

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(II)

計畫類別：個別型計畫 整合型計畫

計畫編號：NSC 89-2625-Z-002-033

執行期間：88年8月1日至89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 89 年 10 月 31 日

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。

第二年已完成了分析決策支援系統系統功能的初步建置以及模式庫與資料庫之整合，並以 WWWGIS 為平台建置決策支援系統。

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 second year functionality and performance of analysis decision support system has been established. Intergration of prototype system and data base has also been finished. WWWGIS will be the platform to build the decision support system.

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

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 研究方法	7
第二章 國內防救災資訊系統	17
第一節 我國防救災資訊系統之相關研究	17
第二節 現有災害防救資訊系統及相關研究	25
第三節 環境災害及建地安全查詢系統	30
第三章 土石流災害防救決策支援系統規劃	36
第一節 系統發展目標	36
第二節 系統架構規劃	38
第三節 資料庫架構規劃	41
第四章 土石流災害防救決策支援系統建置	46
第一節 資料整備及資料庫建置	46
第二節 系統設計與建置	50
第五章 結論與建議	64
第一節 結論	64
第二節 建議	67
參考文獻	69

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 主要相關機構災害防救資訊系統-----	25
表 2-2 防災國家型計畫學研界之相關代表性研究-----	28
表 4-1 土石流相關模式表-----	57

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防災國家型科技	13
圖 1-4	計畫網站初步規劃架構-----	14
圖 1-5	防救災決策支援系統之基本架構-----	14
圖 1-6	防災國家型科技計畫執行架構-----	15
圖 1-7	防救災決策支援系統計畫推動之基本策略-----	15
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	16
圖 2-1	系統介面（一）-----	33
圖 2-2	系統介面（二）-----	33
圖 2-3	系統介面（三）-----	34
圖 3-1	系統規劃架構-----	39
圖 3-2	環境災害與防救資料庫架構-----	45
圖 4-1	不同類型資料庫示意圖-----	48
圖 4-2	系統功能架構圖-----	50
圖 4-3	減災階段作業流程圖-----	53
圖 4-4	防災預備階段作業流程圖-----	54
圖 4-5	災害應變階段作業流程圖-----	55
圖 4-6	災後復建階段作業流程圖-----	56
圖 4-7	土石流防救災決策支援系統層級關聯圖-----	59
圖 4-8	系統登錄-----	60
圖 4-9	系統管理功能-----	60
圖 4-10	防救災作業功能-----	61
圖 4-11	空間查詢功能-----	62
圖 4-12	詮釋資料查詢-----	63
圖 4-13	模式應用-----	63

