

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

土石流防救決策系統之研究(III)

計畫類別：個別型計畫 整合型計畫

計畫編號：NSC 89-2625-Z-002-053

執行期間：89年8月1日至90年7月31日

個別型計畫： 計畫主持人：
共同主持人：

整合型計畫： 總計畫主持人：孫志鴻
子計畫主持人：朱子豪

處理方式：
 可立即對外提供參考
 一年後可對外提供參考
 兩年後可對外提供參考
(必要時，本會得展延發表時限)

執行單位：台灣大學

中華民國 91 年 1 月 7 日

目 錄

中文摘要	I
英文摘要	II
第一章 緒論	1
第一節 緣起及背景	1
第二節 研究目的	10
第二章 土石流資料及各階段模擬成果	20
第一節 土石流資料	20
第二節 各階段模擬成果	34
第三章 土石流災害防救決策支援系統之補強規劃	50
第一節 主要應用單位需求	50
第二節 實用型土石流防救決策支援系統規劃	56
第四章 土石流防救決策支援系統修正建置	59
第一節 新補強資料整備及建置	59
第二節 新增功能系統設計與建置	65
第五章 結論與建議	74
第一節 結論	74
第二節 建議	76
參考文獻	78

表 次

表 1-1	防災國家型科技計畫土石流防救決策支援系統發展相關計畫彙整表 -----	5
表 2-1	資料分類表 -----	22
表 2-2	土石流相關模式 -----	49

圖 次

圖 1-1	防災國家型科技計畫之推動架構	4
圖 1-2	各類災害分析與防救研發課題及流程	5
圖 1-3	土石流災害防救決策支援系統的基本組成	16
圖 1-4	計畫網站初步規劃架構	16
圖 1-5	防救災決策支援系統之基本架構	17
圖 1-6	防災國家型科技計畫執行架構	17
圖 1-7	防救災決策支援系統計畫推動之基本策略	18
圖 1-8	土石流防救決策支援系統子計畫推動之聯繫、協調架構	18
圖 2-1	資料庫分類架構	21
圖 2-2	1997 年 8 月 27 日佳民村緊急疏散及搶救流程圖	46
圖 2-3	系統災害處理程序圖	47
圖 3-1	災害防救監測體系架構圖(以土石流為例，各階段)	56
圖 3-2	災情通報及監測體系架構(以土石流為例，救災階段)	57
圖 3-3	土石流救災決策支援架構	58
圖 4-1	不同類型資料庫示意圖	61
圖 4-2	土石流防救災決策支援系統層級關聯圖	67
圖 4-3	系統登錄	68
圖 4-4	系統管理功能	68
圖 4-5	防救災作業功能	69
圖 4-6	空間查詢功能	70
圖 4-7	詮釋資料查詢	71
圖 4-8	事件搜尋與瀏覽	71
圖 4-9	報告搜尋與瀏覽	72
圖 4-10	網頁搜尋與瀏覽	72
圖 4-11	模式應用	73

土石流防救決策系統之研究

摘要

土石流的發生及其災害的規模與程度多具有空間分布的特性，土石流之潛勢分析，危險度分析境況模擬皆涉及大量空間及相關資料的整合、處理、分析、模擬與展示，以形成對防救災決策有用的輔助資訊，故必須仰賴先進的空間資訊技術與科學工具來加以實現。本計畫擬結合地理資訊系統與日益成熟的網路技術，在防災國家型科技計畫整體架構下，與土石流災害研究群與相關政府部門的研究相互配合，整合其土石流災害潛勢分析成果與境況模擬模式，共同規劃建立相關資料庫模式庫及功能庫，以建置土石流防救決策支援系統，有效並整合防災國家型科技計畫辦公室、國科會相關計畫及政府相關單位土石流防救研究工作之成果並協助其工作落實於業的推動。

本計畫共分三年進行研究工作：第一年進行土石流防救決策支援系統的整體規劃整合前計畫已有之成果，並建立雛型系統；第二年係依據土石流災害研究群的具體需求擴充系統功能，並著手整合其適用之資料庫與模式庫；第三年則進行最終系統的建置與測試並可與其他災害防災決策支援系統整合，並辦理技術移轉與教育訓練。

第三年已完成土石流決策支援系統之建置以及模式庫與資料庫之整合，並以 WEBGIS 為平台建置決策支援系統。並將三年之研究成果與水保局之實務需求相對應，以期能落實於該單位之運作中。計畫在資料庫與系統平上皆稱完備，唯土石流模式部分只能收錄部分模式，其餘則只能納入說明並預留空間，做未來發展。

關鍵詞：土石流、決策支援系統、地理資訊系統、網路技術

Development of Spatial Decision Support System for Debris Flow Mitigation

Abstract

Most of the inducing factors are with spatial characteristics. With the help of advanced technology, mass spatial data can be integrated, processed, analyzed, simulated, displayed, and become useful information that can assist us in making decision on hazard mitigation and salvage. To actualize this plan, we highly depend on the hi-tech instruments. The project is planned to apply geographic information system and network technology -- under the scheme of the "National R&D Project for Natural Hazard Mitigation" and for the academic and governmental research groups of debris flow mitigation. And by integrating the hazard analysis and simulation models of debris flow development, an interrelated database for the decision support system of debris flow mitigation will be built to help all related units, of the government and this project, to carry out the salvage efficiently.

This project is one of a three-year integrated project. In the first year, an overall integrated plan for the "Decision Support System of Hazard Mitigation & Salvage" and its prototype system will be set up. Then in the second year, the functionality and performance of the prototype system will be enhanced according to the need of the research groups and the government counterparts, as well as a database will be built up to fit the demands. Finally in the last year, the ultimate system shall be established, integrated and tested, and the technique transfer and the training will be carried out.

In the third year a full set of decision support system has been established. Integration of prototype system and database has also been finished and improved. WEBGIS is applied as the platform to build the decision support system, which had been designed according to the regular related tasks of the Soil Conservation Bureau, and expected to be executed through the system ideas in the bureau system. In the results, the completeness of the data and the system framework is satisfied< but the model base section was only partially implemented, because of the difficulty to collect models. Most of models were explained and rooms were reserved for the future development.

Keywords: Debris Flow, Decision Support System, Geographic Information System, Network Technology

第一章 緒論

第一節 緣起及目的

台灣地區天然災害發生頻仍，經常導致嚴重的人民生命財產的傷害與損失，近年的賀伯風災、信義鄉土石流災害、林肯大郡崩塌事件等，更造成令人聞之色變的重大傷亡慘劇。政府相關部門向來重視災害防救工作，為有效保障人民生命財產，行政院乃於民國八十三年八月頒佈「災害防救方案」，繼而成立「中央防災會報」，建立中央至地方的災害防救體系。民國八十五年九月的全國科技會議及同年十二月的行政院科技會議中，皆提出以跨領域整合之國家型防災計畫建議，為落實上述會議結論與建議，國科會於八十六年三月通過「國家型科技計畫推動要點」與「防災國家型科技計畫構想」，同年四月在行政院「中央防災會報」之下成立「專家諮詢委員會」為防災技術幕僚單位，以促進防災科技與防災業務的密切結合。民國八十六年九月完成「防災國家型科技計畫」規劃報告，其基本理念在藉由跨部門領域的整合研究來結合防災科技與防災業務，使研究成果充分落實。

國內歷年已累積不少災害調查、分析、防治等相關性研究，主要是由內政部、經濟部、交通部、農委會、國科會等部會分別推動，然而，大部分的研究偏重於個別性與局部性的研究，較少進行跨領域及跨部會的整合性研究，以致不容易將前人的各種研究成果加以結合與應用。以土石流災害的相關研究而言，主要負責推動的政府機關包括：地質調查部門(地調所)、建設部門(省建設廳)、農政部門(農委會、台灣省水土保持局與林務局等)、國科會，學術/研究單位則有：大學相關科系及防災中心、工研院能源與資源研究所等，多年來已

有相當份量的研究成果，但是，因為各項計畫基本上是獨立進行，且大多為滿足委辦單位之特定業務需求，欠缺相互配合、分工合作之整體性規劃。因此，不免有相互重複與各種研究面向分布不均的現象，亟待加以整合與整體規劃。目前，政府相關單位雖設置消防署以統籌災害防救工作，但實務上尚不能顧及土石流之災害防救，目前尚只以農政單位為災害防治的主要機構，而救災及後建則是由警政、消防社會及工務等機構為主。

防災國家型科技計畫則強調以整合的角度進行各項研發工作，主要是結合防救災研究機構及相關政府部門，有系統的整合研發成果轉化成可以落實應用於防災業務的技術。依據該計畫的規劃架構，防災國家型科技計畫是要建立一套由災害潛勢分析、災害危險度分析、災害境況模擬等要項組成的防救災科技作業流程，提供主管機關擬定合理有效的防救災計畫，並就現行防救災體系與防救災計畫之檢討來健全國內災害防救組織結構，防災國家型科技計畫並以觀察者的身分參與防救災工作的執行，藉由共同的成效評鑑與檢討，來進行運作系統的修正與補強。防災國家型科技計畫區分為防颱組(含防洪及土石流)、防震組、體系組，以分工合作之方式推動優先選定的颱風、土石流、土石流、地震等災類別的研究工作，並由體系組負責組織系統之整合任務。

在防災國家型科技計畫的土石流防救體系運作規劃構想中(見圖1-1,1-2)，首先必須就土石流發生的自然特性進行研究，包括相關自然環境基本資料的蒐集、分析，以及水文、氣象等自然環境因子的知識應用，以便分析土石流災害發生的潛勢；其次，必須分析土石流對人類居住地(特別是溪谷大蝕鄰近人口稠密的聚落地區)可能造

成災害的危險程度，此時必須整合使用人文環境的各項基本資料來進行研究；然後，藉由上述的分析成果，建立起一系列可以進行災害境況模擬的模式群，其中，包括能夠預測土石流特性，以及評估對人文環境衝擊的境況模擬功能；最後，據以擬定土石流災害的防救計畫，作為災害預警、救援的憑藉，以及減災、抑災計畫的參考。（見表 1-1）

為實現上述整體規劃之構想，資訊體系的研究發展殊為重要，無論是災害潛勢分析評估或境況模擬作業，皆須仰賴大量的環境資料蒐集、彙整、分析工作，且須將模擬結果有效地加以展示，以提供決策者據以擬定可行的災害防救計畫與措施。再者，災害現象的本質及其相關的資料大多具有空間分布的特性，在資料蒐集、彙整、管理，以及空間分析、模式模擬、成果展現等方面，如無地理資訊系統、遙測、全球定位系統的整合輔助實難以達成目標。另一方面，在現實的防救災組織體系狀況下，如何將分散全國各地的防救災政府單位、資料庫、模式庫、電腦系統加以整合，共同運作，唯有依靠現代化的電腦網路系統來加以串連。因此，本計畫的主要目的是結合地理資訊系統、遙測、全球定位系統與日益成熟的網路技術，在防災國家型科技計畫整體架構下，與體系組、防颱組土石流災害研究群的研究相互配合，整合其土石流災害潛勢分析成果與境況模擬模式，共同規劃建置相關防災資料庫，以建立一套整合型的土石流防救決策支援系統，有效輔助防災國家型科技計畫辦公室及相關政府部門之土石流災害防救業務。

防災國家型科技計畫主要是結合防救災研究機構及相關政府部

門，共同推動整體性的防救災工作，因此，相關政府單位已擬定其所需進行的各項子計畫，並自八十八年度起編列執行經費。由防颱組土石流災害防救相關單位提出的研究課題中，明確指出迫切需要建立能夠輔助其土石流災害防救工作進行的決策支援系統，顯見本計畫進行之重要性，為避免未來各項土石流防救研究計畫出現重複或互相衝突的現象，本計畫將與相關專家學者及政府部門組成土石流防救決策支援系統研究群，共同擬定全國整體性的發展架構，制定合作推動的共通作業規範，整合各項計畫之研究成果，以落實防災國家型科技計畫的推動目標。

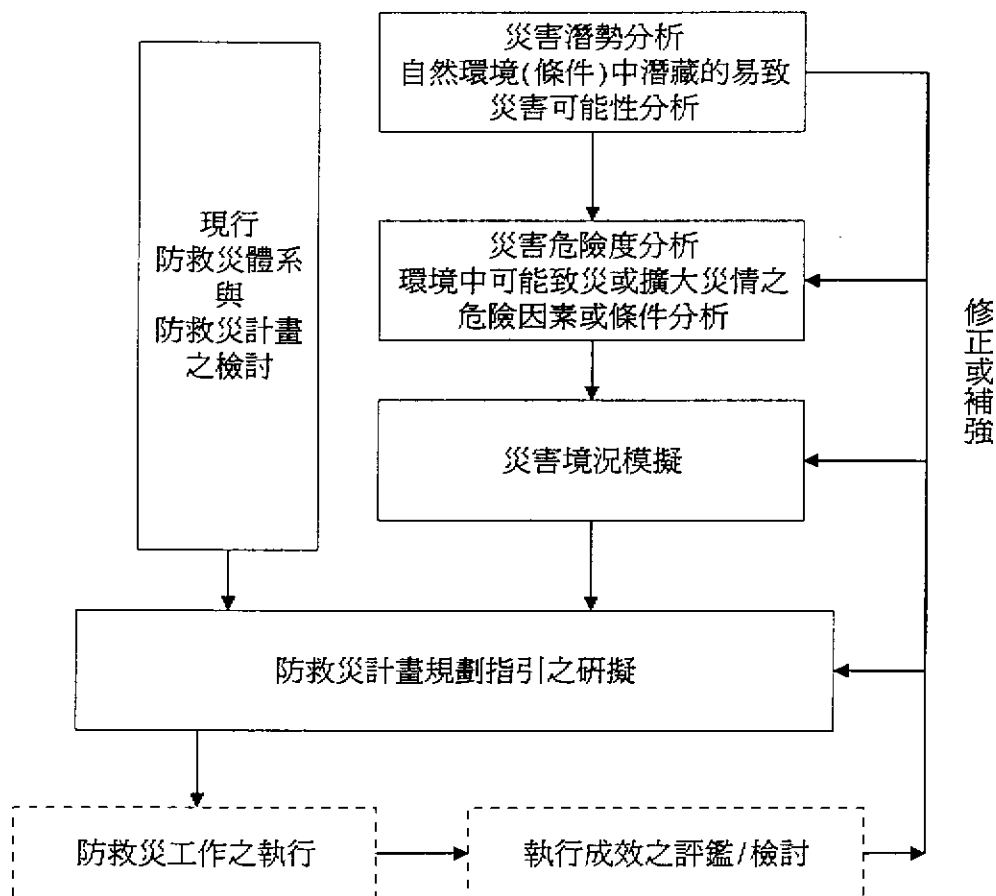


圖 1-1 防災國家型科技計畫之推動架構

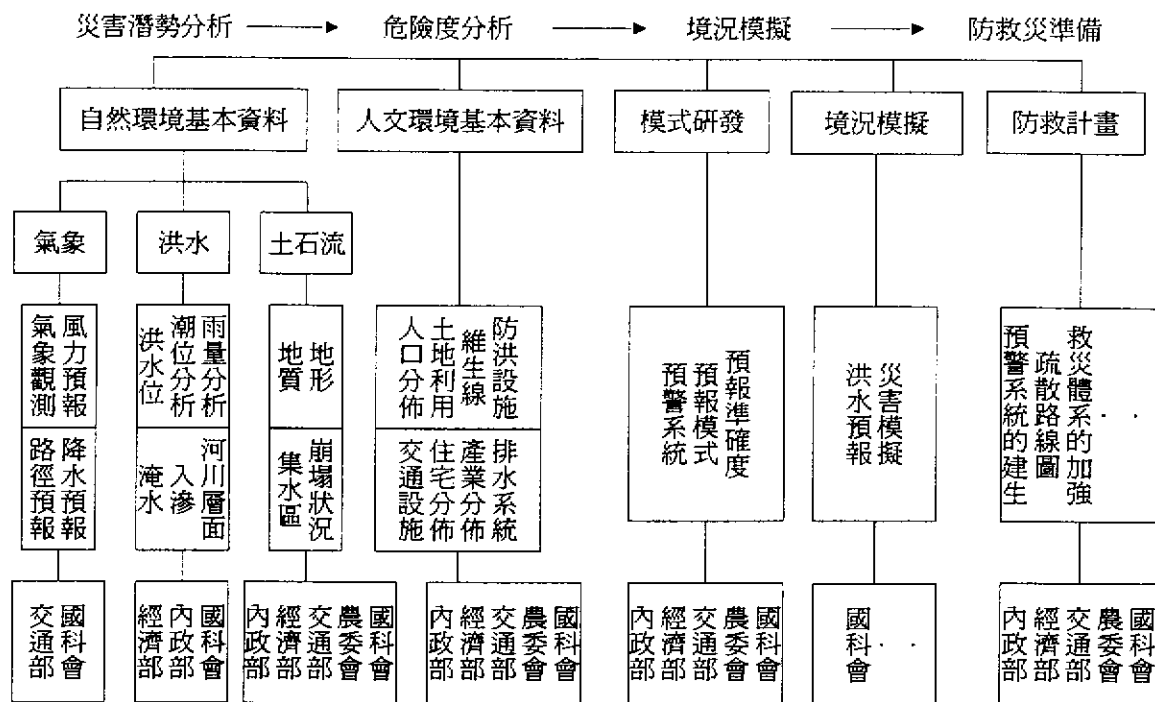


圖 1-2 各類災害分析與防救研發課題及流程

表 1-1 防災國家型科技計畫土石流防救決策支援系統發展相關計畫彙整表

項目	子題	主辦	協辦	經費編列(單位：百萬)							
				88 年度			89 年度				
				國科會	農委會	經濟部	國科會	農委會	經濟部		
1.1	地質方面			計畫辦公室	永續會	林業處	地調所	計畫辦公室	永續會	林業處	地調所
2		經濟部	工研院			1.0	5.5			1.0	4.0

