驗行動幫助鮭魚擴張生存領域與尋求最適棲地。是最有效直接挽救族群的方法。

由於攔砂壩上游堆滿砂石，河床提高且平坦，洪氾時河水高漲，兩岸土質疏鬆的地方成了新崩坍地。攔砂壩下游因壩上水流向下沖刷，使河床侵蝕加倍嚴重，引起水色變濁，水中總固體溶解量增加。整體而言，攔砂壩雖然穩定了部分河段兩岸，但也增加了其他河段的崩坍及水質變差，對河川生態的影響是利少弊多。

攔砂壩不僅改變部分河段的物理環境、水質，同時也限制魚種分佈，阻隔魚類的洄游，對魚類族群的繁衍有負面的影響。因此如何減輕攔砂壩對河川生態及魚類族群的衝擊，乃是目前河川管理必需面對的問題。

經過水工模型測試，證明攔砂壩的設置，不僅沒有達到防砂、穩定河川流心的目的，反而還破壞環境生態，雪霸國家公園管理處強調，目前台灣河川中的攔砂壩約有三千多個，有關單位還有意增建，為避免對生態環境形成威脅，建請放緩腳步，同時深入評估攔砂壩是否有真正存在的必要性。

由雪管處執行的櫻花鉤吻鮭棲息地計畫中發現，攔砂壩的設置目的在防砂、穩定河川流心，不會經常改變河道，可是依現狀來講，成效似乎相當有限。



對鮭魚調查人員人來說，攔砂壩的存在方便於分段調查，但是卻也造成鮭魚面臨滅絕的危機

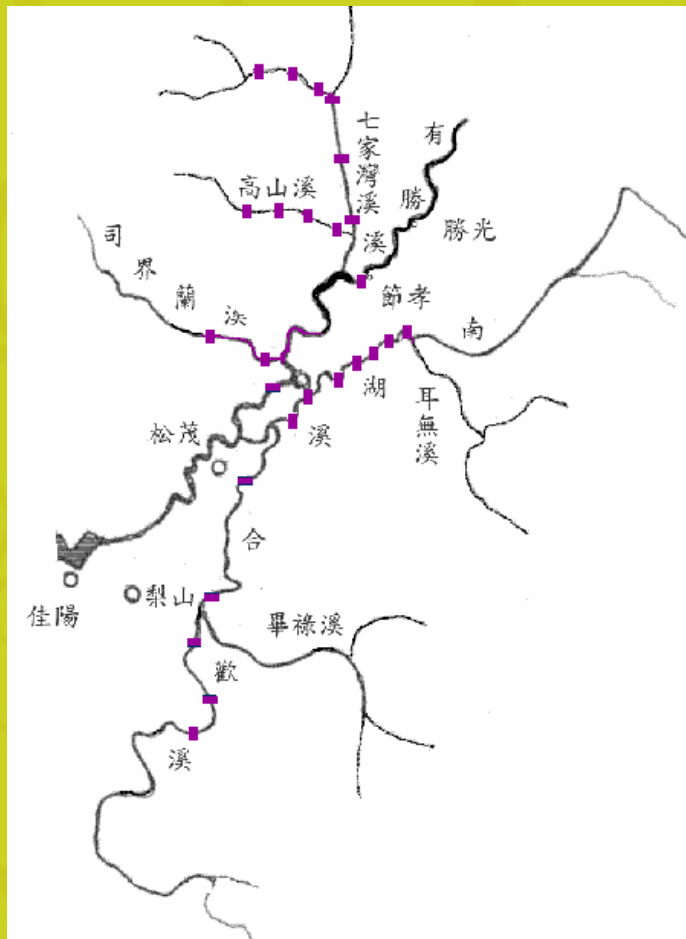
而攔砂壩的設置後，由於攔砂淤積使得河床變寬，水位變淺，水流轉緩，水溫升高，整個生態環境完全改變，原本呈V字型的河谷，變成U字型的河谷。

這樣大幅度的轉變，也就成為破壞櫻花鉤吻鮭棲息地的主因，造成其生存空間縮小，面臨絕種的危機。

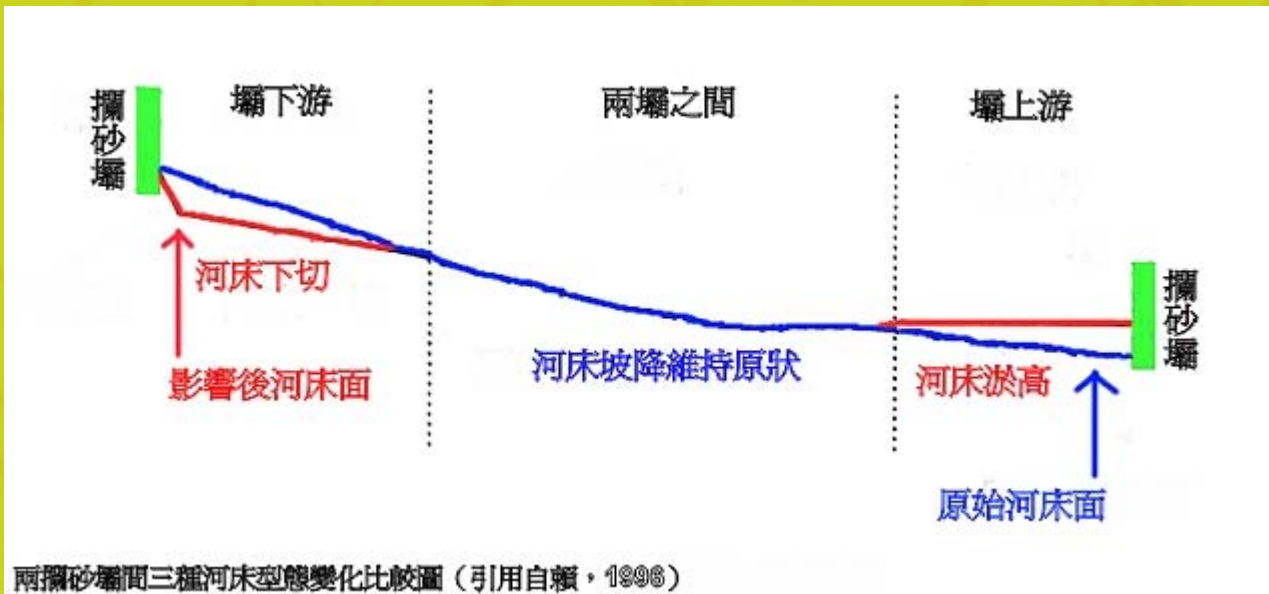
雪管處表示，目前在七家灣溪及高山溪(如下圖)共有十座大小不同的攔砂壩，雪管處正設法來改善環境生態，而經水工模型測試結果，最好是在攔砂壩打缺口，讓溪流恢復原始面貌。