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。

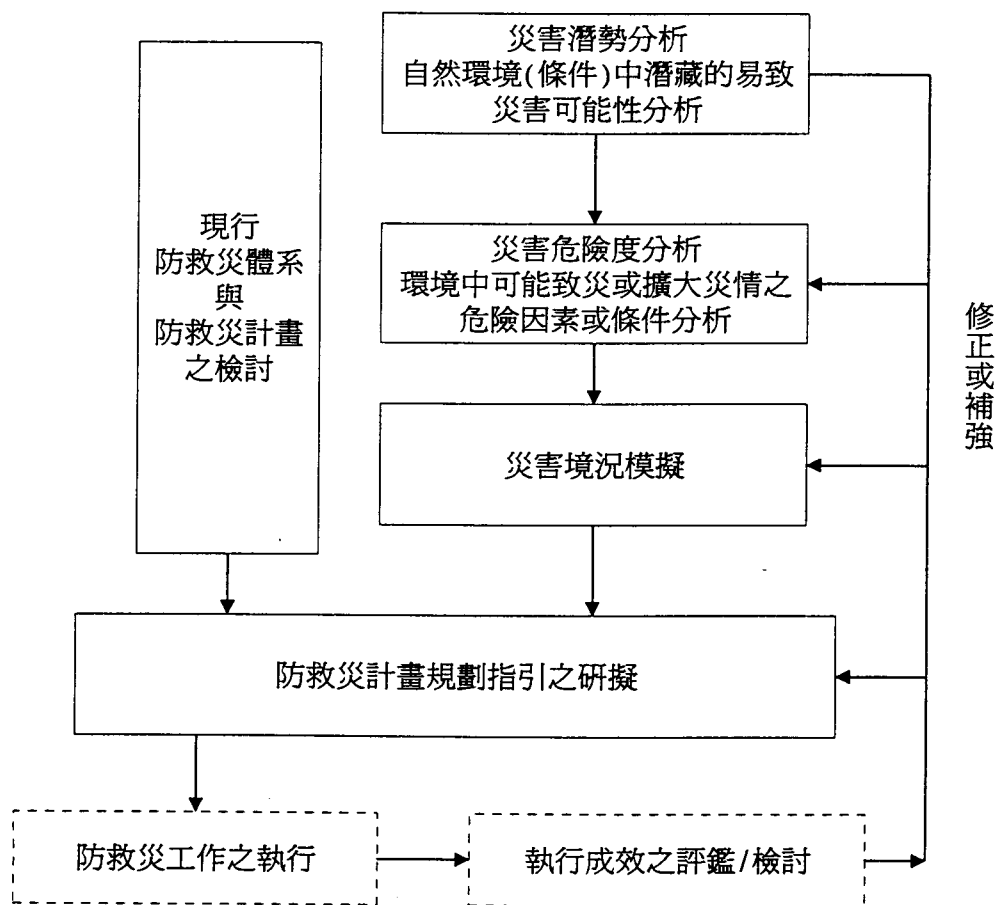


圖 1-1 防災國家型科技計畫之推動架構

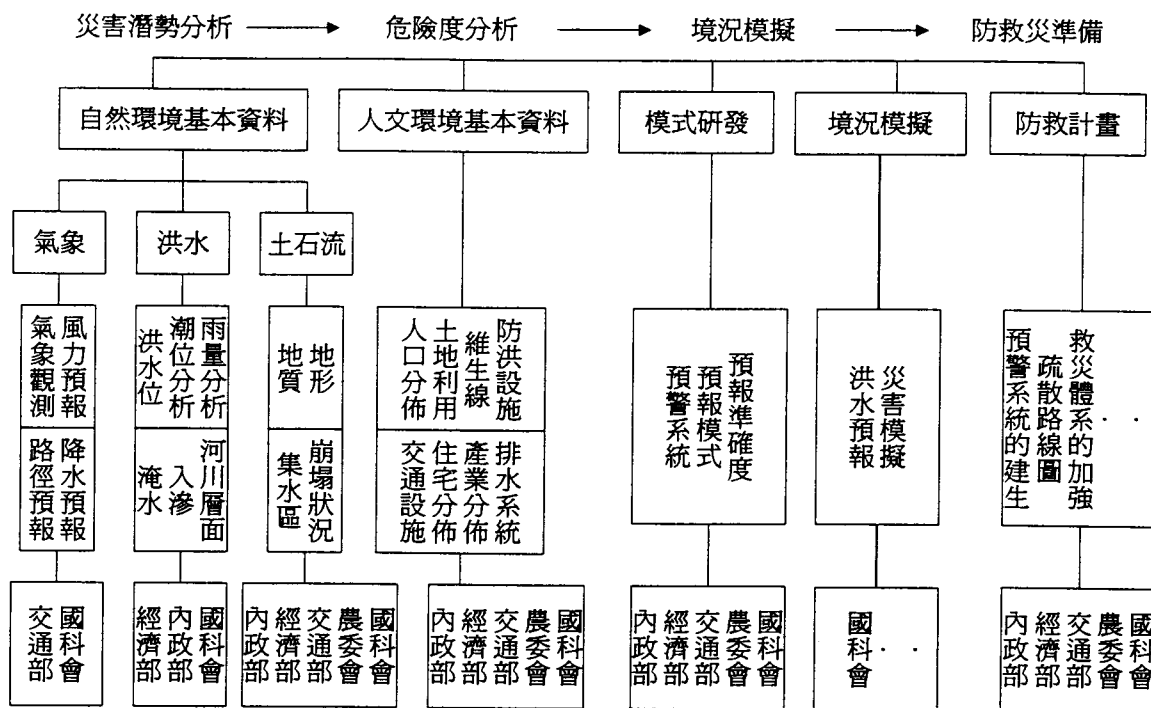


圖 1-2 各類災害分析與防救研發課題及流程

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
				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		
1.12	地質方面 區域地質圖 斷層分佈 地層與節理 地形方面 航照 遙測 地形圖等 水文方面 水系 溪流長度 集水區域 雨量資料 現地調查 崩塌地調查 現地土石流分佈 資訊系統建立 基本資料庫建立 與維護 地理資訊系統之 建立	經濟部(地) 經濟部(地) 經濟部(地) 農委會(林) 國科會(遙) 農委會(林) 經濟部(水) 經濟部(水) 農委會(林) 交通部(氣) 農委會(林) 經濟部(地) 農委會(林) 農委會(林) 農委會(林) 農委會(林)	工研院 工研院 工研院 內政部(資) 經濟部(地) 內政部(資) 經濟部(地) 內政部(資) 省政府(農) 省政府(水) 省政府(水) 省政府(水) 工研院 省政府(農) 省政府(農) 工研院 省政府(農) 工研院			1.0	5.5			1.0	4.0		

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(續)

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
				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		
1.14	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 資訊系統之建立 基本資料庫建立與維 護 地理資訊系統之建立	內政部(資) 農委會(林) 內政部(營) 經濟部 內政部(消) 內政部(消)	省政府(農) 經濟部 省政府(農) 省政府(農) 省政府(農) 省政府(農)			1.0					1.0		
1.17	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) 國科會(永) 國科會(永) 國科會(永) 國科會(永) 國科會(永) 國科會(永) 國科會(永) 農委會(林) 內政部(消) 農委會(林) 內政部(消)	農委會(林) 農委會(林) 國科會(永) 農委會(林) 農委會(林) 省 農委會(林) 農委會(林) 農委會(林) 省水保局 工研院 省水保局 工研院		2.0	5.0				2.0	5.0		
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。