資	區域地質圖	(地)	工研院							
料	斷層分佈	經濟部	工研院							
蒐	地層與節理	(地)								
集	地形方面	經濟部	內政部							
及	航照	(地)	(資)							
資			經濟部							
料	遙測	農委會	(地)							
庫		(林)	內政部							
建	地形圖等		(資)							
立	水文方面	國科會	經濟部							
	水系	(遙)	(地)							
	溪流長度		內政部							
	集水區域	農委會	(資)							
	雨量資料	(林)								
	現地調查		省政府							
	崩坍地調查	經濟部	(農)							
		(水)								
	現地土石流	經濟部	省政府							
	分佈	(水)	(水)							
	資訊系統建	農委會	省政府							
	立	(林)	(水)							
	基本資料庫	交通部								
	建立與維護	(氣)	工研院							
	地理資訊系									
	統之建立	農委會	省政府							

		(林) 經濟部 (地) 農委會 (林) 農委會 (林) 農委會 (林)	(農) 省政府 (農) 工研院 省政府 (農) 工研院							
1.1 4 基本 資料 蒐集 與 建立	人文環境相 關資料 土石流溪流 之人口分佈 調查 土石流氾濫 範圍調查 相關區域之 土地使用調 查 相關區域之 產業分佈 資訊系統之	內政部 (資) 農委會 (林) 內政部 (營) 經濟部 內政部	省政府 (農) 經濟部 省政府 (農) 省政府 (農)			1.0				1.0

	建立 基本資料庫 建立與維護 地理資訊系 統之建立	(消) 內政部 (消)	省政府 (農)							
1.1 7 決 策 支 援 系 統 及 資 訊 系 統	預報與警報 方面 土石流觀測 設備之種類 及設置地點 集流時間之 研究 雨量站設置 及觀測資料 之傳送 土石流流動 與氾濫機制 之研究 土石流預警 基準之研究 時空預測之 研究 土石流預警 方法之研究 資訊系統之	(消) (永) (永) (永) (永) (永) (永)	農委會 (林) 農委會 (林) 國科會 (永) 農委會 (林) 國科會 (永) 農委會 (林) 省 農委會 (林) 國科會 (永) 農委會 (林) 國科會 (永)		2.0	5.0			2.0	5.0

	建立 基本資料庫 建立與維護 地理資訊系 統之建立	國科會 (永) 農委會 (林) 農委會 (林) 內政部 (消) 農委會 (林) 內政部 (消)	農委會 (林) 農委會 (林) 省水保 局 工研院 省水保 局 工研院								
1.18	資訊系統及 災害管理之 整合 尚有其他七 個子題	農委會 (林)	國科會 (計)		2.0	40.0		2.0	2.0	40.0	

第二節 研究方法

本計畫之主要目的係配合防災國家型科技計畫建置土石流防救決策支援系統，由空間決策支援系統的基本組成來看，其主要構成的要素包括：土石流災害防救資料庫、土石流災害境況模擬模式庫、及地理資訊相關技術（如：地理資訊系統、遙測、全球定位系統），資料庫提供土石流災害防救決策所需的各項相關資料（包括災害潛勢分析、危險度分析、災害境況模擬模式所需之各項實體資料），藉由土石流災害境況模式庫內適當的模式，以進行災害潛勢的分析與境況的模擬，地理資訊系統則扮演資料庫與模式庫整合、空間分析輔助、及分析結果展示的角色，藉由地理資訊系統及網路技術的輔助，可以建立一個整合分散式的資料庫與模式庫的作業環境，具有方便使用與容易推廣的優點，由於土石流防救相關單位分散在全國各處，此種架構顯然是十分符合防救災決策所需的規劃構想。茲將各項重要的系統實現方式加以說明如後：

一、防災國家型科技計畫辦公室網站

由於災害防救工作不僅只是政府相關部門的責任，而是必須全民共同參與的工作，因此，本計畫為防災國家型科技計畫辦公室建置的防救災網站，亦應包含為民服務的功能，讓大眾能夠透過電腦網路來獲取各種與土石流災害防救有關的資訊，初步規劃其內容應包含：防救災組織體系介紹、一般公告事項、最新災害資訊提供、常見問題答詢、防救災教育訓練、相關網站網址提供與連線、各類災害基本知識介紹、防救災相關資料查詢及供應服務等項目。在土石流災害之次網頁下，可進一步包含防洪常識、土石流災害防救研

究計畫推動現況與成果簡介等資訊。防救災決策支援系統亦可建置在此一網站環境內，藉由網路地理資訊系統的技術來整合分散在各相關政府部門或學術研究單位的資料庫，以及未來由災害研究群所建立的災害模擬模式庫，在此系統上進行相關資料的傳遞與交流，以及災害防救所需要的潛勢分析與境況模擬工作，並在防災國家型科技計畫辦公室進行各項分析結果與決策資訊的彙整，最後傳輸給決策者下達防救決策。

二、土石流防救決策支援系統架構

災害防救業務涉及許多的政府相關部門，未來在規劃與建置防救災決策支援系統時，應考量整體的組織架構及其相互關係（防災國家型科技計畫體系組）。如由防救災的資料蒐集、資料彙整、災害分析、災害境況模擬、決策形成、資訊傳遞等整體流程來看，顯然災害防救過程中各項工作發生的空間位置與單位節點可能十分複雜，以土石流災害防救研究而言，基本資料的蒐集可能必須彙整自不同單位設置的雨量、河川水位、水庫水位及溢洪量等觀測站，而下游低窪地區的淹水現況亦須即時取得資訊，同時也可能需要結合儲存於不同研究機構與政府單位的資料庫系統，這些龐雜的現況必須在計畫推動時儘快加以明確化，因此，本計畫必須在推動期間與防災國家型科技計畫之防颱組各研究群，以及防救災相關政府部門間保持密切的聯繫與協調，以便進行防救災決策支援系統的整體規劃，並將規劃的成果回饋給防災國家型科技計畫體系組的研究群，賴以聯繫其他研究群及承辦政府部門實體系統建置的其他專家，共同配合推動。

三、土石流災害防救資料庫整體規劃要點

在防救災決策支援系統架構內，乃至於整個國內災害防救組織體系及工作項目中，資料庫必然扮演其關鍵性的角色，無論是災害基本特性及其潛勢分析，或是災害境況模擬與防救計畫擬定，皆須仰賴完整而且精確的大量資料，因此，為利於未來土石流防救決策支援系統的有效運作，對於各項土石流災害防救資料的交換、彙整、分工建置等議題，有必要進行完整的分析與規劃。由政府土石流災害防救相關單位提出的資料需求與資料庫現況分析中，可初步歸納幾項未來土石流災害防救資料庫規劃的要點：

1. 土石流災害具有其獨特的自然特性，防救災工作中並包含了某種程度的人為設施安排工作排水及護坡，因此，其所需要的資料亦與其他災害類別的資料需求內容存在差異，但土石流災害發生的機制卻又與其他類別的災害具有相互伴隨發生的現象（如颱風侵台時往往引起山區暴雨，引發土石流），所以，其間亦有相似的共通性資料需求。所以，在整體規劃階段應自土石流災害特性了解的角度來思考其資料的需求，詳細分析其所需之各項資料內涵，經由彙整工作來歸納出可與其他類別災害共用的資料項目（如：土地利用圖、人口分布圖、颱風路徑及強度等），以及土石流災害防救研究特殊需要的資料項目（如：地質、土壤、坡度、水系、蝕等），以避免重複建置共用性的資料庫，同時可以涵蓋土石流災害特定的資料需求。
2. 土石流災害防救資料庫內，應包含空間性的地理資料庫及時序性的觀測資料庫，前者著重於與土石流災害本身及相關環境體的空間分布資訊如：水文觀測站位置圖、地形圖、水系圖、土地利用圖、歷年土石流分布圖等，後者則主要以觀測站方式進行資料的

計測與記錄，具有時間序列與長期觀測的基本特性，如：降雨量、逕流量等資料。由於上述二類資料庫之間存在資料本質、格式、儲存方式、表現方式上的明顯差異，但有共同使用的經常性需要，因此，在資料庫的整體規劃上應加以區分建置及管理，並強調其間的連結使用及整體維護。

3. 災害防救工作是整體且複雜的，但如從時間迫切性的角度來思考，可大略區分為平時性的災害防救規劃，以及即時性災害預警及救援工作等二大類，其決策過程的資料需求亦隨之存在差異。以土石流防救的範疇來說，為減災/防災目的所進行的小集水區管理規劃，以及水土保持設施檢討等，係屬於平時性的決策支援對象；而颱風或暴雨期間降雨量預報，以及土石流潛勢區的疏散工作、救援派遣等，則需要即時性的決策支援。因此，在土石流災害防救資料庫規劃建置時，可以區分為靜態的統計型分析資料，以及即時性的觀測分析資料，前者為平時階段擬定或檢討相關防救計畫的資料依據，也是進行災害潛勢分析與境況模擬的基礎，後者則為面臨災害實際發生階段的重要參考，必須隨時提供最新的相關資料，並結合災害境況模擬模式，進行災害的預警任務與防救措施的指派。

4. 土石流災害防救資料庫的建置目的，係提供土石流潛勢與危險度相關分析，以及土石流災害境況模擬的需要，因此，資料的蒐集及建置內容，必須考量土石流災害防救研究群所使用的分析工具或模擬模式，未來應與防災國家型科技計畫防颱組內之防洪研究群保持密切的聯繫與溝通，相互提供彼此所需要的發展資訊與階段性的研究成果。

5. 國內防救災組織體系龐雜，各種相關資料亦隨之分散在許多的研

究機構與政府相關部門，其間的資料內涵或儲存形式多所差異，未來進行土石流災害防救資料庫整體規劃時，應充分了解各種相關資料生產、供應、權責單位之資料特性，並協調擬定其資料交流、共享等事宜，此時，應配合國土資訊系統分散式資料庫的規劃與相關規範，避免自定作業規則而與國土資訊系統既有的相關規範有所衝突，而造成未來國內資料生產、維護、供應體系的紊亂。

四、本計畫推動的基本策略

本計畫以建置一套適用於防災國家型科技計畫辦公室的土石流防救決策支援系統為目標，其中存在許多與土石流災害研究群及政府相關部門間的聯繫、整合、協調工作。本計畫將與相關專家學者及政府部門組成土石流防救決策支援系統研究群，共同擬定全國整體性的發展架構，制定合作推動的共通作業規範，避免未來分別執行政府部門各項相關研究計畫時，出現重複或互有衝突的現象（見圖 1-3 及 1-4）。藉由主動的聯繫與協商方式，可了解土石流防救組織體系內各部門的決策支援需求，以及防災國家型科技計畫下之土石流災害研究群的資料需求，並釐清其未來研究成果及資料匯入防災國家型科技計畫辦公室的資訊特性。同時，本計畫亦將提供其他研究群及相關政府部門的技術性支援，包括對政府單位未來委辦相關研究計畫的技術規格書建議。上述的溝通協調工作必須保持順暢，且為雙向互相運作的形態。在推動之過程中，本計畫亦將與其他三項子計畫保持經常性的聯繫與協調，並制定共同性的發展規範。（見圖 1-5 至 1-8）

五、可能遭遇問題及解決途徑

防災國家型科技計畫為一整體性的推動工作，涉及的層面及參與的單位頗多，本計畫為防救災整體規劃架構下的一項研發工作，在推動期間可能遭遇的主要問題為涉及不同防救災體系間的行政協調問題（包括資料交換與供應服務等之協商與共識），必須考慮其各自的組成架構，以及運作上的特質（包括資料的蒐集、傳輸，決策的產生與執行方式等），配合防災國家型科技計畫體系組的整體規劃架構，來發展本計畫的土石流防救決策支援系統。值得注意的是，現階段已有部份土石流防救相關政府單位存在不同形式與不同作業方式的決策支援系統（如：農委會、省水保局、林務局、各地方災害防災中心、警察、社會局及消防局等），部份與災害防救業務有關，甚至已進入系統及人員實際運作的程度，部份單位或許尚無系統實體，但已有建置構想與推動方法者，未來本計畫推動時應考量上述現實狀況，如何將既有系統實體或發展構想納入做整體規劃，避免引起部份單位之排斥，為不可忽視的課題。因此，未來在計畫推動過程中，應積極聯繫、配合防災國家型科技計畫之各個研究群及相關研究機構與政府單位，以共同研商之方式來取得共識，合作推動防救災科技研究工作。

本計畫在前二年工作推動期間，已與防災國家型科技計畫辦公室相對災害組別專家建立合作管道，一方面運用地理資訊系統相關技術輔助其災害潛勢分析成果之空間展示或其他資訊支援需求，另一方面則透過訪談及工作過程的了解，分析其資料庫及資訊系統需求，以便進一步共同建置其防救災相關資料庫及決策支援系統。同時也與總計畫及其他三個子計畫間則以經常性協商與研討的方式，陸續彙整各個災害研究群的相關資訊，以便彼此相互配合及支援。