另外，雪管處還說，目前攔砂壩是否發揮預期功能及有無存在必要，都有待進一步證明，有關單位還打算視情況增設，雪管處認為，此舉最好放緩，以免對環境沒有幫助，還形成更大的破壞。





這是大甲溪上游的示意圖，包括主流河段在松茂以上共有廿六座攔砂壩，圖中的小方便是各個攔砂壩的位置。其中櫻花鉤吻鮭僅存棲息地的七家灣溪及其支流高山溪流域若不計算副壩與破壩，總共有十座攔砂壩，



兩攔砂壩間三種河床型態變化比較圖 (引用自賴, 1996)

攔砂壩造成河床棲地改變

# 土石流預警與監測系統介紹

## 1. 土石流預警與監測系統之架構可分為 (感應圖)



### 【 感應器 】

獲取預警所需之資訊，如當地雨量、震動、音頻、衝擊力等；

### 【 信號傳輸系統 】

信號傳輸系統是將感應器所偵測到的資訊傳回數值運算器進行分析、比較等工作，信號的傳輸方式分為有線及無線兩種；

### 【 數值運算器 】

數值運算器負責將感應器偵測到的環境因數，與設定基準進行比較，當環境因數超過或進入警報之基準範圍時，運算器即可下達警報發佈之指令至警報器；

### 【 警報器 】

主要利用被動感測元件(Passive Sensing Components) 例如：將土石撞擊力量感測之拉力索(Tension Tendon)，壓力轉換器(Pressure Transducer)，荷重計(Load Cell) 固定於溪流兩岸岩盤或透過性防砂壩上；此外亦可利用地聲頻率感測裝置感知土石聲響；藉此在獲得警報指令後即可依令發佈警報，警報器為高效率的擴音系統。目前土石流之警報基準分為警戒及避難兩種。



壓力轉換器



# 地理資訊系統介紹

## 【地理資訊系統的發展史】

基本上，地理資訊系統的發展與空間資訊的應用，是息息相關的。所以地理資訊系統的起源，可以追溯到十九世紀人類對於空間資訊的運用開始，也就是地圖的運用。當時的地圖相當於圖形的資料庫，而描述地圖訊息的內容就相當於屬性的資料庫，兩者的結合可以說是一種地理資訊系統的雛形。

當然在電腦尚未蓬勃發展之前，這一雛形與理想的地理資訊系統有很大的差異。首先是在地圖上空空間資訊不宜有過多的疊層分析，太多的資訊將會造成資訊辨識的困擾，另一方面資料的即時更新有其困難，更重要的是圖形數據與屬性數據是難以共同連結與分析的。

這個問題直到二十世紀五〇年代才發生了改變，那時電腦已有了初步的發展，因此有人使用電腦來蒐集、儲存與分析各種航空攝影所獲得的資料，並使用電腦進行數據分析與資訊的取得，以作為處理問題的決策依據。但受限於當時電腦運算的能力，成效並不顯著，可以說是人類在這個問題上的嘗試期，所以二十世紀五〇年代可說是地理資訊系統技術的啟蒙年代。

進入六〇年代，地理資訊系統開始快速發展，最早是由一位加拿大籍的土地測繪學家唐林森 (R.F. Tomlinson) 提出地圖數字化管理分析的構想開始，這也是日後地理資訊系統開始發展的濫觴。他在一九六二年開始使用電腦進行森林的分層管理與統計分析，並獲得相當良好的結果，因此在加拿大政府的大力協助下，於一九六三年製成世界第一套的地理資訊系統，並提出了地理資訊系統這個專業術語。同時，美國哈佛大學的電腦圖形研究室也開始積極投入電腦地圖的分析系統，並且發展出名為 SYMAP 的一套地圖分析軟體。

七〇年代可說是地理資訊系統鞏固、發展階段。此時電腦技術已逐漸成熟，電腦設備也逐漸走入學校及各研究機構中，更重要的是電腦系統當中一個不可或缺的夥伴——磁帶，也在此時發展成熟，可提供電腦進行大量的數據儲存，特別是在空間數據的輸入、儲存、檢索與輸出提供了強而有力的協助，促使地理資訊系統朝向應用方向迅速發展。當時世界許多國家，例如加拿大、美國、日本、西德、瑞典等，都相繼發展屬於自己的地理資訊系統。此時，地理資訊系統這一技術，已受到政府、學術研究單位與業界的極度重視，而成為一個令人注目的新領域。