本計畫在第一年工作推動期間，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。

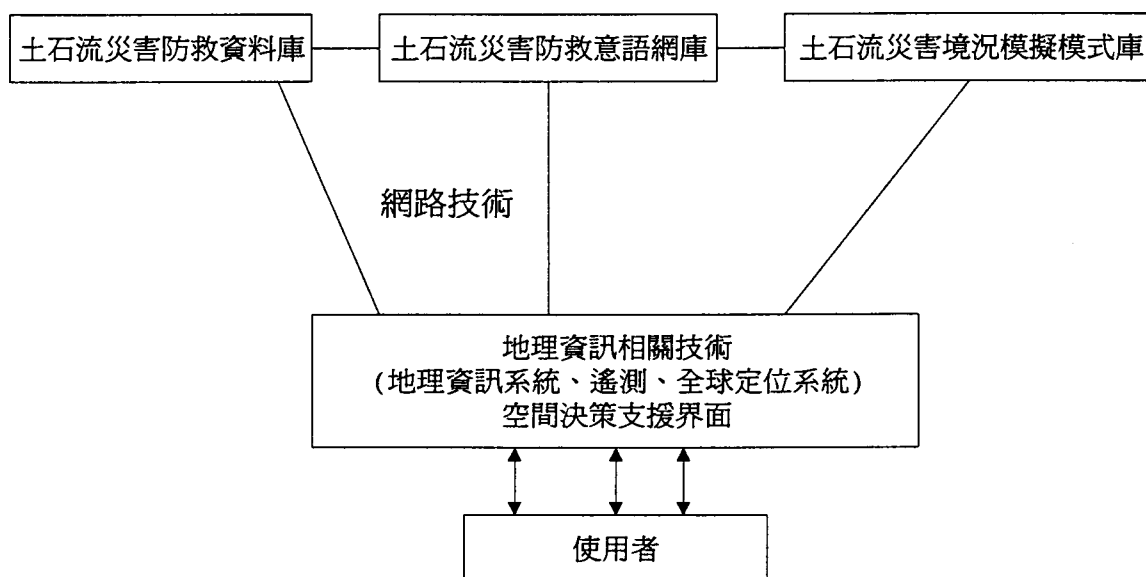


圖 1-3 土石流災害防救決策支援系統的基本組成防災國家型科技

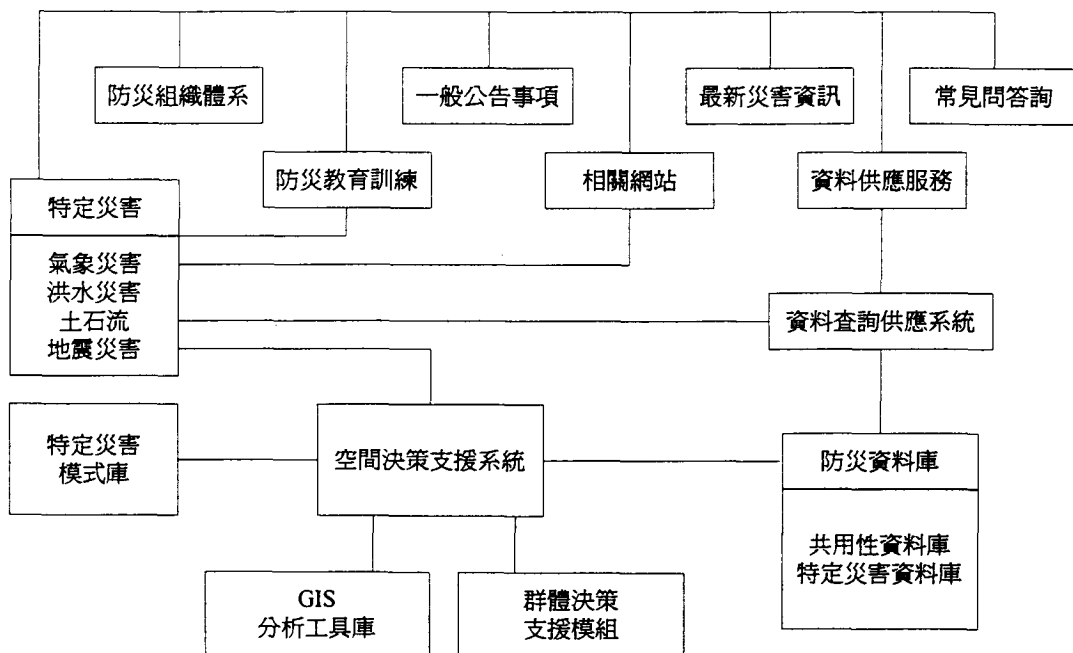


圖 1-4 計畫網站初步規劃架構

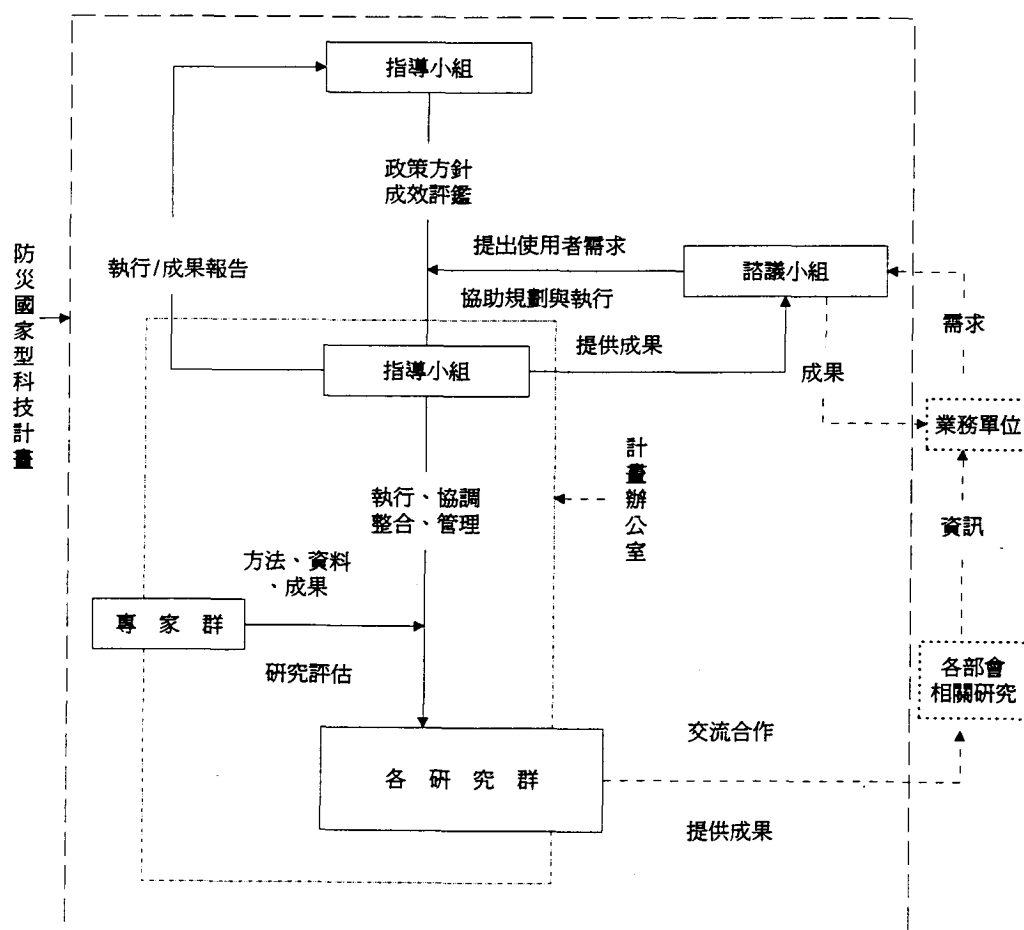


圖 1-5 防救災決策支援系統之基本架構

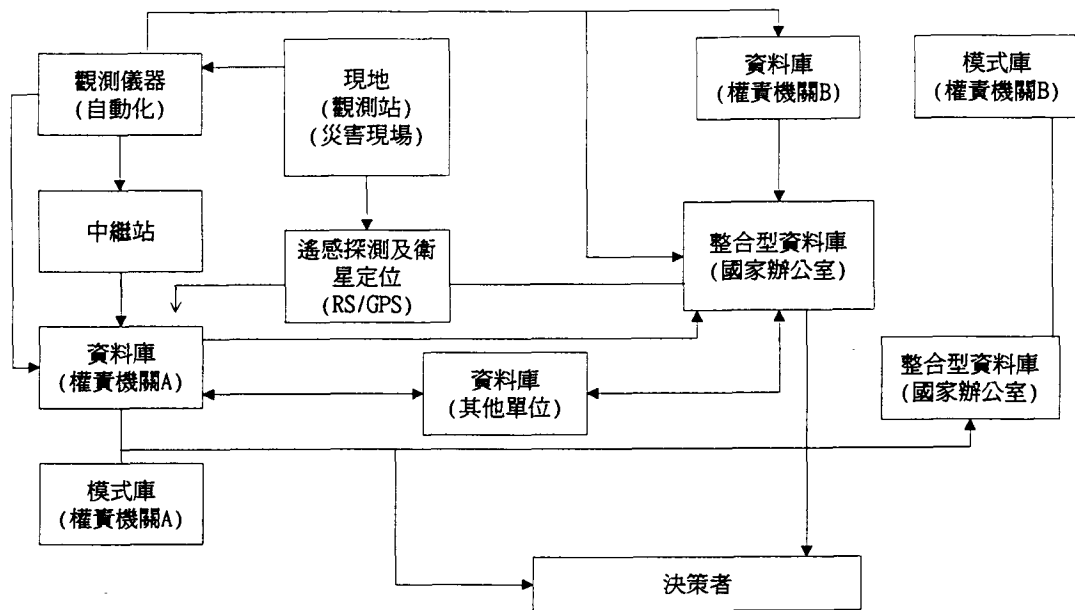


圖 1-6 防災國家型科技計畫執行架構

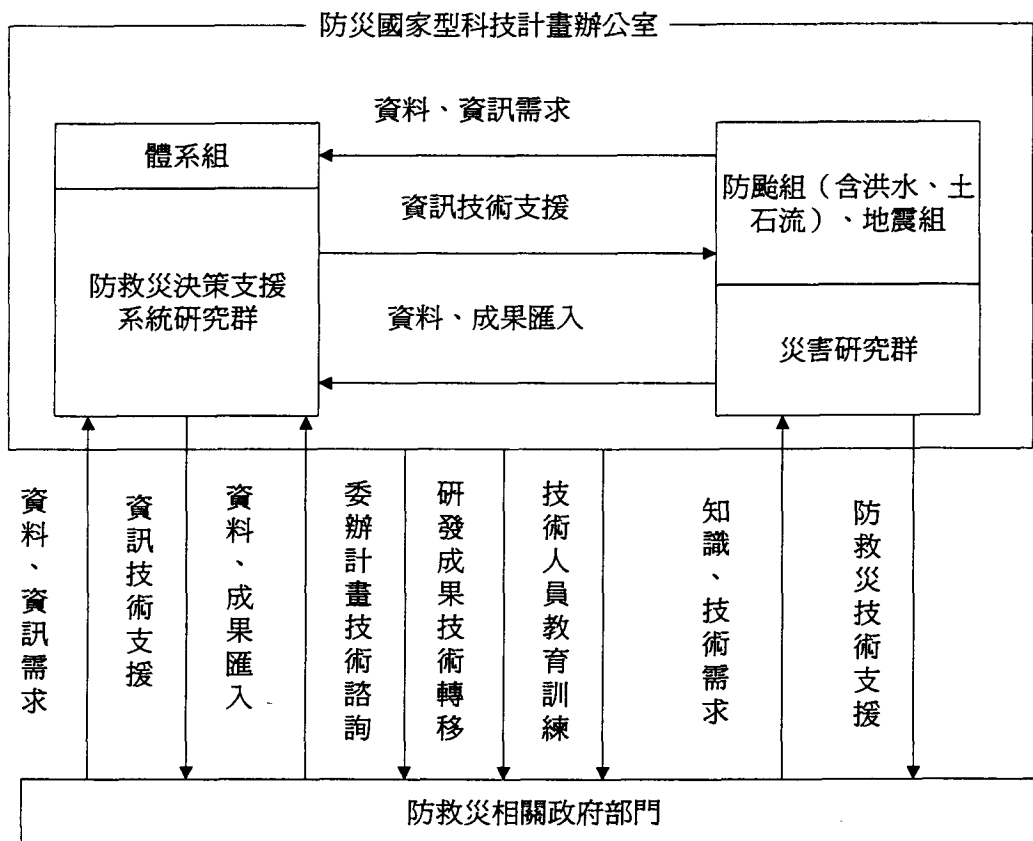


圖 1-7 防救災決策支援系統計畫推動之基本策略