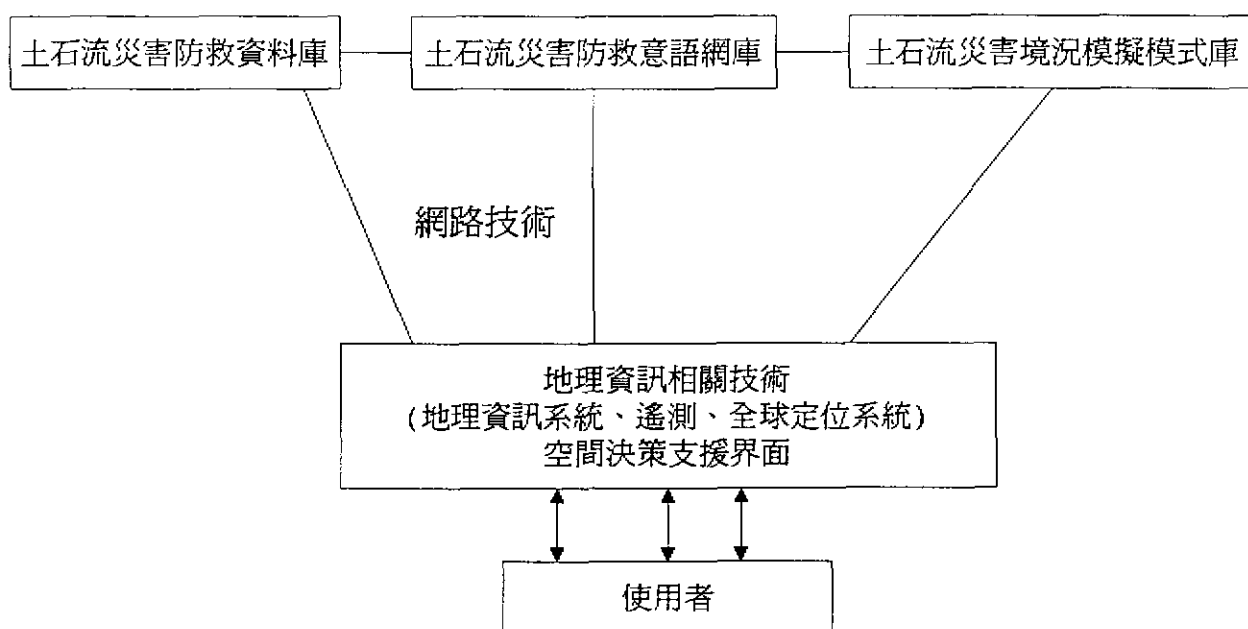


圖 1-3 土石流災害防救決策支援系統的基本組成防災國家型科技

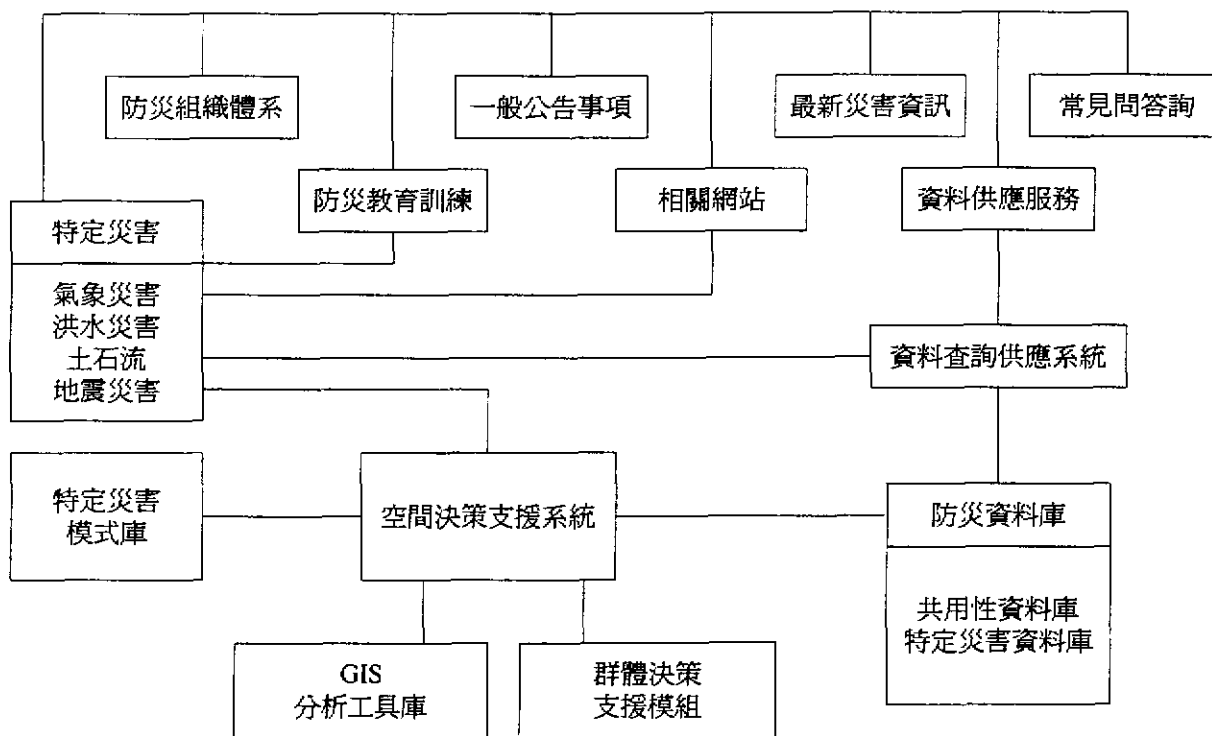


圖 1-4 計畫網站初步規劃架構

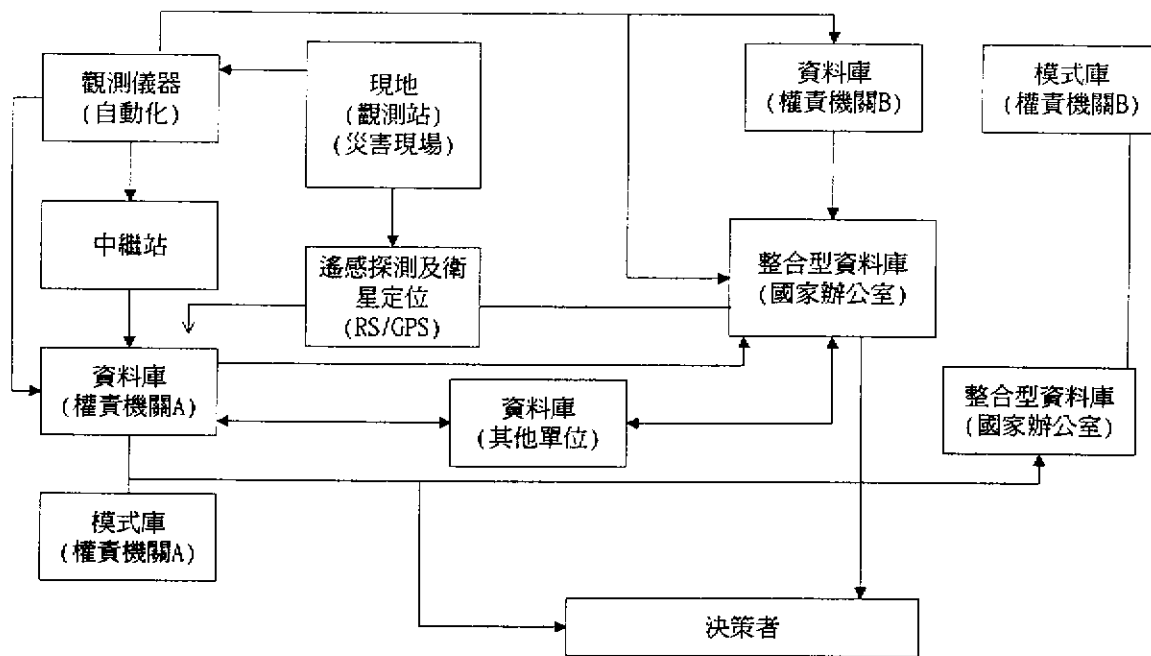


圖 1-5 防救災決策支援系統之基本架構

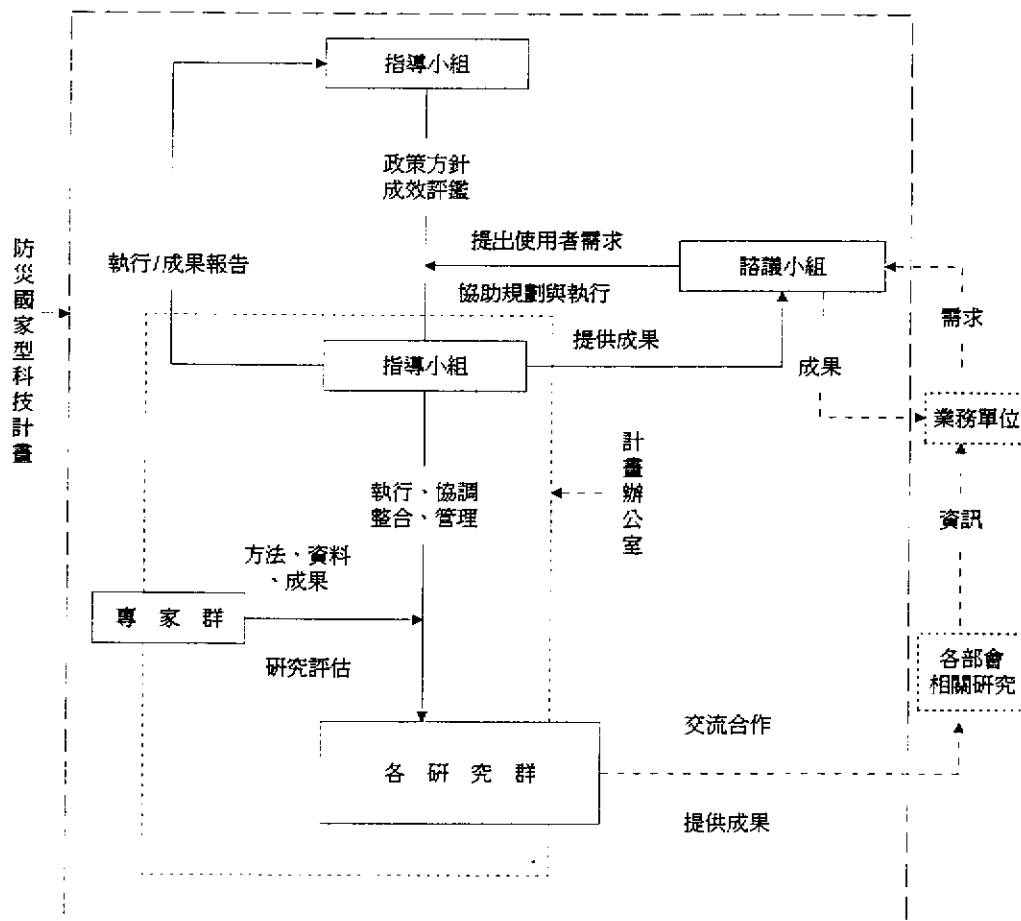


圖 1-6 防災國家型科技計畫執行架構

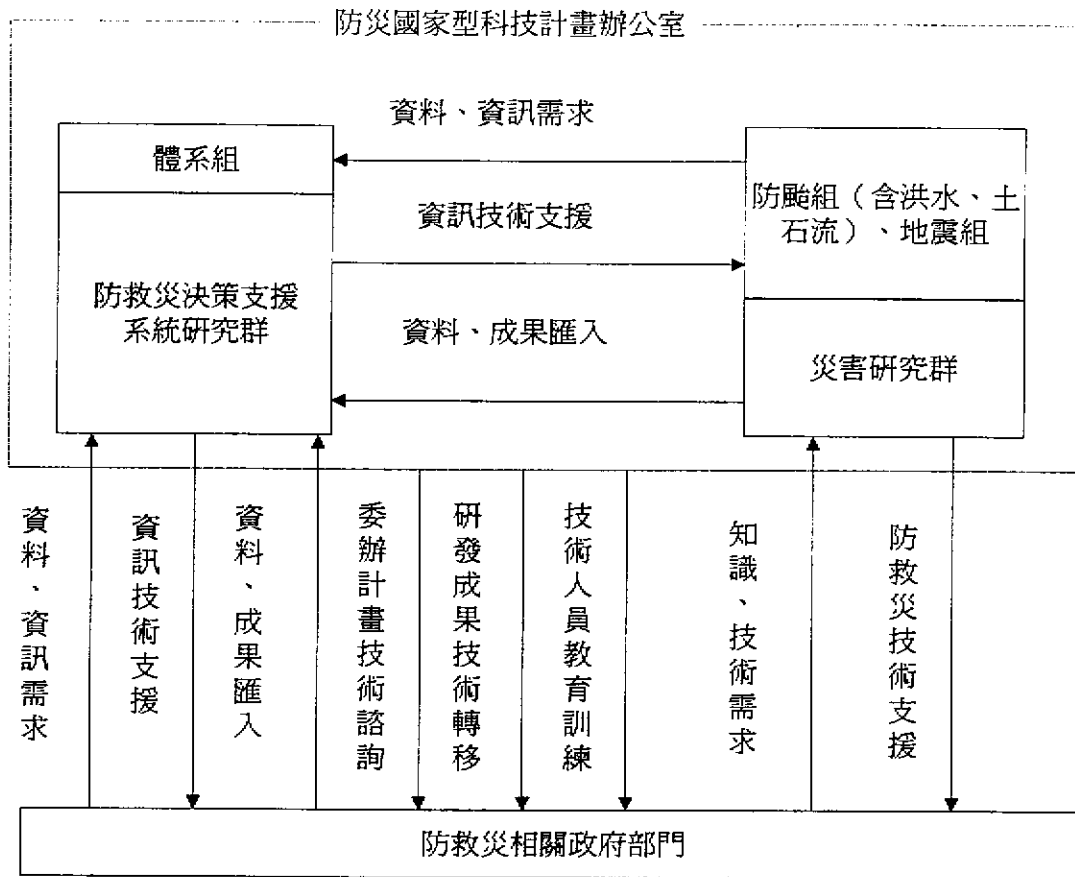


圖 1-7 防救災決策支援系統計畫推動之基本策略

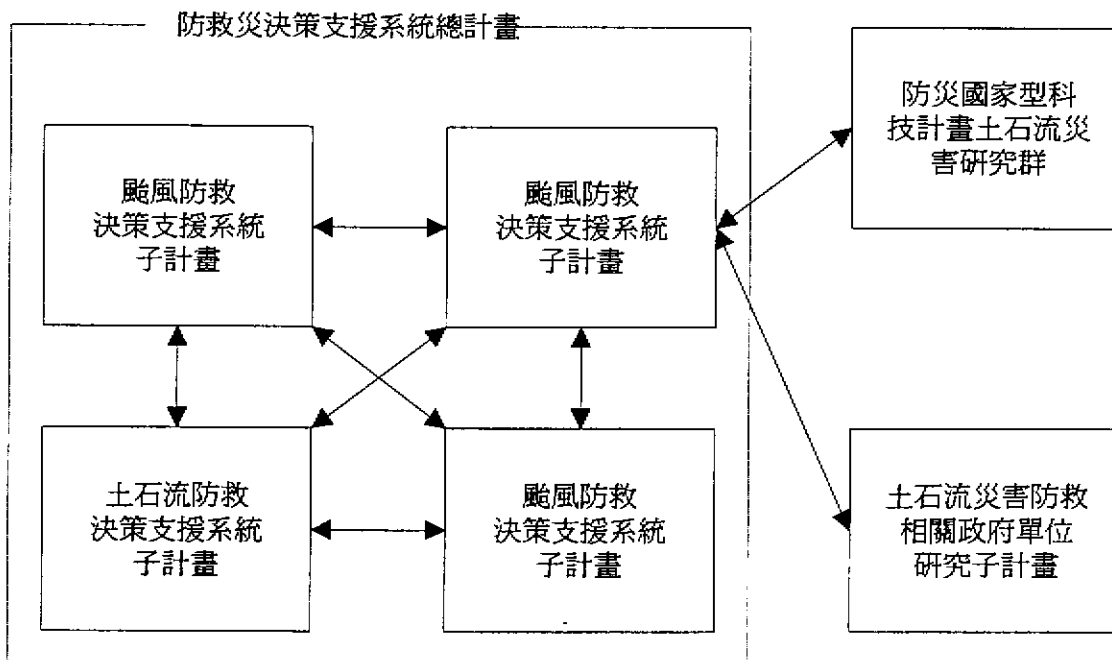


圖 1-8 土石流防救決策支援系統子計畫推動之聯繫、協調架構

第二章 土石流資料及各階段模擬成果

第一節 土石流資料

一、環境災害與建地安全資料

環境災害與建地安全資料的分類架構係依據兩個原則來進行：

1. 資料本身的屬性類似者列為同一類別，
2. 若有助於使用者在執行作業及處理資料時的便利性則考量列為同一類別。

依此原則將資料分為大類、中類、小類、細類等。分類定義及內容詳述如下節：

(一)、自然環境基本資料大類

自然環境基本資料大類包含與自然界中各基本組成元素相關的資料，其下又分為氣象、海象、水文、地形、地質、土壤、地表植生等資料中類。

(二)、環境災害資料大類

環境災害資料包含與環境災害的發生有直接或間接密切關連的各類因子。資料大類下根據災害的種類在分為風災、水災、地震災害、山崩災害（包含落石、土石流、地滑等）、地層下陷災害、海岸侵蝕災害等六資料中類。各資料中類下自分為內部條

件、外部條件、潛在災區、已存災區等四小類，各小類的定義如下：

- 1.內部條件—指直接形成災害的環境本體因子。
- 2.外部條件—指引發災害的環境因子。
- 3.已存災區—指已發生上述災害的地點或區域。
- 4.潛在災區—指尚未發生災害，但根據內部條件及外部條件分析，具有發生災害可能性的地區。

內部條件與外部條件資料多為由自然環境基本資料所導出的資料項目。

(三)、建地安全資料大類

建地安全資料大類以土地開發規劃、土地使用管制、區域使用管制等與人類經濟活動相關的土地資料為重點。本大類下再分為土地管理基本資料、土地使用規劃資料、保護／防護／管制區資料、土地利用現況資料、建地資料等中類

(四)、監測資料大類

監測資料大類以自動或人工方式觀察記錄環境變化與災害狀況的資料為重點，包含動態自動監測資料、遙測資料、申報調查資料、災情通報資料等資料中類。

(五)、防救災／應變管理資料大類

根據上述所規劃的資料分類架構，將資料項目分類如下表（表

2-1）：

表 2-1 資料分類表

資料大類	資料中類	資料小類	資料項目
自然環境背景資料	氣象資料		氣溫
			雨量
			日照
			海象資料
	水文資料		水深
			水系
			水體
			流域／集水區
			50年／100年洪水到達地區
	地形資料	地形高度	等高線
			DTM 資料
			森林地海拔高分級圖
		坡向	全省坡向
		坡度	全省坡度
	地質		區域地質圖
			全省重要都會區環境地質圖
			地質鑽探資料
			斷層
			地熱
	土壤		全島土壤樣區分佈圖
			森林土壤型圖
			森林土壤級分佈圖
			山坡地土壤圖
			平地土壤數值資料
			場址土壤分類圖
	地表植生	植物分佈	國有林樹冠密度級分佈圖
			國有林地天然林型分佈圖
國有林地人工林型分佈圖			

表 2-1 資料分類表 (續)

資料大類	資料中類	資料小類	資 料 項 目	
環境災害 資料	風災	內部條件	不穩固建物、易損農物	
		外部條件	颱風資料	
			其他類型異常氣象資料 (如龍捲風、焚風)	
		潛在災區	全省颱風豪雨強度分級圖	
			沿海地區颱風暴雨分級圖	
	已存災區	災害記錄		
	水災	內部條件	低窪區	
			排水不良區	
		外部條件	都市計畫區排水設施	
			河道排水功能	
			潮汐	
			行水區設施分佈、滯留設施或用地	
			颱風氣象資料	
			豪雨特報氣象資料	
			全省颱風豪雨強度分級圖	
			沿海地區颱風暴雨分級圖	
		潛在災區	淹水潛勢圖	
			洪水平原敏感地圖	
			洪水平原管制區	
			易淹水地區	
			颱洪危害度分析資料 (台北盆地及鹽水溪流域)	
			全省颱風豪雨強度分級圖	
		已存災區	災害記錄	
			淹水區記錄	
		地震	內部條件	地震資料
				土壤液化分區潛勢圖
	活動斷層			
	外部條件		不穩固建物	
	潛在災區		震源分佈圖	
			地震危害度分佈圖	
	已存災區		災害記錄	

表 2-1 資料分類表 (續)

資料大類	資料中類	資料小類	資 料 項 目		
環境災害 資料	山崩	內部條件	土壤沖蝕等級		
			土壤深度		
			活動斷層		
			場址土壤分類圖		
			坡度		
	山崩	內部條件		坡向	
				地質	
				岩層硬度	
				岩層破碎度	
		外部條件			降雨沖蝕指數
					颱風氣象資料
					豪雨特報氣象資料
					山坡地地震資料
		潛在災區			地質災害敏感地圖
					全省重要都會區山崩潛感圖(省建設廳)
					山崩潛感分級圖(防災辦公室)
					崩塌地災害危險點分佈圖
					土石流危險溪流
					土石流危險地點分佈圖
					土石流特定水土保持區
					土石流災害潛勢分區圖
					陳有蘭溪流域土石流溪流危險度分佈圖
					陳有蘭溪水水土保持特定區
舊礦坑(道)分佈圖					
國家公園災害敏感區及崩塌地調查資料					
西部沿海地區、宜蘭地區、花東地區、南投地區、寶山地區、桃園地區地質災害潛勢圖					

表 2-1 資料分類表 (續)