八〇至九〇年代可說是地理資訊系統普及與應用的階段。由於電腦硬體的成功發展，並且推出圖形工作站與桌上型個人電腦之故，使得地理資訊系統被廣泛應用於許多不同的領域；另一方面，由於網路的建立，使得地理訊息傳輸的能力大為提升。

地理資訊系統的軟體與硬體的發展，使得它可以用來解決許多公共工程規劃，如道路、人口分佈、管線等問題，並且還可將其應用於複雜的區域發展分析，例如土地的合理應用、都市的發展及人口規劃與佈置等，使其成為投資與決策不可或缺的資訊之一。此外，將地理資訊系統與遙感探測所獲得的資料結合，可成為分析全球性問題的有效工具，例如全球荒漠化、土地適宜性評估、酸雨現象、環境資源評估、溫室效應等影響人類生存或發展的各項重要議題。

時至今日，藉由地理資訊系統的幫助，人類在針對問題作決策時的想法與習慣早已有所改變，我們的日常生活也日漸受其影響。未來，地理資訊系統極有可能成為桌上型電腦系統的一部分，就如同現有的文書處理、簡報、試算表等，成為電腦系統的基本功

能之一。也就是說，地理資訊系統未來將走入我們的生活中，成為日常生活的一部分。



## 【地理資訊系統與防災科技的關係】

近年來，隨著科技資訊的突飛猛進、個人電腦效率的提升、視窗作業環境的普及、網際網路的快速崛起與嵌入式作業系統的發展，再加上網際網路地理資訊系統技術、元件式地理資訊系統技術的發展，已逐漸改變了地理資訊系統發展的趨勢。這些科技資訊的發展，促使桌上型地理資訊系統與攜帶型地理資訊系統應運而生。

地理資訊不單可以透過多種不同的管道與介面，例如個人電腦、網際網路、個人數位助理（PDA）或行動電話，供使用者運用，使用地理資訊技術的成本也大幅降低，人們再也不需要花費大筆資金，購買昂貴的硬體與軟體，使得地理資訊系統得以走入普羅大眾的日常生活中，地理資訊系統的普及化已然成為未來發展的新趨勢。這樣的發展除可增進人類生活的便利與水準外，當災害發生時，就能轉變成災害評估與控管的利器；目前應用於災害控管的新科技，多集中於電子地圖、個人數位助理等方面。

對於電子地圖而言，基本上多是以網站的型態呈現於世人面前。一般而言，該類型的網站以提供生活資訊為主，配合電子地圖與地理資訊系統等功能，提供民眾有關食、衣、住、行、育、樂等相關生活資訊服務。

以「臺中任逍遙」網站為例，該網站提供了一個將地理資訊系統的電子地圖與生活資訊結合應用的良好範例，在地圖中囊括了生活上的食、衣、住、行、育、樂等訊息，透過圖形展示出來；另外，使用者可以透過多種查詢方式獲取生活資訊，如路名查詢、區域範圍查詢、地標查詢。地圖內容則包括購物、休閒旅遊、醫療、文化、政府機構、以及重要地標等22類生活設施，堪稱是目前台中市資料最完整的生活資訊網站。

此外，該網站所建立的相關內容，也是災害發生時不可或缺的重要資訊，例如相關處置及人員車輛指派、避難地區的位置、急救站的位置、公部門的相關位置等。因此電子地圖的功用，於承平時為生活資訊的來源，在災害發生時即成為緊急救難的重要資訊。

隨著電子時代的來臨，利用電腦處理個人事務已越來越普遍，然而筆記型電腦在電池容量、體積、重量上還是無法方便到可以長期隨身攜帶。如果使用者只需用到「電話本」、「記事本」這種如殺雞般的功能時，動用到如牛刀一樣的筆記型電腦反而不見得合適，雖然筆記型電腦的速度快、容量大、功能多，但是個人數位助理也能適度地提供這樣的需求。

目前個人數位助理的資料建構方式，有無線資料傳輸、記事本、無線通訊、手寫輸入、快閃式記憶體等，以及具有文數字、圖形、影像資料處理等多項功能，體積小容量大，已成為未來行動通訊的主流趨勢，也是環境保育、工程查報與災害工作控管的重要工具。

上述的科技若能與地理資訊系統結合，將其應用於防災業務等方面，相信一定可以發揮極為有用的功效。接下來就讓我們一同來瞭解，目前地理資訊系統應用在防災業務上的最新發展，以及未來可能的發展方向。

## 【以遙控飛機執行監測】

臺灣的山坡地分佈極廣，約占總面積的四分之三，各地區的災害發生原因並不相同，加上地勢險惡、交通不便且具危險性，通常在災害例如颱風、地震等發生後，人員無法深入災區查看受災程度。為了爭取時效與掌握救災重點，以及日後評估復建成效，通常使用遙感探測技術進行災區問題的監測。所謂「遙感探測」是利用航空載具攜帶感測儀器，從空中蒐集地表上各種光譜資料，加以處理、分析、解釋，以瞭解地面目標物特性的技術。進行遙測的載台種類甚多，一般耳熟能詳的有衛星、飛機、熱氣球等。

對於土石流災區而言，由於災害發生位處山區，災情分布又極為廣大，若使用上述的載台除了拍攝費用昂貴之外，準備工作也需花費一段時間，對於災害地區的搶救與復舊，顯得緩不濟急。於是人們嘗試使用另外一種價廉且可快速獲得災區影像的方法，雖然所獲影像品質與其他載臺所拍攝的影像仍有一段差距，但災區搶救，時間第一，利用遙控無人飛行載具進行災區監測，是目前較為可行的方法之一。