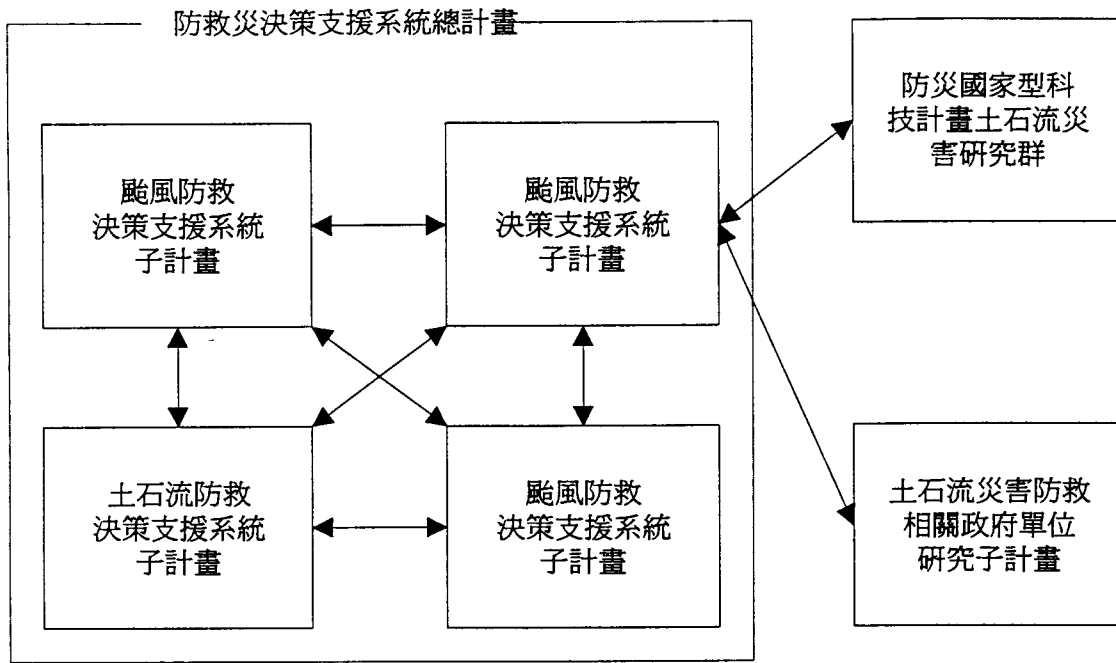


圖 1-8 土石流防救決策支援系統子計畫推動之聯繫、協調架構

第二章 國內防救災資訊系統

第一節 我國防救災資訊系統之相關研究

防救災資訊系統建置的主要目的，乃在於利用資訊相關技術整合空間資訊與各種災害(例如：火災、風災、水災、震災或工業災害…等)的資訊，藉以分析災害對人們及地區所造成的危害度。此外，防救災資訊系統也可結合各種災害分析及預測模式，發展成防救災決策支援系統，提供決策者作為防救災決策分析之工具(林峰田，1998)。

回顧國內國科會自民國七十一年起所推動的『防災大型科技研究計畫』及近年來各相關部會的防救災相關研究，大部份的研究著重在災害體系的分析、災害社會經濟層面的分析、災害預測模式的推估與建立、災害個案的調查及減災相關工程技術的研究。在這些研究中，部分與資訊技術相關的應用，主要在強調在其結果的運算，而非資訊系統的建置。