資料大類	資料中類	資料小類	資 料 項 目
環境災害資料	山崩	已存災區	山崩/土石流/地滑發生個案記錄
			台灣省集水區崩坍地資料庫
			台灣省集水區崩坍地資料
			陳有蘭溪流域土石流範圍
	地層下陷	內部條件	地質鬆軟地區
		外部條件	大量使用地下水地區
		潛在災區	地層下陷地區
			舊礦坑(道)分佈圖
		已存災區	地層嚴重下陷區
	海岸侵蝕	內部條件	沙岸
		外部條件	漂沙
	海岸侵蝕	外部條件	沿岸流
			暴潮
		潛在災區	海岸侵蝕區
			侵蝕災害敏感地
	已存災區	已發生災害個案記錄	
建地安全資料	土地管理基本資料		行政區界
			道路圖
			土地清冊
		地籍圖	一般地籍圖
			山坡地地籍圖
			農地地籍圖
	土地利用潛力圖		
	土地使用規劃資料	使用計畫資料	都市計畫圖
			非都市土地使用分區圖
			土地使用編定圖
		使用限制資料	行水區
			土地利用限制與潛力分析
			限制發展區圖
山坡地範圍界址圖			

表 2-1 資料分類表 (續)

資料大類	資料中類	資料小類	資 料 項 目	
建地安全資料	保護／防護／管制區	海岸	暴潮溢淹防護區	
			海岸防護區	
			海岸保護區	
		山坡地／林地	國有林自然保護區	
			國有林事業區林地	
			保安林地	
			山坡地保育區	
			特定水土保持區	
		其他	洪水平原管制區	
			國家公園範圍	
			水質水量保護區圖	
		土地利用現況資料		國土利用現況調查
				平地農業土地利用現況調查
	北部、南部區域土地利用現況調查			
	山坡地土地利用現況調查			
	非都市土地 10 公頃以上開發案範圍			
	山坡地可利用限度查訂結果			
	國有林土地利用型圖			
	建地資料	一般建物	建築物公共安全申報資料 (火災)	
			建築物公共安全稽查資料 (火災)	
			門牌地址資料	
			樓層資料	
			各縣市老丙建用地資料	
公共設施與建築物				
危險建物及社區		危險建物		
		山坡地危險社區		
監測資料		動態自動監測資料	台灣地區自動雨量及氣象站網資料	
			水文監測資料	
	地震監測資料			
	山崩監測資料			
	地層下陷監測資料			
	地下水深監測資料			

表 2-1 資料分類表 (續)

資料大類	資料中類	資料小類	資 料 項 目	
	遙測資料		衛星影像 航照資料 其他航攝資料 申報稽查資料 災情通報	
防救災／ 應變管理 資料	救災資源 與設施	公共救災資 源與設備	消防隊、警察局、醫院、工務單位	
		民間特殊技 能與行業資 料	救災義工、緊急醫護義工、潛水人員、重 型機具操作人員、無線電人員	
	避難收容 設施		學校、醫院、體育館、大型公共建築	
	通告與記 錄		災後處理及追蹤記錄 受災區及設施權責或通報對象	
		專業檢 查 人員資料		火災專業檢查人員 地震專業檢查人員 災害預警 檢災措施 檢討改進措施
	震後建築 物評估		震後建築物 第一階段評 估表	建築物基本資料、損壞狀況、評估危險等 級、禁止進入／隔離範圍、損失評估
	防救災／ 應變管理 資料		震後建築 物評估	震後建築物 第二階段評 估表
法規與準 則資料	耐震評估 準則			設計年度、地盤種類、液化潛能、工址震 區加速度係數、地下室面積比、基礎型式、 基地土壤承载力、柱之高深比、牆量指標、 窗台氣窗之造成短柱嚴重性、磚牆造成短 樑嚴重性、軟弱層顯著性、平面對稱性、 力面對稱性、變形程度、裂縫鏽蝕滲水等 程度、屋齡、屋頂加建程度

二、報告資料

此部分主要為蒐集國內各單位與土石流相關的研究報告，包跨了土石流實例相關調查與報告、土石流理論研究、土石流防治、土石流預警、地理資訊系統運用於土石流災害等五大主題，茲清列如下：

(一) 土石流實例相關調查與報告：

土石流實例相關調查與報告		
主題	作者	年份
土石流發生的地質地形誘因-以賀伯颱風災害為例	林宗儀	1997
南投縣水里鄉二廓、三廓土石流災害地學環境之比較研究	陳紫娥	1997
賀伯颱風造成山區道路崩塌之調查分析	邱創益	1997
賀伯颱風之泥沙災害與土石流之防治法	謝豪榮	1997
和社溪流域山崩地變遷之研究	張瑞津、宋和禧	1997
花蓮縣鳳林鎮鳳義坑土石災害之研究	陳紫娥	1997
豐丘土石流發生臨界降雨線之研究	范正成、吳明峰、彭光宗	1999
新中橫公路邊坡破壞之調查	陳榮河、江英政	1999
土石流危險溪流整治規劃之研究	紀雲曜、杜麗華、蔡元芳、賴文基	1999
南投縣信義鄉出水溪土石流之地質控制	林慶偉、賴文基、黃敏郎、謝正倫	1999
陳有蘭溪流域土石流發育之地質控制	謝有忠、賴文基、林慶偉、謝正倫	1999
銅門村土石流材料特性之初步研究	陳榮河、林美聆、陳宏宇	1993
東部蘭陽地區土石流現場調查與分析	張東炯、謝正倫	1996
土石流的防災對策與相關法令芻議	陳禮仁	1996
日本之土石流研究回顧	黃宏斌	1993

賀伯颱風造成之土石流案例研討	游繁結	1996
花東兩縣土石流現場調查與分析	謝正倫、江志浩、陳禮仁	1992
陳有蘭溪流域之自然環境資料庫之建立與分析	林美聆、莊睦雄、洪鳳儀、張博翔	1999
陳有蘭溪流域賀伯颱風土石流與洪水災況之回顧	林呈、邱鵬豪、褚炳麟	1999

(二) 土石流理論研究：

土石流理論研究		
主題	作者	年份
土石流流速之研究	黃宏彬	1997
含砂濃度對含砂水體流變參數的影響之初步研究	詹錢登、余昌益、吳雲瑞	1997
土石流顆粒碰撞機制之探討	曾森煌、游繁結	1997
土石流體在直立旋轉式水槽內流動現象之初步實驗研究	詹錢登、陳晉琪	1997
土石流發生之臨界土層含水量	陳晉琪、詹錢登	1999
土石流之渾沌現象	吳傳威	1999
溝床沖刷型土石流的起動機制	羅文峰、艾南山、李后強、丁晶	1999
平行計算於土石流模擬之應用	連和政、葉克家	1999
泥沙漿體與甘油沙漿體流變特性之實驗研究	王裕宜、詹錢登、鄒仁元、韓文亮	1999
都會型土石流災害剖析	李威亨、謝正倫	1999
棄土區滑動引發土石流之案例分析	廖偉民、周憲德、林銘郎	1999
土石流發生之原因及破壞機制	劉格非	1996

溪床堆積土體崩壞模式及其土石流化之研究	連惠邦、趙世照	1996
土石流之發生雨量特性分析	江永哲、林啟源	1991
土石流堆積特性之探討	游繁結	1992
土石流特性之探討	張立憲	1995

(三) 土石流防治研究：

土石流防治		
主題	作者	年份
開放式攔砂壩攔阻功效之研究	林炳森、賴佳伴、劉貴慎	1997
切口式防砂壩防治土石流之設計模式	連惠邦、陳禮仁、李韋德	1997
利用消能衝撞理論探討防砂構造之緩衝特性	陳永祥、張義隆、劉玉雯、劉正川	1997
格子壩之格子層數對土石流防治功效之影響	何敏龍、陳榮河	1997
土石流災害之防治對策	黃宏斌	1999
複合斷面開放式壩攔阻功效之研究	林炳森、林基源、林智勇、黃育珍	1999
構造物加設緩衝材料之衝擊試驗研究	劉正川、陳永祥、劉玉雯	1999
梳子壩對土石流防治效率及其應用之初步研究	連惠邦、游繁結、柴鈺武	1999
土石流防治工法	謝金德	1999

(四) 土石流預警之研究：

土石流預警		
主題	作者	年份
智慧型控制理論應用於土石流預警系統之研究	張斐章、李心平	1997
土石流發生之水文及地文條件應用於土石流預警之初步研究	范正成、林森榮	1997

土石流危險區域劃定方法之研究	施邦築、鄭光炎、謝正倫、陳禮仁	1997
半三維土石流之數值模擬	劉格非、楊茂榮	1997
簡易土石流警告器之研究	張守羊、林鼎祥、石忠平	1999
地聲探測器特性之初步研究	劉格非、李欣輯	1999
土石流危險區橋樑監測預警系統之研擬	李有豐、施邦築、陳怡智	1999
土石流流動特性與偵測系統之研究	張守羊、林鼎祥	1999
土石流危險溪流危險度評估方法之研究	陳秋份、林慶偉、陳禮仁	1999
土石流溪流橋樑安全評估之研究	施邦築、李有豐、鄭光炎、陳怡智	1999
土石流特定水土保持區之劃定	謝正倫、吳輝龍、顏秀峰	1999
土石流預警系統之現況與展望	謝正倫、陳禮仁	1999
土石流發生臨界降雨線設定方法之研究	謝正倫、陸源忠、游保杉、陳禮仁	1995
土石流預警系統之研究	謝正倫	1996
溪間森林對土石流之扞止機能及其防災對策	竹下敬司	1992
模糊控制理論應用於土石流預警系統之研究	李心平、張斐章	1995
山坡地潛在危險之預測及其在環境影響評估之應用	張石角	1987

(五) 地理資訊系統運用於土石流災害之研究：

地理資訊系統運用於土石流災害		
主題	作者	年份
地理資訊系統應用於花蓮縣之土石流災害防治研究	蔡在宗、謝慧民、王明珠、鄧明星	1999
花蓮地區集水區崩塌地之探討	蔡光榮、王弘祐、林金炳、陳朝圳	1999

三、網頁資料

網頁資料主要蒐集國內土石流防救相關業務單位與學術研究單位之網址，以提供使用者能快速連結至相關單位查詢所需要的資訊。

(一) 政府單位：

政府單位
<u>全國民間災後重建聯盟</u>
<u>行政院農業委員會</u>
<u>行政院農業委員會林務局</u>
<u>經濟部中央地質調查所</u>
<u>經濟部水資源局</u>
<u>國科會防災辦公室</u>
<u>內政部營建署</u>
<u>工研院能資所土地資源資訊站</u>
<u>國家地震工程研究中心</u>
<u>台灣省政府消防處</u>

(二) 學術機構：

學術機構
台灣大學地理資訊中心
逢甲大學地理資訊中心
國立成功大學防災研究中心
中央大學太空及遙測中心
國立屏東科技大學水土保持系
中央大學地球科學系及地球物理所
中央大學應地所工程地質與防災科技研究室
中山大學海洋地質及化學研究所
師範大學地球科學系
成功大學地球科學系
海洋大學應用地球物理研究所
國立成功大學水利研究室

(三) 特定主題：

特定主題
台灣省公路災害報導系統
台灣活斷層資訊網
921 災情資料庫及災後重建地理資訊系統
建地安全及環境災害查詢管理系統

第二節 各階段模擬成果

以下就主要土石流相關模式及資料庫研究加以摘要與分析，以抽取其中之運作資料與分析功能需求，以下為參考之文獻清單。

1. 模式部分：

- 1) 土石流潛在溪流之危險度的評估方法(謝正倫，1993)
- 2) 土石流發生之臨界土層含水量(陳晉琪，詹錢登，1999)
- 3) 東部蘭陽地區土石流現場調查與分析(張東炯，1996)
- 4) 土石流防治(農委會，1992)

2. 資料庫部分：

- 1) 陳有蘭溪之自然環境資料庫系統之建置與分析(林美聆，1998)
- 2) 地理資訊系統應用於花蓮縣土石流災害防治研究(蔡在宗等，1999)

以下為各文獻之摘要與分析

(一) 土石流潛在溪流之危險度的評估方法

1. 摘要

土石流潛在危險流之危險度的判定是防災工作的基礎，本文提出以有效集水面積，作為危險溪流之判定指標，並以流出土砂量作為危險度之評估標準，將危險度分為 A、B、C 三個等級。其中 C 級可視為不具危險性者，而 A 級為高危險性者。同時進一步推導有

效集水面積與土砂流出量間之關係式，使土石流危險溪流之判定指標與危險度間能有一明確關連。

2. 土石流潛勢分析

1) 事實：

A. 土石流發生之最小坡度 $\min(\text{STA}) = 15$

B. 土石流發生之最小有效集水面積 $\min(\text{VBA}) = 5$ 公頃

2) 分級：

危險度分為四級 A、B、C、D(無害)

危險度	$\bar{\delta}/\delta^*$	備註
A	0.5 以上	高危險度
B	0.02 ~ 0.5	中危險度
C	0.0 ~ 0.02	低危險度
D		無害

3) 準則：

A. 過濾條件：If $\text{VBA} < 5$ 公頃 or $\text{STA} < 15$

Then $\text{DFR} = \text{D(無害)}$

B. $\text{RDO} = \bar{\delta}/\delta^*$ 決定 DFR 之等級

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{IF RDO} \leq 0.02 \text{ Then DFR} = \text{C} \\ \text{IF RDO} > 0.02 \text{ AND RDO} < 0.5 \text{ Then DFR} = \text{B} \\ \text{IF RDO} \geq 0.5 \text{ Then DFR} = \text{A} \end{array} \right.$$

C. RDO 估算公式

$$\bar{\delta} = Q_d * C_d * T_d = (C_s * C_d) / (C_s - C_d) / 3.6 * C * I * A * T_d$$

C：逕流係數

C_d ：土石流之平衡濃度

A：集水面積(km*km) C.:堆積層之土砂濃度

I：降雨強度(mm/hr) Td：土石流之流出延時

$$RDO = \bar{\sigma} / \bar{\sigma}^*$$

危險度	$\bar{\sigma} / \bar{\sigma}^*$	備註
A	0.5 以上	高危險度
B	0.02 ~ 0.5	中危險度
C	0.0 ~ 0.02	低危險度

$\bar{\sigma}^* = 56,000 \text{ m}^3$ 係 1990 年 6 月銅門村土石流災害之流出土砂量。

(二)土石流發生之臨界土層含水量

1.摘要

此文由作用於土層之驅動力大於或等於抵抗力之臨界條件，推導土石流發生臨界含水量關係式，藉以探討土層坡度、土壤摩擦係數、凝聚力及孔隙率等地文因子對土石流發生臨界土層含水量的影響，並說明土層含水量與土石流發生之關係。

2.發生土石流之土層含水量範圍

1)土石流是指土層破壞後與水均勻混合形成高濃度之流動現象。

土石流的發生除了需滿足 $qw > qc$ 之土層破壞力學機制，同時亦需在適當的水分供給下，才會形成土石流之流動現象。一厚

度為 H 之均勻堆積土層，其單位面積之土砂體積為 $(1-n)H$ ，單位面積之水體體積為 $V_w(q_w H)$ 。假定土層崩壞後與水充分混合，則其混合後體積濃度 C_{vf} 為：

$$C_{vf} = (1-n) / [(1-n) + q_w]$$

2)根據前人的研究資料，歸納土石流體積濃度下限約 20%，濃度上限約為 80%。倘若土石流之濃度範圍以 $0.2 < C_{vf} < 0.8$ 來估算，則由上式可得土石流發生之含水量(q_w 值)範圍為：

$$0.25(1-n) < q_w < 4(1-n)$$

3)當 $q_w < 0.25(1-n)$ 時，表示土層中水分不足，土體雖然崩壞，但無法形成土石流；

4)當 $q_w > 4(1-n)$ 時，表示土層中含水量大，土體崩壞後形成高含砂水流或挾砂水流，而非土石流。

3.結論

1)發生土石流之土層含水量 q_w 範圍與孔隙率 n 有關， q_w 值範圍介於 $0.25(1-n)$ 至 $4(1-n)$ 之間。若在此範圍內的 q_w 值大於臨界土層含水量 q_c ，則表示會形成土石流。

2)臨界土層含水量 q_c 與土粒比重 G_s 、土壤飽和度 S 、孔隙率 n 、土壤凝聚力 c 、土壤摩擦角 α 、土層厚度 H 及坡度 θ 等地文特性有關。

3)當 c 及 α 增加時，因土壤抗阻力的增加，會造成 q_c 的增加；

響，其大小自數公尺至 0.01 公厘以下，分佈範圍十分廣泛。

2)依組成材料之粒徑分佈，可將土石流概分如下：

A.礫石型土石流：0.1公厘以下微細粒子之含量在10%以下者。

B.泥流型土石流：0.1公厘以下微細粒子之含量在50%以上者。

C.微細粒子含量在10%~50%間者，暫以一般型土石流稱之。

3)土石流之單位體積重量(流動中)約在 $1400\text{kg/m}^3 \sim 2300\text{kg/m}^3$ 間。

4)土石流常呈間歇性之流動，當前端部份受阻而停止時，其後續部份會因慣性而產生壅高，並因壓力之加大迫使前端再次流動。

5)土石流前端部份呈波浪狀，並常有巨礫集中之現象。

-土石流於流動中之橫斷形狀，在前端部份其中央呈隆起之形狀，而在後續部份，其中央則呈凹下之形狀。

-土石流表面之流速明顯的高於其平均流速，顯示土石流具有表面快而底面慢之流速分佈特性。

-土石流之流動速度受其所含有之土石之粒徑、濃度及溪谷坡度所影響。礫石型之土石流其流速約在 $3 \sim 10\text{m/s}$ ，而泥流型之土石流約 $2 \sim 20\text{m/s}$ 。