## 【載具簡介與應用說明】

飛行載具：目前以[旋翼機]及[飛機]兩種為主



### 旋翼機

優點：起降時較不受場地限制  
靈活度高  
機動性強

缺點：操控不易  
酬載重量(4KG)有限



### 飛機

優點：可根據實際需求來製作各種不同種類或大小的飛機  
操控比較容易  
酬載重量大(8-10KG)  
可攜帶多種儀器  
穩定性高

缺點：起降時受場地限制較大  
靈活度較差



## 【電子儀器及設備】

飛行載具包含[空中作業設備]及[地面控制站]設備兩部份，除了基本的設備外尚有為提升航拍技術而研發之電子控制儀器

### [空中作業設備]

#### 作業雲台

攝影器材(DV 攝錄影、相機、數位像機)

微波發射系統：將影像傳送至地面

遙控器接收器

載具姿態穩定器：穩定飛行載具之姿態

GPS 即時傳輸資料系統

GPS 高增益天線：接收 GPS 訊號。

GPS 資料 / 影像記錄器：儲存 GPS 資料、影像於同畫面

GPS 資料 / 影像回傳系統 將資料、影像回傳至地面上

GPS 拍照記錄器：紀錄拍照影像之 GPS 資料



[地面控制站]



遙控器 / 放大器 / 助波比表 / 天線



GPS 複頻無線電解碼器



無線電發射機  
DTMF 接管 PCM 遙控器



監看螢幕 / 影像及 GPS 接收器  
電腦及電子地圖

每一種遙控無人飛行載具都會受到飛機酬載重量及體積的限制，較大機身及發動機雖然具有較高的酬載量，卻有耗油及操控不易等缺點，故在載具及酬載器材的選擇上須妥善評估，以避免發生適用性的困擾。



## 【土石流災情分析系統】

遙控無人直昇機於災後可迅速攜至現場，經規劃飛行路線後，即可起飛執行任務，將災情以相片（正片）方式拍攝，拍攝後重新洗成照片，使用掃描器將照片數位化，並進行影像的幾何校正。所謂影像幾何校正，就是將拍攝回來的影像，配合適當的地圖與參考座標系，經由數學公式的轉換，就可獲得一幅具有地理座標系統的影像。

這類資訊透過地理資訊系統並結合數位元地形模型（digital terrain model, DTM）等資料，就可評估分析災區土石流所造成的影響，如面積、土方量、工程受災情況……等，利用上述資料即可發展出「土石流災情分析系統」。此一系統可提供空間查詢分析功能，彙整並分析災情與變遷的各種情況，特別是在受災面積的計算（水準／立體表面積），以及土石方量等問題的評估方面極具功效。此外，它還具備立體動態飛行模擬能力，可以提供使用者自訂飛行路線、高度、視野，以監測土石流災情或土地變遷的場景。

數位元地形模型（DTM）是利用電腦，以數位元化的方式將地貌特徵記錄下來，因此我們也稱之為數位元高度模式（digital elevation model, DEM）。數位元高度模式並非只是單純的地貌高度資料，我們可以利用這些點與點的數位化資料，進行類似在等高線地形圖上的分析，以取得如稜線、水系、坡度、坡向等資料。現今全臺灣已經完成了40 × 40公尺的規則網點地形高度資料。

最後將前面所述的各種資料加以整合，透過地理資訊系統就能以視覺化的方式展示土石流災情及土石流災後的模擬情境圖。



## 【避難場所決策支援系統】

地理資訊系統的另一項功能就是建立「避難場所的決策支援系統」，以規劃都市緊急避難據點。由於當前國內各都會地區尚無避難路線的規畫，一旦災害發生，人員疏散將是一項極大的考驗；因此，此一決策支援系統是以逃生避難者的角度作為切入點，進行思考。一旦當災害發生時，該往何處去？哪些地方是合適的避難場所？如果避難場所無法使用、額滿或避難道路受阻，該如何應變？是不是另有可行的替代方案？這些都是決策支援系統所探討的重點。

另一方面，由於災害發生時會導致水電、通訊中斷，影響臨時安置所的生活機能，也造成政府在救災指揮及聯繫協調上的困難，無法充分發揮其調配與支援的功效。如果能事先選定避難場所，對政府在防災、救災、安置、重建及調查統計方面都有相當的助益，同時可以避免產生二次災害，造成民眾生命財產更大的損失。

此一決策系統採用國內外相關文獻及九二一大地震的現況調查，做為規劃未來避難場所的基準，以此規畫基準做為逃生避難路線與區域選擇的依據。此外，將逃生避難者的心理因素和避難行為，與避難場所的互動關係串聯起來，並參考九二一大地震後避難行為的現況調查，尋求較為合理的避難方式，再與適當的區位理論結合，使得避難逃生者有一較明確的逃生避難方向與選擇。同時也可以藉此評估目前避難場所區位的適當與否，並可預先規劃當避難場所無法使用、額滿或避難道路受阻時，其他替代的避難場所及逃生動線。

考量上述所探討的各項變因，並根據災害發生狀況與等級，定出某一地區的「緊急避難場所」、「臨時避難場所與臨時收容場所」及所謂的「中長期收容所」，並且規劃出合理的區位元選派模式。以一個相當典型的規畫案為例，首先利用地理資訊系統對某一地區進行基礎資料建置（道路、公共場所、消防、醫療體系等），根據遴選模式的評比，再考慮交通的狀況與災害範圍影響等因素，最後選擇出學校、公園、寺廟、停車場等地作為避難地區，進行災民的安置與災民的救助。當然這樣的系統，除可提供相關單位平時進行災前演練與物資調度外，一旦發生災害，也可使得災害所造成的影響降至最低。