同時，這些研究也缺乏與空間資訊的整合。而除上述的研究外，也有極少數個別型的計畫，以都市救災決策支援系統、都市防救災資訊系統及環境管理與災害防治資訊系統為主題。就目前相關文獻及資料蒐集的結果，將這些相關研究彙整如下：

一、『都市災害資訊系統建立之研究-地理資訊系統的應用』

(施鴻志，1990)。

本計畫為國立成功大學都市計畫研究所，施鴻志教授所主持的國科會計畫。本研究乃為配合國科會第二期五年大型防災研究計畫，有關都市災害及救災區位因素探討所規劃的系列第

三年專題研究。第一期為都市防災與土地使用規劃：主要以系統分析方法探討都市災害之系統組成，歸類都市災害類型並探討不同區位的都市居民對於災害風險知覺認知的差異程度，以分析居民風險知覺與都市災害環境因素之關聯性；第二期為都市災害與土地使用績效管制標準之建立：選擇具有危害性之工業類項，分析其災害產生之波及影響與居民的災害風險意識，藉以建立災害績效管制標準的分析架構。本計畫為第三期的研究計畫，以 GIS 系統方法，探討都市災害資訊系統的系統架構，使都市災害預警暨管理系統的建立，能在良好的資料結構基礎結合人工智慧與專家系統，擴大都市災害資訊系統的運用層面。

本研究之目的在於探討一個綜合性的災害防治策略規劃與決策資訊支援系統的建立架構。而其主要的研究內容包括：

1.都市災害影響因素之系統組成

考慮規劃師、決策者之規劃及決策程序所形成規劃決策環境對資訊系統的需求，並於其中探討都市防災應用分析所必需配合的資料類項、屬性與空間單元之規模。

2.都市地區災害影響因素資料庫之建立

因地緣關係擇就臺南市進行整個都市災害影響資料庫系統之建立，其內容包括：資料項目確定、比例尺調整、數化以及空間屬性建構，並建立初步的災害影響因素查詢系統，以評估資料庫系統之實際績效。

3.都市地理資訊系統軟體應用於都市災害管理體系之可行性

分析與應用評估。

二、『都市救災決策支援統一服務配送模型之建立』(林建元, 1992)