-土石流常於溪谷出口等坡度緩、寬度大之地點形成扇狀堆積地。

-土石流發生地點之坡度大約在15~30度間為最多，而堆積地點之坡度以3~6度間最多。

2.土石流發展過程

1)發生階段

2)流動階段

3)淤積階段

4)停止階段

3.土砂量需事先予以估算

$$1)Q-E-(C+D+B)=0$$

2)Q(設計流出量)：考慮以往該溪流之土石流出量及現有溪床之土石堆積量加以估算

3)E(容許排放量)：對下游地區安全無虞之排放量

4)C(計畫攔砂量)：以攔阻工法捕捉之土砂量

5)D(計畫淤積量)：以淤積工法捕捉之土砂量

6)B(計畫抑制量)：以抑制工法減少之土砂流出量

4.土石流硬體防治對策：

1)抑制工法：主要應用在溪谷之上游處。在坡度較陡之上游區，土石流之防治原則上以防止溪床及側岸沖蝕，阻止土石流獲得土石材料之補充為主。

2)攔阻工法：主要應用於溪谷之中上游。當土石流在上游獲取充分之土石材料後其土石濃度已近乎飽和，因此對溪床沖刷能力也相對減低，然因其動量仍大，且先端之巨礫與流木破壞力仍強，因此在本區土石流之防治應以直接攔阻為原則。

3)淤積工法：主要係局部加大溪床之寬度或局部減小溪床之坡度。

4)疏導工法：主要應用於中、下游區或扇狀地上，以渠道或導流堤等誘使土石流沿一安全之路線流動。

5)緩衝林帶：主要應用於土石流扇狀地上，以樹林為緩衝區，避免土石流的直接侵襲。

(五)陳有蘭河流域之自然環境資料庫之建立與分析

1.摘要

主要工作項目為示範區(陳有蘭溪)自然環境基本資料庫的建立，優先整合完成全省崩坍地及土石流資料庫及其地理資訊系統架構建立，並對示範區土石流危險溪流的分佈及災害歷史加以整理，結合地理資訊展示系統將災害點予以標示，建立災區圖片、影片資料庫，提供防救災教育宣導之用。最後將以建立的示範區自然環境資料庫作進一步分析與探討，完成土石流潛勢圖之分析與製作之先期作業。

2.資料庫架構

採用空間資料管理系統(spatial database management)分為四個主要部分：

1)全球衛星定位系統(GPS)：主要提供快速正確空間地理位置，藉由精確地理座標可快速查詢相關空間資料及展示。

2)崩塌地資料庫：內容包括：日期、索引編號、計畫編號、地點、地理座標、道路、詳細地址、地標、圖名、圖號、工程地質參數、警戒範圍的面積、備註、地形位置、區位、植生狀態、環境品質、建議對策、地形、地質、潛在崩塌類型、警示標誌數量、影響土地利用、災害實況、治理工程、地下水分佈、圖片及影片等選項。

3.空間資料管理系統(spatial database management)

1)自然及人文環境資料庫：主要是整合地質資料庫、土壤資料庫、土地利用分佈資料庫、地下水位線分佈資料庫、斷層分佈資料庫等，以提供現地調查人員參考值，全省的自然及人文環境資料尚在蒐集中。

2)圖片及影片管理資料庫：將現地調查的危險崩塌地情況完整展現及紀錄，可作為防救災宣導最佳工具，影片資料尚在蒐集中。

4.陳有蘭河流域土石流災害資料及地理資訊系統

1)土石流地理資訊展示系統，是採用空間資料庫的方式將陳有

蘭溪沿線的土石流災區地點予以標示，蒐集災區災害相關資料、圖片、影片建檔管理。相關資料是以賀伯颱風在陳有蘭溪流域造成土石流災害狀況、致災的原因、治理工程等加以綜合整理，並將建檔的資料庫提供基本展示、查詢功能。

2)土石流地理資訊展示系統的內容包括陳有蘭溪流域土石流災害狀況調查資料庫、自然環境及人文社經資料庫、圖片及影片管理資料庫，三個資料庫以視覺化培基語言整合在一起，並由動態連結方式結合空間資料庫，配合 WinGis 作空間位置的展示、查詢。其特色包括：

5.系統特色

1)整合 1/25,000 數化地形圖除可查詢災害點之地理位置外，尚可由相關圖層，如道路圖層、建物圖層、河流水系圖層、公共設施圖層等，評估土石流對災區的交通、百姓財產及生命安全等之影響，可提供相關單位擬定治理計畫及維護公共安全之參考。

2)圖片及影像資料庫的建立，每一個災害點由兩張圖片及簡短的影片記錄災害發生時與整治後相關資訊，透過圖片及影像資料的建立可完整展現災害發生時與整治後現地狀況，並可作為防救災宣導及教育的最佳工具。

3)內建相關報告的管理系統，包括災害調查、社經資料、治理工程、效益評估，並結合災害點資料庫做動態連結，可方便查詢各災害點相關調查報告。

(六)地理資訊系統應用於花蓮縣之土石流災害防治研究

1.摘要

地理資訊系統以電腦測繪、遙測、資料庫管理及電腦輔助設計等四大領域作為發展與建置之基礎，其在資料之製作、管理、查詢與決策支援方面均有傑出的效益，且目前正為各界所廣泛使用。本研究以花蓮縣秀林鄉佳民村為例，說明應用所開發之防災地理資訊系統從事土石流防災、救災工作時，可快速獲得相關防災、救災資源之資訊，有益於有效分配與調度，縮短救災所需之時間，進而有效減少人員財物之損失。本系統未來與網際網路的結合，將以更低的客戶端使用成本、更簡便的客戶端環境、更健全的系統架構以及災情查報作業效率的提升，使系統具備高效率、無遠弗屆的特性，以達到防災、救災工作的需求。

2.概述

1)地理資訊系統均應特殊需求而開發不同的功能，其中以查詢及應用的系統居多，近期發展如用於水庫優養化評估[鄭、雷等，1997]、路網最短路徑分析[李等，1997]、推估需水量[鄭、

許等，1997]、網路管理整合[張等，1997]等方面的研究也不少。

2)地理資訊系統用於台灣防災方面也陸陸續續在建立中，如消防資訊系統[台灣省消防處，1997]等，花蓮縣政府委託國立成功大學防災研究中心執行『花蓮縣防災地理資訊系統建置計畫』。

3.防災地理資訊系統

1)地理資訊系統是以電腦測繪、遙測、資料庫管理及電腦輔助設計等四大領域的技術精華作為建置基礎。

2)就大方向來看具備下列四項功能：

3)資料製作：以自動化的 GIS 工具進行同樣的工作僅需要在部分決策階段加入人為的處置，大大降低人力的需求。

4)資料管理：減少佔用空間、資料安全性更有保障。

5)資料查詢：操作介面簡易，提供快速簡便的查詢

6)決策支援：提供各項分析統計功能。

4.花蓮縣防災 GIS 實例

1)系統功能：

2)圖形定址：能快速顯示指定相關區域之圖形以提供使用者參考。

3)資料查詢

4)圖形顯示設定：減少誤差及顯示更明瞭

5)土石流災害狀況處理：包括災害資料建檔、災害屬性查詢、災害狀況查詢。

6)危險地區：包括土石流危險溪流、危險崩場地點、危險溪流點選查詢等。

7)防洪防砂設施狀況：包括水利防洪設施及防砂設施點選查詢與維護。

Ex:1997年8月27日，安伯颱風登陸花蓮：

5.災害處理程序圖

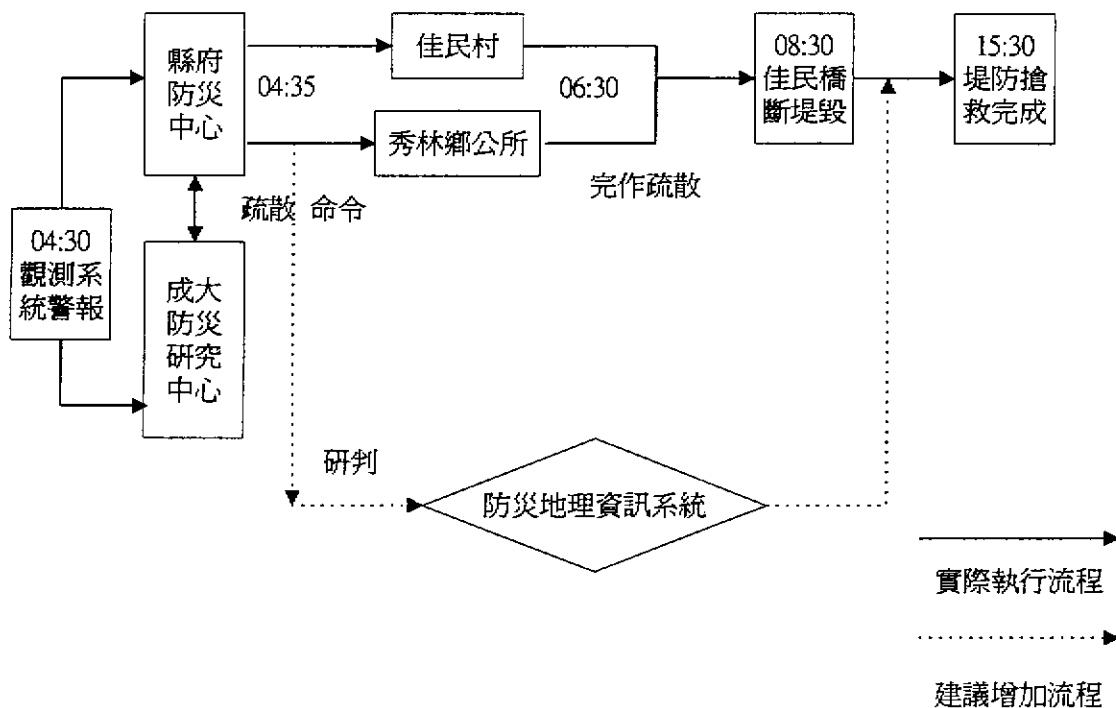


圖 2-2 1997年8月27日佳民村緊急疏散及搶救流程圖

6. 網際網路之應用

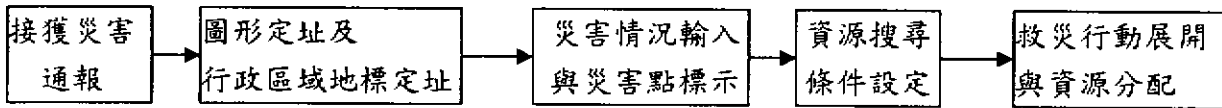
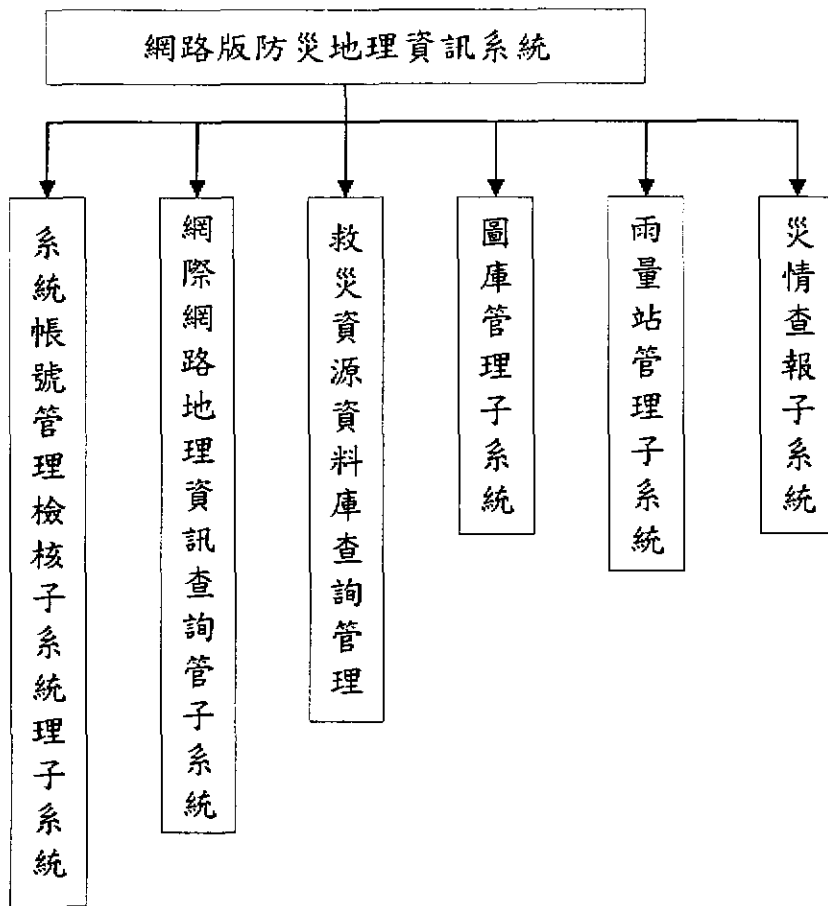


圖 2-3 系統災害處理程序圖

- 1) 要拓展 GIS 的應用層面勢必得跳脫傳統單機作業的模式與網際網路結合。
- 2) 路版的特色有以下幾點：
- 3) 更低的各戶端使用成本：只需搭配 IE、NETSCAPE 瀏覽器使用。
- 4) 更簡便的客戶端環境：以 IE、NETSCAPE 為操作環境
- 5) 更健全的系統架構：各子系統在主系統進行多工作業時皆可獨立運作增加系統效能。
- 6) 災情查報作業的提昇：可利用 Internet 得到其他相關單位的資訊(如氣象局雨量資料等)



除了以上所分析的六種研究成果外，國內其他各階段相關研

究整理如下表

表 2-2 土石流相關模式

模式類型	模式名稱	作者	輸入參數	模式產出		
				危險度	v/v*	備註
潛勢分析	土石流潛在溪流之危險度的評估方法	謝正倫、陳禮仁(1993)	逕流係數 (C)、集水面積 (A)、降雨強度 (I)、土石流之平衡濃度 (Cd)、堆積層之土砂濃度 (C*)、土石流之流出延時 (Td)、 $v^*=56000$ 立方公尺。	危險度	v/v*	備註
				A	0.5 以上	高危險度
				B	0.02-0.5	中危險度
				C	0.0-0.02	低危險度
潛勢分析	土石流發生之臨界土層含水量	陳晉琪、詹錢登(1999)	孔隙率 (n)、土石流體積濃度 (Cvf)、土層含水量 (qw)、臨界土層含水量 (qc)。	土石流體積濃度下限約 20%，濃度上限約為 80%。倘若土石流之濃度範圍以 $0.2 < Cvf < 0.8$ 來估算，則由上式可得土石流發生之含水量 (qw 值) 範圍為： $0.25(1-n) < qw < 4(1-n)$ $qw > qc$		
潛勢分析	土石流臨界降雨線預測公式	范正成 (1998)	有效累積降雨量 (Y)、有效降雨時間 (X)、土地利用因子 (M)、集水區平均寬度 (W)、溪床平均坡度 (S)、內摩擦角 (Ö)、孔隙比 (e)、土壤粒徑大於四號篩百分比 (#4)。	土石流臨界降雨量 (Y)		
短期預測	土石流沖淤模式	謝正倫 (1999)	土石流流量、土石流流動深、土石流體濃度、底床高程。	土石流淤積量		
短期預測	土石流流動數值模擬模式	蔡丁貴 (1997)	土石混合流密度、混合流之混合長度、正向力、顆粒直徑、孔隙率、靜止土石堆積層之土石體積濃度、摩擦角、土砂密度、黏結力、黏性指數、坡度、土石體積、渠道寬、渠道長、時距。	矩形斷面渠道土石流土石深度解析、矩形斷面渠道中線土石流剖面之高程變化、移動距離與時間之關係、倒三角形斷面渠道土石流土石深度解析、倒三角形斷面渠道中線土石流剖面之高程變化、移動距離與時間之關係		
潛勢分析	土石流危險溪流評估	陳秋份、林慶偉(1999)	15°以上有效集水面積 (a15)、集水區內岩體之岩性 (Wg)、通過集水區內之斷層長度 (Wl)、淤積範圍與保全對象的距離 (Wac)。	$\bar{O}Wi > 9.8$	高危險度	
				$9.8 < \bar{O}Wi < 8.1$	中危險度	
				$\bar{O}Wi > 8.1$	低危險度	
短期預測	FLO-2D 土石流潛勢分析	Bagnold (1954)	降雨歷線、土石流量歷線、土石流發生時間、三維地形資料、降伏應力、黏滯係數。	土石流推估堆積區		

第三章 土石流防救決策支援系統之補強規劃

第一節 主要應用單位需求

行政院農業委員會為預防土石流、崩塌及地滑等災害，有效推動土石流災害應變措施，強化災害防救功能，迅速處理土石流災害，以確保人民生命、財產之保全，依據災害防救法、中央災害應變中心作業等要點草案，以及行政院國家搜救指揮中心設置及作業規定，特制訂「行政院農業委員會土石流災害通報及應變措施草案」，其中說明了在有土石流災害發生之時，從農委會、水土保持局及林務局、局所轄之工程所或林管處應執行之應變措施。

因此，本計畫所建立的「土石流防救決策系統」應架構在此體系之下，作為政府土石流災害通報及應變之溝通決策樞紐。以下就目前政府對於土石流災害發生或可能發生，所建立之通報及應變體系，以及整個處理程序與需求整理於下：

壹、通報及應變體系與處理程序

一、組織體系

根據「災害防救方案」建構之中央防災體系之規劃，為預防土石流災害，由行政院農委會主導，配合「中央災害應變中心」

成立，而成立「土石流災害緊急應變小組」，其下並分勘災、協調聯繫以及秘書組等三組。水土保持局及林務局則各自成立「災害應變中心」，若於應變小組未成立前，則由農委會「土石流研究處理小組」配合運作，指揮「災害應變中心」執行各項任務。水土保持局工程所以及林務局林區管理處，則於「災害應變中心」成立時，應即各自成立「緊急處理小組」，辦理上級所交付之任務及其他任務。