## 【土石流災害應變中心】

最後談到另一個地理資訊系統的成功應用案例，那就是「土石流災害應變系統」的建置。建立此一系統的主要目的，是為了在颱風豪雨來臨時，有足夠的資訊提供給水土保持局土石流災害應變中心，以研判土石流發生的可能性，並適時發布土石流警報，讓民眾得以及時疏散。

此一應變系統是利用地理資訊系統與網際網路技術，將空間與屬性資訊結合，以提供展示、儲存、管理、分析與決策的決策支援系統。它不但可以進行多元化的資料展示，也可以充分提供管理單位多方面的資訊，以作為政策研擬的參考依據，提供管理者更宏觀的管理規劃。土石流資訊系統採用多階層架構規劃，以提升系統效率及穩定性。目前土石流災害應變系統硬體規劃架構，可區分中央氣象局、水保局土石流應變中心及使用者三大部分。



防災應變系統

中央氣象局主要負責提供各種氣象資料，如颱風預報資料、衛星雲圖、即時雨量資料。目前水保局土石流應變中心與中央氣象局間以專線方式連接，前述資料由氣象局端Linux氣象資料伺服器，主動將即時氣象資料傳送到水保局土石流應變中心端的Linux雨量接收伺服器。

水保局土石流應變中心負責將氣象局傳送到水保局Linux雨量接收伺服器中的各種氣象資料，加值處理後儲存於資料庫中，並透過土石流發生基準值模式演算後，獲得各地行政區土石流警戒參考狀態。土石流應變中心的核心工作，分別由雨量加值工作站、土石流警戒分析工作站及土石流資訊伺服器三部電腦所構成。

雨量加值工作站主要針對氣象局颱風預報單、雨量站十分鐘即時雨量及衛星雲圖三種資料做加值處理。土石流警戒分析工作站主要針對氣象局雨量站資料進行內插，計算出各鄉鎮累積雨量及降雨強度等雨量資料後，透過土石流臨界值分析模式加以計算，以評估各地土石流警戒狀況。土石流資訊伺服器中架設有土石流資訊系統網站，可將雨量加值工作站及土石流警戒分析工作站處理後的結果公佈到網際網路上，以提供民眾或其他防救災應變中心最即時的土石流警戒與災情狀況。

當災害即將來臨或正在發生時，為了讓土石流資訊可以快速地透過網際網路，傳遞到各級災害應變中心，以及讓民眾瞭解土石流最新相關訊息，此系統資料顯示介面採取網頁方式設計，只要透過瀏覽器即可連結到本網頁，瀏覽最新的土石流相關訊息、颱風資訊、雨量資訊等。土石流相關訊息包括土石流統計、土石流查詢、土石流分佈圖、疏散路線圖、電子報訂閱等；颱風資訊包括颱風軌跡圖、台灣地區與東亞地區的紅外線雲圖與藍底雲圖、雷達回波圖；雨量資訊包括雨量站分佈、各行政區或雨量站的雨量資料等。

透過地理資訊系統及新興科技的幫助，才得以建立各種災害預警系統，使民眾對於災害的預防與應變，有更為從容與妥適的處理能力，這又是地理資訊系統保護我們身家財產安全的另一成功實例。



## 未來展望

從以上的介紹來看，地理資訊系統在防災業務方面，實在是一個不可或缺的好幫手，相信在不久的將來，地理資訊系統的重要性就如同汽車、電器、手機般深植在你我的生活中，成為日日相隨的好夥伴。至於未來的發展，地理資訊系統會有怎樣改變呢？以目前系統發展的趨勢來看，在未來的幾十年內，地理資訊將朝幾個方向發展，包括資料標準化、資料多維化、系統物件化、網路化與應用社會化等。

在資料標準化方面，未來各種軟體開發的商家，在資料交換上將會依循共同的標準，以降低資料的重複建置與交換時的損失。在資料多維化方面，目前地球資訊系統的主要應用尚停留在地球表面資料的處理上，大多數地理資訊系統平臺都能夠支援點、線、面的空間物體，但對於曲面仍無法提供良好的支援，因此對於自然景觀或是曲面物體的表達無法逼真。目前多維地理資訊系統的研究重點，多集中在三維資料結構如數元表面模型、柱狀實體等的設計與展現，以及視覺化技術的運用等方面。

在物件化地理資訊系統發展方面，未來的各種地理資訊系統都會變成元件化，其特色就是類似「積木」般可任意組合，因此使用者可以視本身需求開發屬於自己合適的地理資訊系統。最後，網路化的效益就十分明顯了，透過網路的連結可以有效地流通資訊，而從全球資訊網／萬維網（WWW）的任一節點，網際網路用戶可以瀏覽網路化地理資訊網站中的空間資料製作主題圖，進行各種空間檢索和空間資料分析。

由於這些資料均取材自地球上的各種環境，當然這些資料可以整合成一個全新的數位化系統，也就是所謂的「數位地球」。數位地球的誕生，會為人類生活開啟一個嶄新的面貌，有助於社會進步與生活水準的提升。當然我們最關心的防災業務，將來也可完全納入此一系統中，如此一來藉由空間分佈及屬性資料的展現，可讓決策者更能有效率地制定最佳的空間資訊政策。一方面可降低災害對人類的衝擊與損失，另一方面可有效達成災害預防與災後重建的目的。