二、成立時機

依「行政院農業委員會土石流災害通報及應變措施草案」指示，可分為下列幾種狀況：

- (一)當「中央災害應變中心」成立時，「土石流災害應變小組」及應配合成立。其下所屬業務單位（水土保持局、林務局）也必須配合成立「災害應變中心」及「緊急處理小組」。
- (二)當重大土石流災害發生或有發生之虞時，農委會依主任委員指示，應成立緊急應變小組，其下所屬業務單位也必須配合成立「災害應變中心」及「緊急處理小組」。
- (三)當重大土石流災害發生或有發生之虞時，或中央氣象局發佈海上、陸上颱風警報後，或者當中央氣象局豪雨預報，其累

積雨量達兩百公釐時，水土保持局及林務局及應各自成立「災害應變中心」及「緊急處理小組」，若此時農委會尚未成立「土石流災害緊急應變小組」，則依該會「土石流研究處理」小組指示，配合運作。

三、主要執行任務：

(一)農委會「土石流災害緊急應變小組」

其下分勘災組、協調聯繫組、秘書組等任務編組，此外「土石流研究處理小組」之諮詢工作亦配合運作，其任務如下：

1.勘災組

- (1)可能受災地區及災情預估事項。
- (2)傳達災害預報、警報消息有關事項。
- (3)災情蒐集、通報及損失查報有關事項。
- (4)土石流災害緊急水土保持處理有關事項。
- (5)其他有關災情勘查及搶修事項。

2.協助聯繫組

- (1)中央與地方災害應變中心及有關單位協調聯繫事項。
- (2)災情傳遞彙整及災情指示等聯絡事項。
- (3)防災宣導事項。

(4)其他有關土石流災害應變協調聯繫事項。

3.秘書組

(1)處理民眾電話，並適時反應報告事項。

(2)處理報紙、電視、電台報導災情事項。

(3)本中心辦公處所布置、資訊及照明。

(4)本中心工作人員餐飲及辦公設備供應。

4.土石流研究處理小組

(1)提供土石流災害防救應變有關諮詢。

(2)土石流調查、試驗研究有關技術諮詢、協調聯繫等。

(3)其他有關土石流災害之諮詢。

(二)水土保持局及林務局之「災害應變中心」

(1)執行農委會「土石流災害緊急應變小組」所交付任務。

(2)土石流災害緊急水土保持處理或在害防救事項。

(3)土石流災害之搶險及搶修作業。

(4)協調聯繫相關單位策劃土石流災害應變措施，掌握土石流
災情。

(三)水土保持局工程所及林務局林區管理處之「緊急處理小組」

(1)執行農委會「土石流災害緊急應變小組」、水土保持局「災
害應變中心」所交付任務。

- (2)災情蒐集。
- (3)災情損失查報。
- (4)緊急水土保持處理。

四、災害通報及處理程序：

(一)農委會「土石流災害緊急應變小組」作業程序如下：

- 1.本小組設於農委會或依指揮官指示地點作業辦理土石流災害防救事宜，並負責處理本小組作業之運作、支援及協調事項。
- 2.本小組成立或撤除時，應立即以通報單報告行政院「中央災害應變中心」，並通知水土保持局成立「災害應變中心」。
- 3.通知本小組成員參加作業後，立即由指揮官或副指揮官召開災害防救準備會議，瞭解各單位緊急應變情形，指示所屬單位必要措施。
- 4.災害發生時，各編組成員依權責執行應變措施，並隨時向指揮官報告處理情形。
- 5.本小組撤除後，各項善後措施由各相關編組單位依權責繼續辦理。
- 6.被指派進駐本小組之災害防救負責人員，得援與其實施災害

應變對策所需權限，並接受指揮官之指揮調度。

(二) 災害通報程序：

1. 一般災情查報。
2. 重大災害發生之災情查報。

貳、整體資源需求：

1. 資訊需求：

(1) 氣象資訊

(2) 土石流觀測資訊

2. 硬體需求

3. 標準作業程序

4. 資料需求

(1) 敏感地區資料

(2) 敏感地區及工程整治資料

(3) 防救災資源資料

第二節 實用型土石流防救決策支援系統規劃

根據上節對於主要應用單位之需求所做的分析，本研究所進行的土石流防救決策支援系統規劃，將分成災害防救監測體系、救災災情通報及監測體系、以及土石流救災決策支援架構三個面向來規劃。

一、災害防救監測體系

土石流災害防救監測之重點是土石流現象及災害規模之掌握，並在復建期防止二次災害由防災、預警、救災、復建四階段皆要做好資訊收集與預測或模擬之工作，其監測手段應可由遙測（衛載或空載）、地面監測儀器、人員監測三方面來進行（見圖 3-1）。

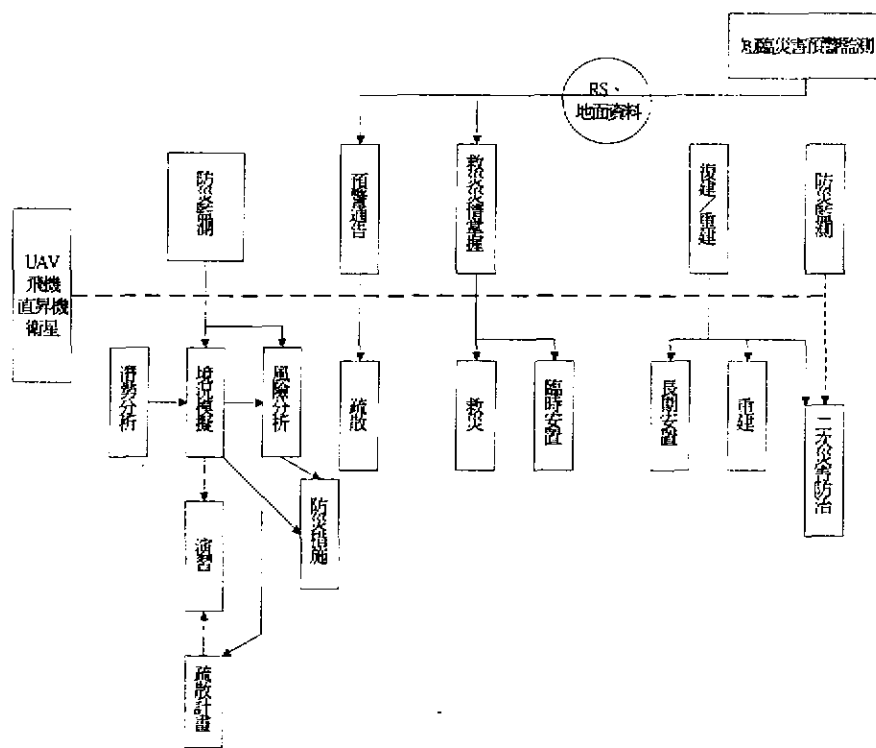


圖 3-1 災害防救監測體系架構圖（以土石流為例，各階段）

二、救災災情通報及監測體系

救災通報及監測體系是災情掌握之重要資訊來源，尤其是通報系統及遙測系統可以掌握災害發生後之災情資訊而地面監測系統則提供了災害發生之資訊，由人員通報及遙測影像之相互佐證，可以掌握點、線、面之全面災情，其中之通訊體系顯然是資訊流通之關鍵（見圖 3-2）。

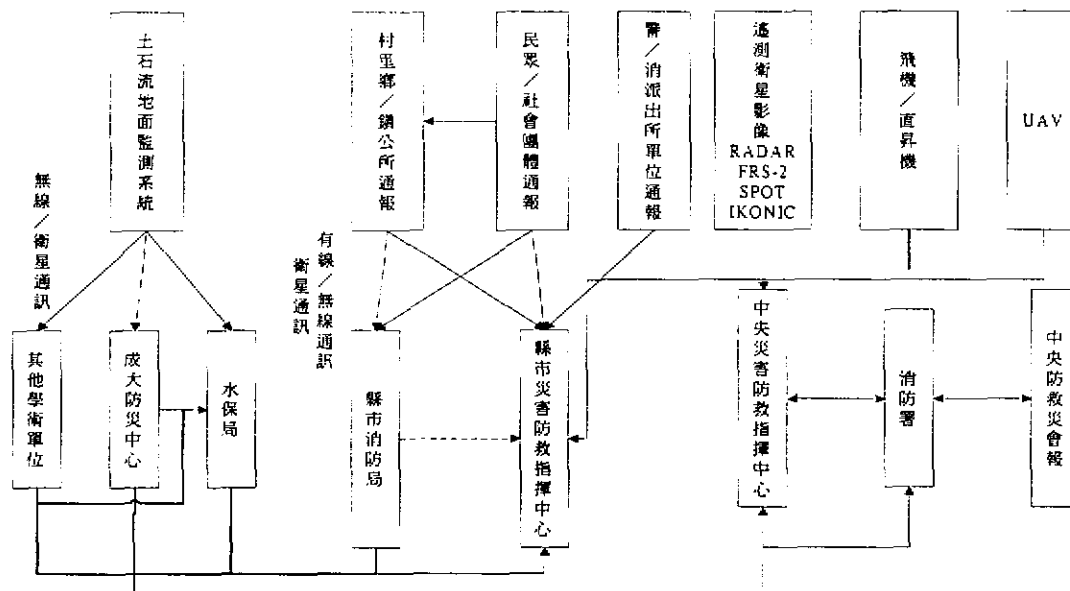


圖 3-2 災情通報及監測體系架構（以土石流為例，救災階段）

三、土石流救災決策支援架構

土石流境況模擬是為了提供救災時之作業模擬或決策輔助而提出的，其中應掌握災情、救資援分布，救災對象之重要性與急方迫性（如境情程度與其危險度分析），救災排序及救災回報，除動態資訊的掌握外，資訊不足者只能運用推做模擬而其中救災資源的

排序與資訊量之分配實為其中決策量最重點部分，其可以依序安排必要之救災資源或依序分配不同必要比率之救災資源兩種決策模式。但其前提為排序之形成此可以災情之嚴重性（規模）與危險性來評估，亦即危險性與災情規模愈大則其實際生命、財產損失則可能愈大，應有較高之排序（見圖 3-3）。

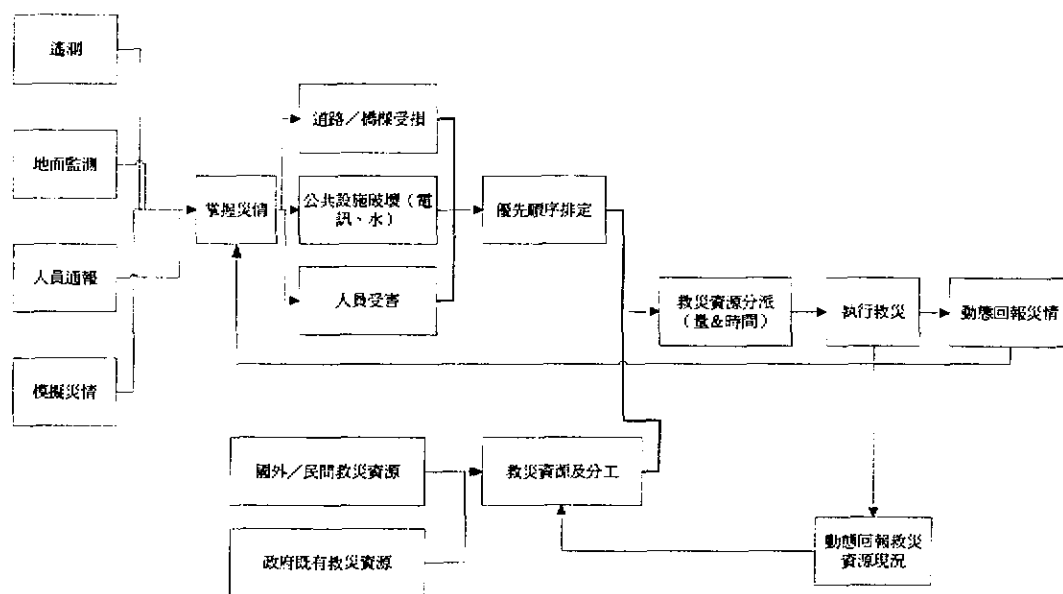


圖 3-3 土石流救災決策支援架構

第四章 土石流防救決策支援系統修正建置

第一節 新補強資料整備及建置

一、資料庫建置

在資料方面為因應不同之需求，資料之型態亦有不同。如圖 4-1 所示，資料庫目前依類型之差異分為：

1.地理資訊資料庫

主要是儲存向量式 SDF 檔案及影像圖(如 tif 格式)之檔案。另外為了進行主題圖例之設定，必需要有相關之圖形屬性資料庫供連結之用，如土地利用之類別資料等。另一項則是為了供定位功能使用之定位資料，記錄該定位點之 x,y 範圍，如行政界或地名之座標位置及範圍。此外，圖層及圖冊管理及詮釋資料都是屬於 GIS 系統操作上的加值功能，因此也需配合相對應的資料庫。

2.網頁資料庫

網頁資料庫泛指所有經由 HTTP Server 傳回之文件，不論是靜態網頁或動態網頁。其中動態網頁泛指經由 Server 端的應用程式產生之網頁，其來源可以是經模組化分割之網頁片斷(透過 include 方式進入動態網頁中)，或是經由樣版程式(ColdFusion 程式語言)

產生，或是存取 RDBMS 資料庫經轉換為 HTML 格式。

3. 搜尋資料庫

統稱為了達到搜尋目的所設計之資料庫，包括記錄各單一網頁之詮釋資料的資料庫；記錄詮釋資料之類別 (category) 及類別項目 (item) 之資料庫；以及記錄各網頁之計分之資料庫。

4. 系統管理資料庫

帳號資料庫記錄使用者名稱及密碼、權限、有效日期等。個人設定資料庫記錄使用者之偏好。操作記錄資料庫記錄使用者到訪網頁、操作日期等資料。操作者也可以留言給其他使用者而達到訊息直接傳達的目的。

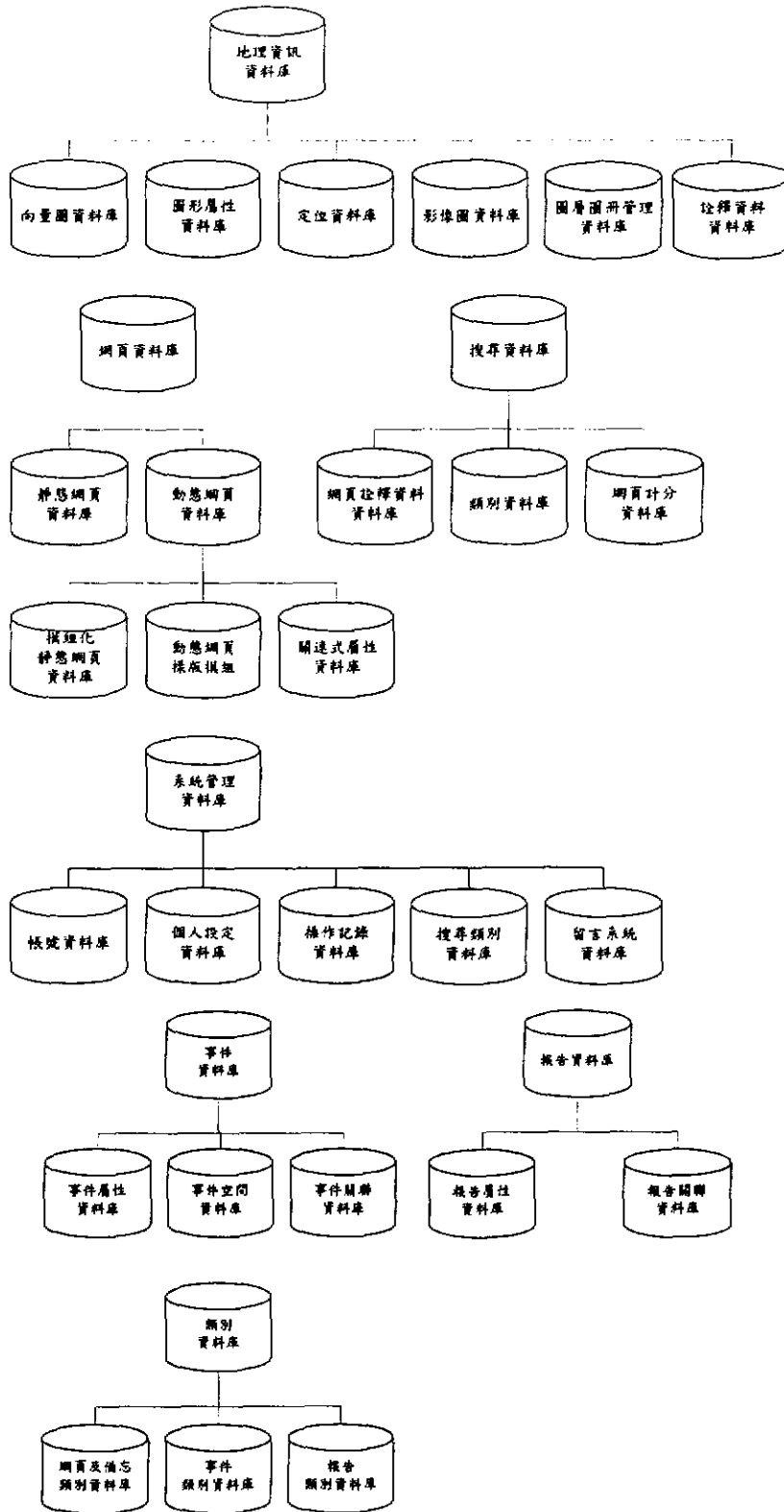


圖 4-1 不同類型資料庫示意圖

5.事件資料庫

在單一狀況發生時，如汐止淹水；這時，便需要一個機制可以記錄該事件所涵蓋的範圍、可參考的網頁或其他備忘資料。

6.報告資料庫

為了針對一狀況發生而制作一份包含了事件、網頁及地圖的報告作為提供給上位者分析決策之用。

7.類別資料庫

搜尋引擎機制必須仰賴類別或關鍵字的存在，所以在新增一份網頁、事件或報告時，必須同時指定其類別以利往後查詢之用。

二、資料轉入與生產

原始資料轉入資料庫的處理方式有兩種：

- 1.原始資料是數位化資訊，則經過格式轉換步驟，轉成資料庫所要求的格式。如 ARC/INFO Coverage 經過格式轉換，圖形部分轉為 MapGuide SDF 格式，屬性部分則轉為 Access 格式；SPOT 衛星影像經過格式轉換，影像部分轉為 TIFF 檔案格式，座標部分則轉成 Georeferencing information。
- 2.原始資料為書面資訊，需先透過數位化的動作，將書面資訊轉為數位化資訊，再經過格式轉換轉入資料庫。如紙張地圖透過 GIS