# 土石流防災應變系統

## 【前言】

行政院農業委員會水土保持局為全國土石流災害防治之主管機關，在颱風豪雨期間必需確實掌握氣象狀況，才能在有土石流災害發生之虞時，提早發布土石流警戒，告知民眾嚴防土石流災害。因此，唯有運用適當之模式推估準則研判災害發生之門檻，才能夠有足夠的時間進行所謂災害應變作業。因此水土保持局於民國 90 年著手規劃建立土石流防災應變系統，整合動態之即時觀測資料與靜態之歷年來災情資訊或計畫成果，提供應變小組能夠掌握全盤的資料，協助指揮官於災時做出正確的決策。目前動態即時資料來源包括了：中央氣象局點對點氣象傳輸系統資料、水土保持局土石流觀測站資料及工程管考資料庫；靜態資料來源主要為歷年來水土保持局所執行之各項防災計畫成果資料，這些資料皆經由土石流防災應變系統處理及分析後儲存於應變資料庫。

本文將介紹土石流防災應變系統功能及特色，並分享水土保持局在應變系統建置上的經驗，提供政府其他防災單位建置應變系統的一個參考方向，也期望透過本文，可以讓民眾及政府部門瞭解目前水土保持局在土石流應變上的管理方法。

## 【系統目標】

在分秒必爭的災害應變過程中，有效率的整合各種災情資訊，提供應變小組指揮官做出最適當的應變處理作為，乃應變系統建置計畫主要的目的。以下列出應變系統建置計畫主要的幾個重點目標：

- 一、發展自動化作業平臺，減少作業人員操作步驟，提昇災害應變效率。
- 二、發展資料整合平臺，整合包括：中央氣象局氣象資料、水土保持局土石流觀測站資料及工程所提報之災情資料。
- 三、發展資料供應平臺，提供一般民眾、學術單位及政府其他防災單位，獲取土石流訊息。
- 四、整合中央氣象局雨量資料及土石流警戒基準值模式，即時分析各土石流潛勢地區之警戒指標。
- 五、建置行動式土石流災情資訊供應平臺，提供指揮官及應變小組作業人員能隨時隨地掌握災情狀況。

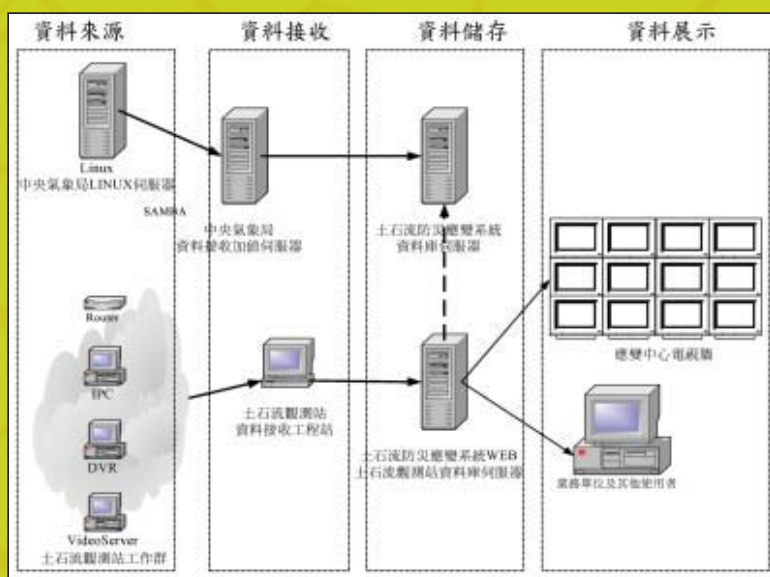


## 【系統架構與功能】

### 【網路系統架構】

系統硬體架構圖，系統採n-tiers架構開發，分為資料來源層、資料接收層、資料儲存層及資料展示層四層架構。

資料來源層要為中央氣象局及水保局土石流觀測站，負責提供各種氣象及土石流觀測資料；資料接收層針對不同資料來源由專責工作站負責接收處理任務；資料經處理後儲存於資料儲存層資料庫中；資料展示層則由使用者透過瀏覽器連結至系統網站讀取資料庫資料。



土石流防災應變系統網路架構示意圖

### 【系統功能架構】

本系統使用範圍除了水土保持局土石流災應變小組外，同時依據不同的需求發展出不同的災害應變及資訊查詢平臺，包括土石流災害應變小組應變平臺、工程所應變平臺、林務局應變平臺、縣市政府資訊查詢平臺及民眾版資訊查詢平臺等五大平臺。

The screenshot shows the user interface of the Landslide Disaster Response System. The main title is "水土保持局土石流災害應變小組" (Landslide Disaster Response System of the Soil and Water Conservation Bureau). Below the title is a navigation menu with options like [A] 數據查詢, [B] 應變小組, [C] 資料維護, etc. The main content area displays a table titled "水土保持局防災專員雨量回報" (Rainfall Report of Disaster Response Specialists in the Soil and Water Conservation Bureau). The table has columns for "縣市" (City/County), "鄉鎮" (Township), "村里" (Village), "雨量(mm)" (Rainfall in mm), and "更新次數" (Update Count). The data is as follows:

縣市	鄉鎮	村里	雨量(mm)	更新次數
台中市	西屯區	佳里里	610	123
台中市	東勢鎮	源福里	150	1
花蓮縣	富里鄉	萬華村	550	2
南投縣	仁愛鄉	互助村	151	1
南投縣	信義鄉	神木村	101	2
南投縣	南投市	中興新村	1111	1