軟體和數位板，將空間與屬性資訊轉為 Coverage，再經格式轉換轉入資料庫；統計表格則可直接鍵入資料庫。

三、新補強資料

1.圖層資料

除了已有的陳有蘭溪土石流潛勢模擬資料外，本系統內再加入環境災害與建地安全之圖層資料，其內容包含了下列四大類：

(一)、自然環境基本資料大類

自然環境基本資料大類包含與自然界中各基本組成元素相關的資料，其下又包括氣象、海象、水文、地形、地質、土壤、地表植生等資料。

(二)、環境災害資料大類

環境災害資料包含與環境災害的發生有直接或間接密切關連的各類因子。資料大類下根據災害的種類在分為風災、水災、地震災害、山崩災害（包含落石、土石流、地滑等）、地層下陷災害、海岸侵蝕災害等六資料。

(三)、建地安全資料大類

建地安全資料大類以土地開發規劃、土地使用管制、區域使用管制等與人類經濟活動相關的土地資料為重點。本大類下再分

為土地管理基本資料、土地使用規劃資料、保護／防護／管制區資料、土地利用現況資料、建地資料等。

(四)、監測資料大類

監測資料大類以自動或人工方式觀察記錄環境變化與災害狀況的資料為重點，包含動態自動監測資料、遙測資料、申報調查資料、災情通報資料等資料。

1.報告資料

主要為蒐集國內各單位與土石流相關的研究報告，包跨了土石流實例相關調查與報告、土石流理論研究、土石流防治、土石流預警、地理資訊系統運用於土石流災害等五大主題。

2.網頁資料

網頁資料主要蒐集國內土石流防救相關業務單位與學術研究單位之網址，以提供使用者能快速連結至相關單位查詢所需要的資訊。

3.模式資料

蒐集國內近年來相關土石流災害模式，並建立土石流模式庫，包含潛勢分析、風險分析、短期預測三種模組，以進行對土石流災害之模擬及預測，提供決策者更多的參考資訊。

4.氣象資料

利用網路連結，透過中央氣象局即時接收衛星雲圖、各雨量站之降雨資料等，以提供模式輸入資料。

第二節 新增功能設計與建置

一、新增功能設計

1.系統管理：系統管理功能是讓使用者與管理者隨者角色及需求不同，而有不同的功能介面。系統管理包含了三個子功能：a.使用者註冊，b.資料更新／加入，c.各種作業支援環境設定。

a.使用者註冊：依照不同的使用者而有其所需特定的功能介面及功能權限。

b.資料更新／加入：系統管理者可以藉此更新或加入資料，及時資料也可以藉由此功能在網路的連結下即時上傳與更新。

c.各種支援環境設定：依照不同使用者的需要，可以藉此功能新增所需的主題圖或刪除不需要的主題圖，另外使用者可以依個人需要編輯主題圖清單。

2.搜尋引擎：搜尋引擎讓系統使用者可以利用關鍵字或相關名詞的輸入，藉由網路的連結，搜尋與土石流相關的其他資訊。其包含了：

- a.報告搜尋與瀏覽：藉由網路搜尋系統資料庫內土石流相關之研究報告。
 - b.事件搜尋與瀏覽：借由網路搜尋系統資料庫內已有之土石流相關事件資訊。
 - c.網頁搜尋與瀏覽：藉由網路搜尋網路上之土石流相關資訊。
- 3.詮釋資料查詢：資料查詢功能讓使用者可以查詢系統內各圖層之詮釋資料，包含了基本項目、聯絡資料、主題關鍵字、地區關鍵字、資料品質、詮釋資料填寫人等六大項目。
- 4.模式應用：土石流防災決策支援系統另一向特點在於整合已發展之土石流相關模式而形成模式資料。模式功能讓使用者在系統上輸入模式所需要的參數值，便可執行相關的模式來進行分析，其模式包含了土石流的潛勢分析模式、風險分析模式、短期預測模式。

三、系統建置

土石流防災決策支援系統之建置將以土石流災害防救資料庫、土石流相關模式料庫與環境資料庫為基礎，利用 GIS 軟體（ArcView）以及 WGIS（MapGuide）等 GIS 作業平台來分析模式（潛勢分析、風險分析、短期預測）及處理工具層（模式建構、磨模式管理、資料轉入、資料管理、資料展示/輸出、資料查詢），進

而產生出應用工具層以及各階段業務處理方式（防災預備階段作業、減災預備階段作業、災害應變階段作業、災害復健階段作業）。

最後以 WWWGIS 介面來執行此決策支援系統（圖 4-2）。

AP 層	業務模式	防災預備階段作業		減災階段作業		災害應變階段作業		災後復建階段作業	
工具層	分析模式	潛勢分析		風險分析		短期預測		其它分析模式	
		模式建構	模式管理	資料轉入處理	資料管理	資料展示/輸出		資料查詢	其它
				ArcView		MapGuide (WGIS)			
GIS 平台		DataBase							

圖 4-2 土石流防救災決策支援系統層級關聯圖

目前已完成在 WWW 環境中建立了土石流防救災決策支援系統，包含了資料庫的建置、模式說明資訊之蒐集、WWW 文件設計建立及連接相關之資料查詢、空間分析以及模式執行功能（見圖 4-3~4-11）。

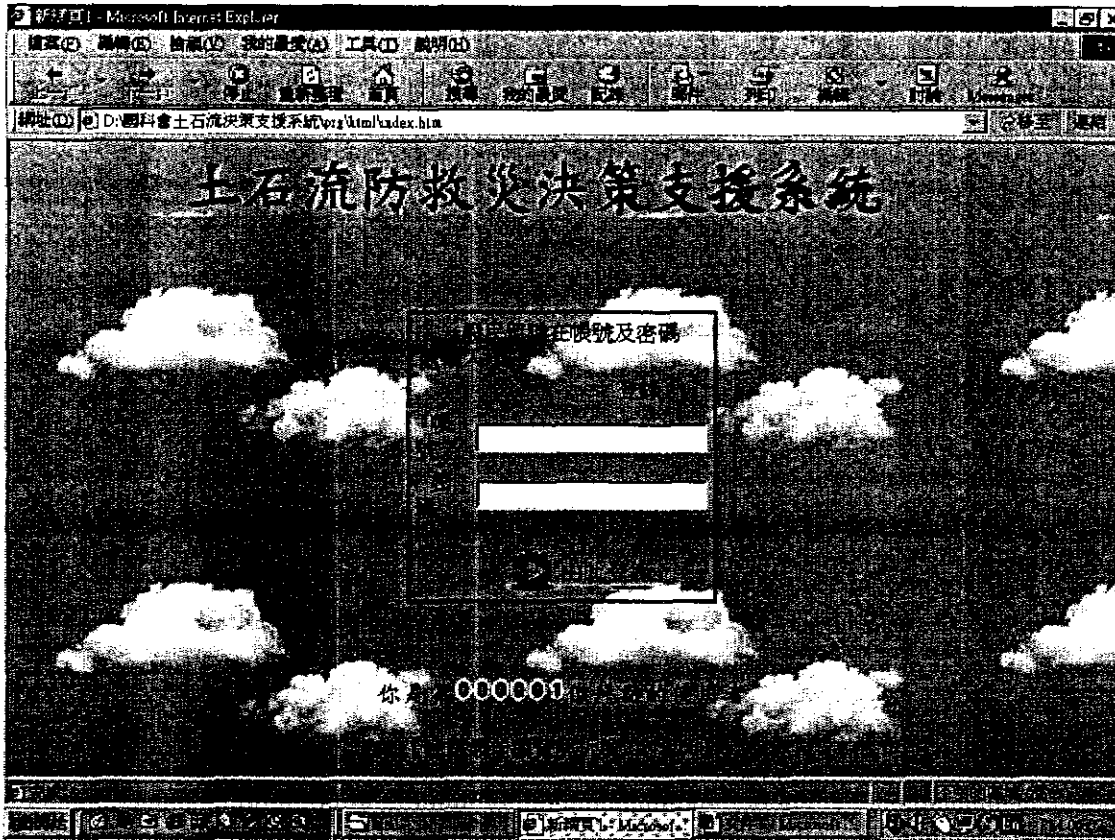
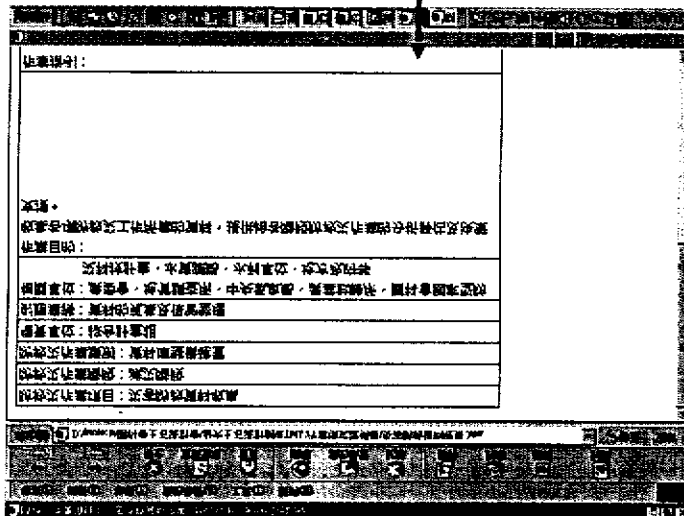
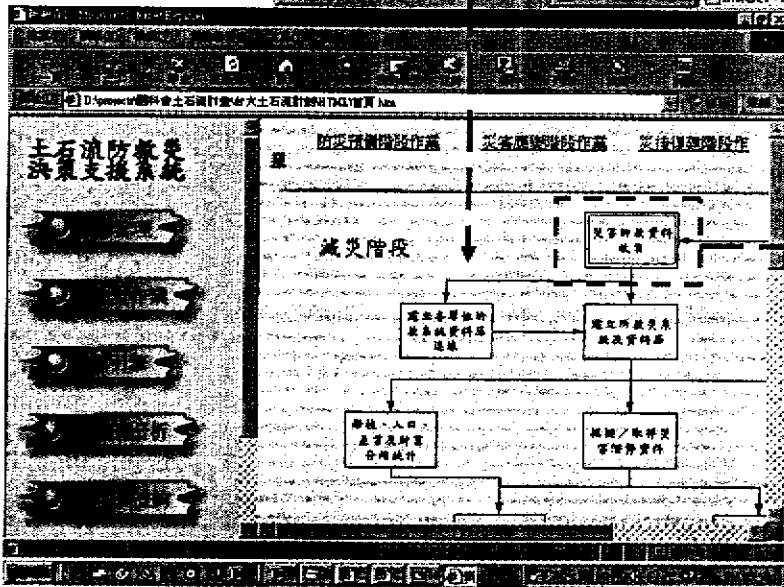
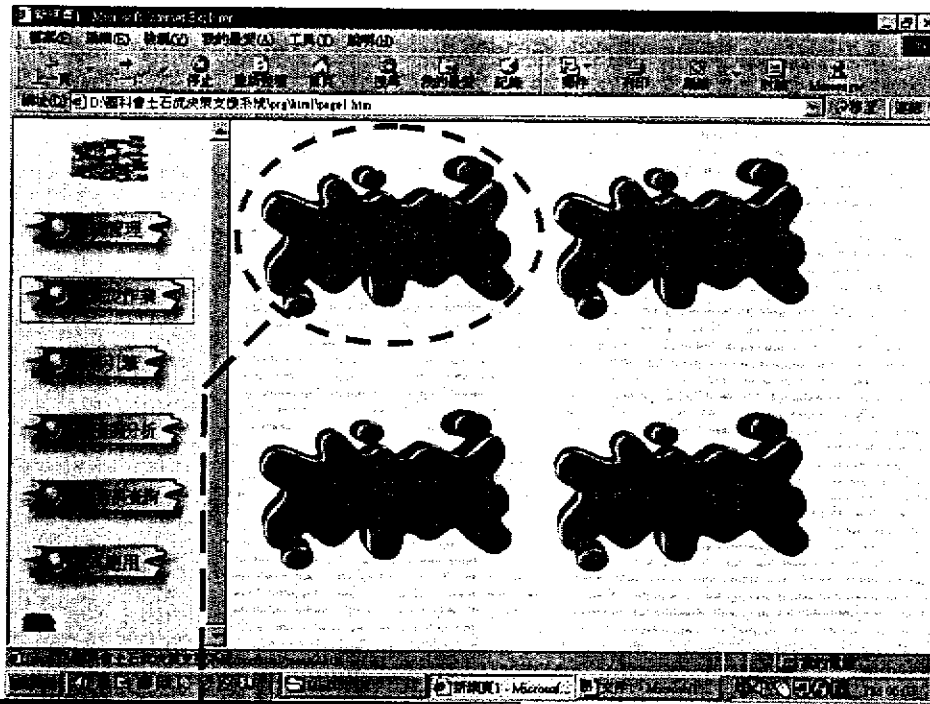


圖 4-3 系統登錄



圖 4-4 系統管理功能



4-5 防救災作業功能

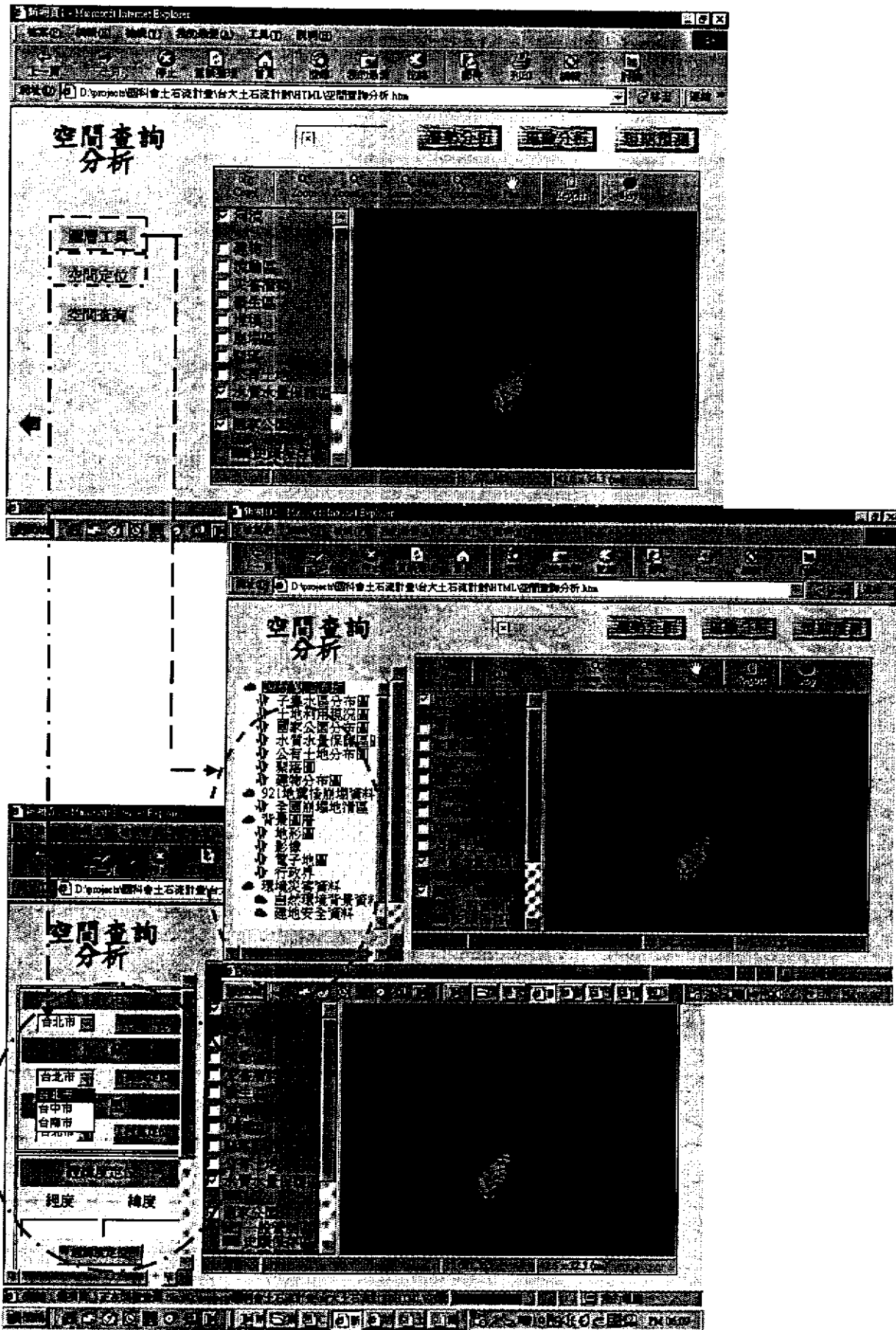


圖 4-6 空間查詢功能

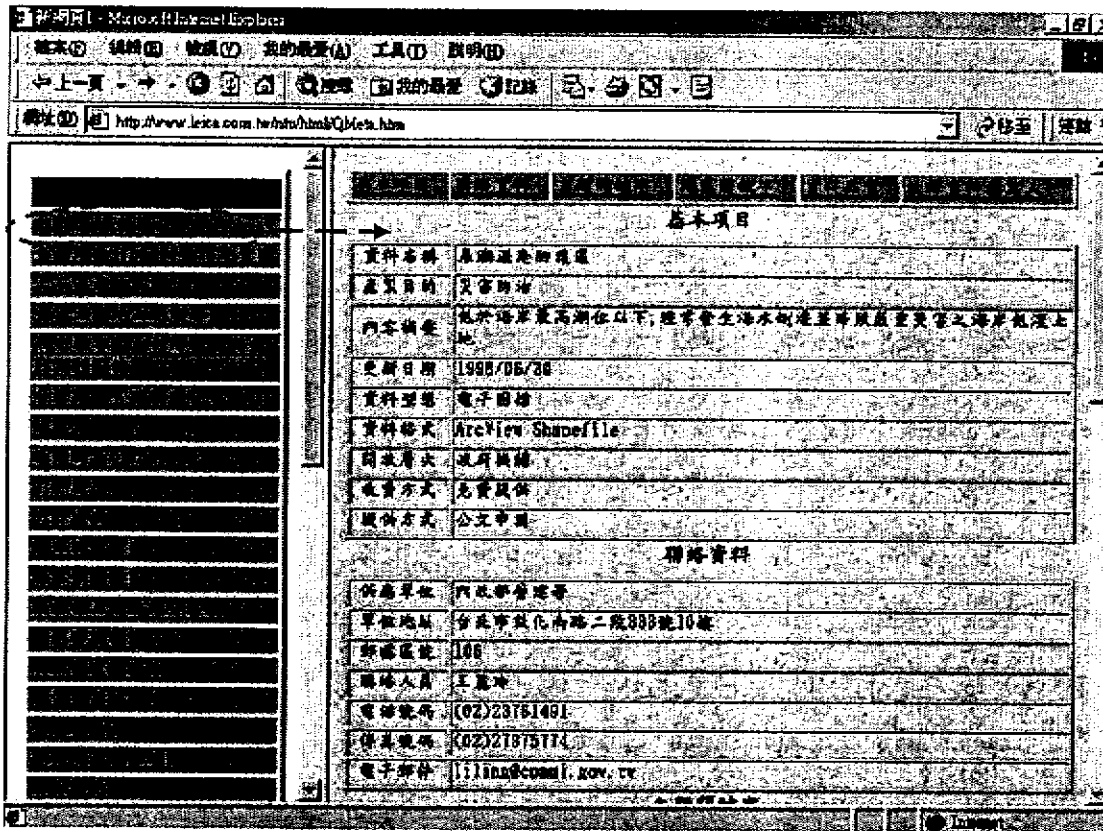


圖 4-7 詮釋資料查詢

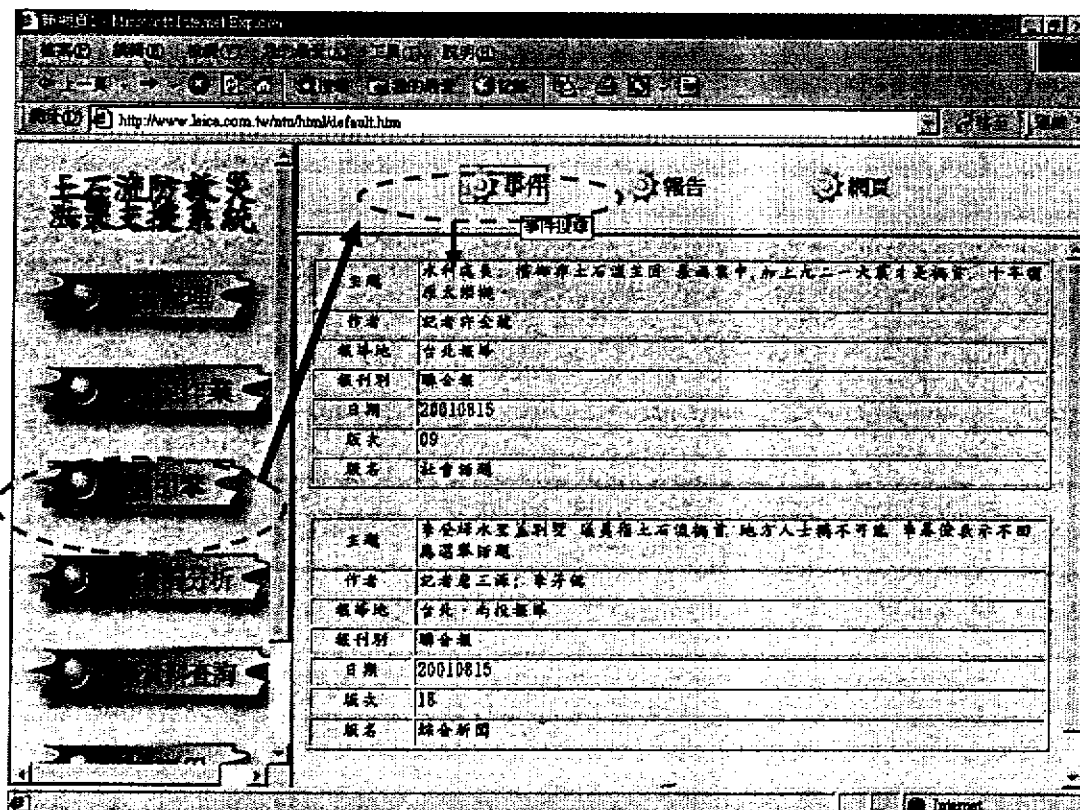


圖 4-8 事件搜尋與瀏覽

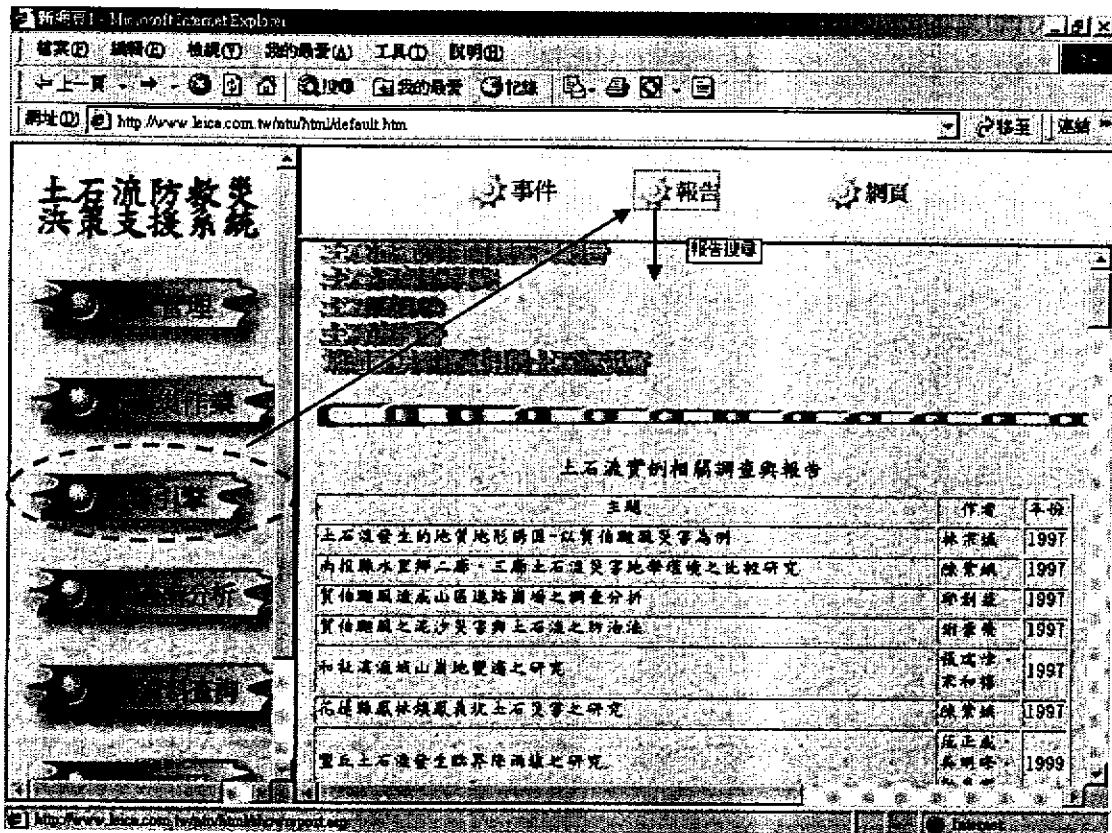


圖 4-9 報告搜尋與瀏覽

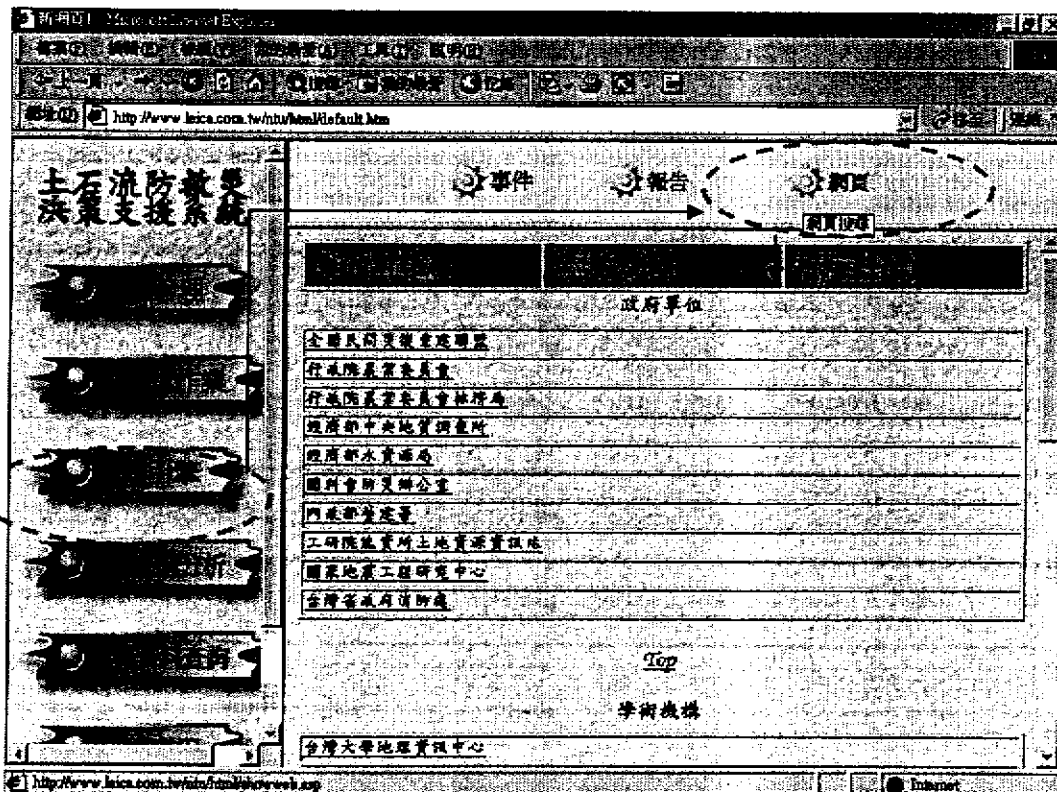


圖 4-10 網頁搜尋與瀏覽

Microsoft Internet Explorer

http://www.leica.com.tw/html/Apply.htm

模式功能

模式名稱	作者	輸入參數	短期預測	模式產出	模擬結果
土石流沖流模式	謝正倫 (1999)	土石流流量、土石流流動深、土石流體積、底床高程。		土石流淤積量	模式發展中
土石流流動數值模擬模式	蔡丁貴 (1997)	土石混合流密度、混合流之混合長度、正向力、顆粒直徑、孔隙率、靜止土石堆積層之土石體積濃度、摩擦角、土砂密度、黏結力、黏性指數、坡度、土石體積、渠道寬、渠道長、時距。		矩形斷面渠道土石流土石深度解析、矩形斷面渠道中線土石流剖面之高程變化、移動距離與時間之關係、倒三角形斷面渠道土石流土石深度解析、倒三角形斷面渠道中線土石流剖面之高程變化、移動距離與時間之關係	模式發展中
FLO-2D 土石流潛勢分析	Bagnold (1954)	降雨歷線、土石流量歷線、土石流發生時間、三維地形資料、降伏應力、黏滯係數。		土石流推估堆積區	模式發展中

Top

Microsoft Internet Explorer

http://www.leica.com.tw/html/Apply.htm

模式功能

土石流流動數值模擬

土石混合流密度	<input type="text"/>	孔隙率	<input type="text"/>
混合流之混合長度	<input type="text"/>	靜止土石堆積層之土石體積濃度	<input type="text"/>
正向力	<input type="text"/>	摩擦角	<input type="text"/>
顆粒直徑	<input type="text"/>	土砂密度	<input type="text"/>
黏結力	<input type="text"/>	土石體積	<input type="text"/>
黏性指數	<input type="text"/>	渠道寬	<input type="text"/>

圖 4-11 模式功能

第五章 結論與建議

第一節 結論

一、第三期計畫目前已完成的工作成果如下：

1. 建立土石流資料庫

已將可搜集之土石流相關資料建庫，其中是以潛勢分析、危險度分析及境況模擬必要之靜態資料為主，而動態資料則要監測站、遙測及通報體系來提供。

2. 搜集已有之土石流模式類別

由於土石流模式研究繁多，由潛勢分析、機制研究、防治工法研究、衝擊範圍模擬（危險度分析之基礎）。

唯境況模擬決策模式部分較少人研究，模式搜集多只能做到說明或至多取得分析結果極少能真正取得模式程式本身，故決策支援系統中之模式庫只能先以部分模式模擬結果或模式明來取代，待國科會整合完整，便可以真實模式納入以完成系統整合工作。

3. 完成土石流決策支援系統

系統規劃部分已完備能自行建置之系統部分亦已完成，其中包括資料庫、資訊連接、空間功能處理及不同防救災以不同之資訊平台提供作業環境，相對應之模式說明亦已納入。

4.配合實務單位需求

已與水保局之土石流相關業務及其「災害應變中心」作業在理念上加以配合，並在災救派遣上提供未來更進一步之資訊決策輔助（境況模擬中之派遣與優先序安排）。

二、決策支援系統設計的重點功能如下：

1.可依防救災作業定義系統環境

可由 WWW 介面中依使用者給予不同之資訊環境，如在不同之作業人員專責及災害階段可以進入不同之資訊環境（一般資訊連接及 GIS 作業平台）。

2.每一作業單元可彈性定義

每一作業單元可依使用者之資訊需求、處理功能及相關模式來定義，並可以定義其對外連接之資訊類別以建立一符合防救災作業需求之資訊環境。

3.提供搜集尋引擎

尋找相關之資訊，以協助決策在未來應可再演化為知識庫之運作模組，目前搜尋之對象為已有之事件報告及相關網頁。

4.模式功能

目前多只能為模式說明及部分模擬結果，極少數模式、未來可整實際模式作為動態決策之輔助。

第二節 建議

以下總結本年經驗提出研發上之建議：

一、進一步改進作業方式

1. 資料更新

已有之資料必需有更新管道，以求其時效性。

2. 動態資料及案例彙整

配合農委會地方土石流防災單位之監測體系與通報體系，建立案例庫及動態資料庫（大量時序資料）。

3. 改寫及融入或整合已有模式

將較簡易可以改寫之模式，以現有資訊平台改寫納入系統，而針對較複雜之模式，則以界面連接之方式加以整合。

4. 提出實務上必要之研究項目

派遣優先序及派遣分配模式尚未有充分之研究，應在模式研發上補強，並在測試後納入系統。

5. 實務推動

配合目前水保局已有之資訊系統，提供其改進方向並與其他災害防救決策支援系統整合，以結合為較完整之災害防災決策支

援資訊體系。

二、計畫運作環境建議

1. 資訊生產與管理業務化

土石流相關資訊分散各處，故應由研究階段轉化為例常業務階段由一單位（如水保局）專責統籌，此方面資料的生產、管理、維護（更新）流通及技術研發之執行或督導。

2. 各土石流模式之實證與流通

不同研究之土石流模式要能實用必經過驗證與工具化之過程，目前這兩方面可能皆作的不足夠，而在使用模式上便發生選擇模式、解釋模式及有無方便工具可用之困境，此部分應由國科會出門協調由模式研究者整合測試對象檢驗標準，並釋出模式或由專人協助建立標準資訊平台上之工具，並有條件開放申請使用或系統整合。

3. 實用與研究之配合

可由組織之力量安排或配合各研究與實務單位之配合，以媒合技術供需面，並定期檢討與提供必要之行政協調機制。

4. 研究知識成果更有效彙整

應在知識管理技術之支援下，彙整災害防救計畫之成果以便未來更有效之知識應用。

參考文獻

中文部份：

水土保持手冊，1992，行政院農委會

謝正倫、陳禮仁，1993，中華水土保持學報 24(1)

張東炯、謝正倫，1996，中華水土保持學報(27)

林美聆、莊睦雄、洪鳳儀、張博翔，1998，防災國家型科技計畫

蔡在宗、謝慧民、王明珠、鄧明星，1999，第二屆土石流研討會論文
級，pp64 - 73

陳晉琪、詹錢登，1999，第二屆土石流研討會論文集，pp129 - 137

台灣大學地理系，1999，建置環境災害及建地安全查詢系統計畫，內
政部營建署委妥

行政院農業委員會，1999，行政院農業委員會土石流災害通報及應變
措施（草案）

朱子豪，1999，土石流防就決策系統之研究(I)，行政院國家科學委員
會專題研究計畫成果報告

朱子豪，2000，土石流防就決策系統之研究(II)，行政院國家科學委
員會專題研究計畫成果報告