應變小組應變平臺操作畫面

## 【系統效益】

土石流防災應變系統計畫自民國90年開始辦理以來，系統經過多次改良，並整合中央氣象局點對點系統所傳送之即時雨量、衛星雲圖、颱風等資料及土石流觀測站所傳回之即時影像、雨量、地聲及鋼索資訊，計畫執行期間歷經91年雷馬遜、娜克利及辛樂克；92年柯吉拉、南卡、莫拉克、梵古及杜鵑；93年康森、敏督利、康伯斯、蘭寧、海馬、納坦及南瑪都颱風等多次颱風及豪雨的歷練，均能完整發揮功能，並記錄應變中心開設之所有歷程，使得每一次的緊急應變都是一次難得的經驗學習及傳承。

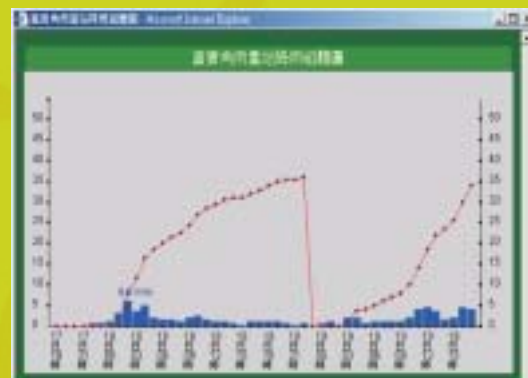
土石流災害管理是一項持續性工作，水土保持局近年來導入GIS、MIS、RS 及IT技術發展多元性之土石流災害管理模式，使得土石流災害管理工作日趨完善。推動多元化之土石流災害管理模式後，已經為土石流防災應變管理上帶來諸多效益，包括：

### 【中央氣象局資料接收及分析自動化】

具備自動接收及處理中央氣象局原始氣象資料能力，將中央氣象局所提供的原始單日累積雨量，經由加值處理後，產生包括10分鐘、每小時、3小時、6小時等不同的雨量資料，提供土石流警戒模式分析使用。同時應變系統同步接收即時衛星雲圖、雷達迴波影像及累積雨量圖等其他氣象相關資料，這些資料將會被記錄於應變系統資料庫，可以做為後續災情評估或相關研究使用。



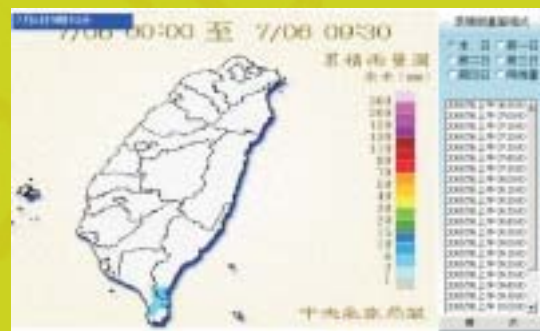
(a)雨量資料



(b)雨量組體圖



(c)雲圖資料

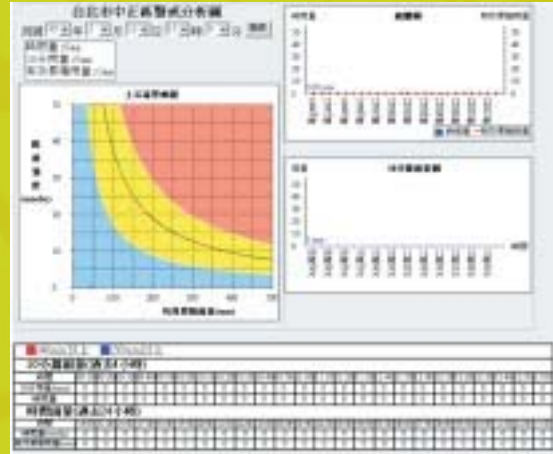
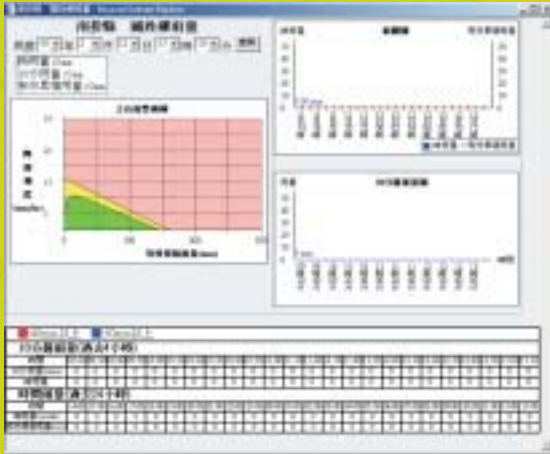


(d)累積雨量圖



### 【土石流警戒值分析自動化】

整合土石流警戒分析模式，將中央氣象局即時雨量經由加值處理後，由土石流警戒分析模式自動分析全省土石流潛勢地區警戒值（圖4），提供應變小組指揮官做為是否發布土石流警戒區紅色警戒參考依據，土石流警戒分析自動化成果對於土石流災情之防範有著相當重要幫助。



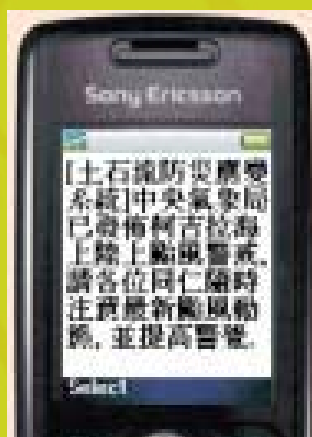
(a)雙線分析 (CL, EL) 模式

(b)機率式分析模式

土石流警戒分析模式展示畫面

### 【文件傳真自動化】

傳真為目前政府單位使用相當頻繁的一種資訊傳遞方法，傳統的傳真方式必需先將檔登打列印後再以人工方式傳真，如遇到同一份檔要傳真至多個單位時，操作過程相當的繁鎖且必需要花費相當多的時間。因此，為了減化檔傳真流程節省傳真過程所耗費時間，本系統建置自動化文件傳真平臺，可協助操作人員由應變資料庫中，自動產生傳真檔內容，減去人工輸入及整理時間，並且提供操作人員利用選擇方式由災情通訊錄中，快速選擇傳真對象，傳真檔經由水土保持局8線傳真線路同時發送至各單位。



文件傳真平臺

## 【訊息傳遞自動化】

資訊化後之土石流災害管理，所有訊息流向資料庫集中管理，為了讓重要的訊息進入資料庫後，能夠通知相關承辦人員立即進行處置，本計畫建置訊息傳遞自動化平臺，當資料庫偵測出特定的事件後（例如氣象局發布豪雨或颱風警報、降雨量已達應變小組開設標準…等），可立即經自動化平臺將訊息以簡訊方式發送相關承辦人員行動電話。



訊息傳遞平臺發送情形

## 【災情資訊供應行動化】

將土石流防災應變資訊化成果整合行動電話，提供本局應變小組指揮官、輪值人員或者各級防災單位人員在無法以電腦上網的環境之下，亦可獲取必要土石流災情及氣象資訊，此為本計畫重要研究成果之一。本計畫建置之行動化平臺可提供包括：土石流觀測站影像、土石流警戒情形、土石流潛勢溪流、土石流災情查詢及中央氣象局氣象預報、即時雨量、衛星雲圖等資訊，行動化平臺目前可支援包括WAP 及 i-mode 兩種國內行動上網主流規格。

下圖為在 i-mode 平臺上之系統執行畫面，除可顯示文字資料，亦可顯示中央氣象局雲圖資料及土石流觀測站即時影像資料，對於即時掌握災情資訊有相當大的助益。



(a)系統首頁 (b)衛星雲圖 (c)土石流觀測站影像  
災情資訊供應行動化成果



### 【災情通報流程資訊化】

當災害一旦發生，最為迫切的就是救災與復建的工作。災情通報資訊化就是期望在災害發生時，各地方單位能以最短的時間向上級呈報災情狀況，而上級單位亦能以最短的時間內，通知所屬負責單位進行處理與善後。

災情通報電子化可減少人員訓練、交接、文件遺失等問題；其內建通報管理機制，記錄災情處理情形，方便追蹤與管理；同時提供災害之災情查報統計、建議列入搶修及復建統計、災情概況統計及全省災情統計等功能，防救災單位可由土石流防災應變系統迅速獲得即時災情資訊，縮短救災時程。



災情通報作業平臺

### 【語音廣播系統整合化】

災害應變首要原則就是要掌握時效性，在以往災害應變過程如需要向土石流警戒地區發送警戒訊息提醒民眾提高警覺，採取之作為乃透過人工撥打電話方式來通知土石流警戒地區民眾，但由於使用人工撥打電話需要耗費時間及人力，因此往往會影響到災害應變小組應變任務。

為了改善人工撥打電話通知效率，應變系統已與中華電信完成語音廣播介面整合，提供水土保持局於災害應變時，可以短時間內迅速地由應變資料庫之災情通訊錄中選擇所要播送對象，並同時播送大量語音電話通知警戒地區民眾提高警覺，嚴防土石流災害發生。



語音廣播模組發送畫面

### 【土石流警戒區紅色警戒發布流程化】

水土保持局為土石流災害主管機關，因此，在災害應變過程中必須隨時注意全省土石流潛勢地區是否已達到土石流警戒基準值，並針對已達到土石流警戒基準值之土石流警戒區發布紅色警戒，是災害應變過程中相當重要的一個任務。因此，應變系統配合土石流警戒區紅色警戒發布標準作業程式，開發電子化警戒發布流程，提供應變小組輪值人員經由Step-By-Step 方式，逐步導引輪值人員完成土石流警戒區紅色警戒發布。



土石流警戒區紅色警戒發布流程



## 結語

土石流防災應變系統啟用後，改變水土保持局土石流災害應變小組傳統人工作業模式，本系統以自動化平臺方式持續發展，對於以往需要人工作業或者需要繁複人工作業工作，皆改採以自動化方式來設計。平日應變系統接收平臺自動接收來自中央氣象局及土石流觀測站即時資訊，一旦有狀況或事件發生（如颱風警報發布），立即經由自動訊息發送平臺將訊息發送到指定的人員行動電話，如發生網路異常時，亦會自動發送訊息到承辦人員行動電話立即進行故障排除，以確保系統運作。

同時本系統整合水土保持局歷年土石流相關研究成果，如土石流潛勢溪流調查成果、土石流警戒基準值訂定成果、土石流防災疏散路線規劃成果及土石流觀測站資料，並持續應用新的監測及分析技術逐步提昇國內在土石流應變管理能力，目前本系統於災害應變階段運用即時降雨分析土石流警戒值，即為國內在土石流預警的一大突破。

未來水土保持局將持續發展與更新技術及觀念，結合學界及相關研究機構，持續發展適合本土環境之多元化土石流防災應變管理機制，充分掌握災害分佈地點，配合氣象資料研判坡地災害警戒時機，並對災害嚴重地區運用新科技進行長期觀測，瞭解土石流災害演變趨勢，降低災害所帶來的人民生命財產損失。