本計畫為國立台灣大學建築與城鄉研究所，林建元教授於民國八十年所主持的國科會計畫案。都市救災的時間性乃是一項很重要的考量因素。例如火災的發生，損失的程度與消防反應時間成正比，而傷患獲救的機會也與救護反應時間密切相關，此外，如何在最短的時間內擬定最有效的決策乃是對都市救災的重大挑戰。本研究的目的即在於發展適合我國國情需要的救災決策支援系統，而計畫研究重點為救災服務配送模型之建立。此外，隨著國土資訊系統的推動，政府各部門所推動的公共建設愈來愈注重其空間資料庫的建立。而為了使資源能有效地管理並達到資料共享的目的，乃將整個系統分成社經、基本圖、自然環境、土地、公共設施與交通路網等六大資料庫而著手規劃。故足可見其未來將有一涵蓋層面廣泛並且充份之地理資料庫的建立。而在此資料庫完成之時，如何利用模式從中萃取所需資訊以支援救災的決策，乃是都市緊急應變管理之一前瞻性的發展方向。

本研究之內容主要包含以下五個部份：

1. 針對服務配送問題，研擬一較具通用性(General Purpose)的績效表達方式。使不同的配送任務型態能以適當方式表達它所考慮的績效準則。並透過推演求值的步驟，讓決策者能很方便且快速地獲得有關配送方案的各項績效值。
2. 以績效表達方式為基礎，應用"法則基礎知識表示法"(Rule-

Base Knowledge Representation)表達服務配送專家的作業經驗與技巧。並透過推理機(Inference Engine)的推導以規範服務配送模式的解題過程，使最後得到的結果能滿足決策者的要求以改善決策的品質。

- 3.選取適當的傳統數學模式與人機互動模式的運作技巧，配合知識規則的推導應用加以修正，做為救災服務配送模式的基礎。
- 4.發展與地理資訊系統之人機介面，以整合績效模式、規則推理機與配送解題模式並加以程式化，以建立一具可操作性之服務配送決策支援系統。
- 5.以嘉義市為個案，進行整個系統的測試，評估此一整合性的系統能否發揮預期的多績效值表達與理性分析決策的功能。

三、『都市建築地震災害要因資訊系統之建立』(陳亮全，1993)

本計畫是內政部建築研究所籌備處委託台灣大學建築與城鄉研究所，林峰田教授...等，於民國八十二年所執行的委託研究案。本計畫初步的成果有下列兩項：

- 1.掌握影響地震災害形成的原因，初步建議地震災害要因及資訊系統中實質環境因素之資料庫項目。
- 2.利用既有電腦軟體、硬體設備初步建立此資訊系統的雛形。此系統的功能包括文、數字資料之建檔、查詢、統計、分析，以及圖形資料的展現、列印等，可提供防災計畫與政策之擬定，並可提供其他相關單位平時業務執行之重要參考。

此外，本計畫也就防災資訊系統提出架構與體系等方面的

規劃，為資訊化防災系統提出發展藍圖。同時，也在實際的使用過程中，分析不同的單位之間應有一供需的流動關係可稱之為資訊流程。此防災資訊流程可以依「供給、使用」「平時、災時」「地方、中央」等三向度來分析。

四、「保護(育)區環境管理及災害防治資訊系統之研究(III)」

(朱子豪，1997)

本計畫為國立台灣大學地理系，朱子豪教授於民國八十五年所主持的國科會計畫案。本研究之目的即在利用地理資訊系統，遙測資料庫管理之技術，透過軟體工程之系統化分析，建立一周全完整之管理資訊環境系統架構及原型系統。而在資料庫方面，則分年分期加以建立、充實。資料部分以環境基本資料、管理資料庫、災害資料及相關計畫為主，而資訊部分則以研究計畫、法規、政策為主。而系統部分，原則上分四年分別建構：查詢及輸入模組、展示及分析模組、模式庫管理、網路管理模組共四年完成。資料庫將以語意網之架構，使用物件導向之資料庫管理系統建構之。而模式庫中，則儘可能加入已有之環境管理模式及大型計畫發展之防災模式。

本計畫是透過訪談、書面資料整理，針對保護(育)區管理單位運作，面對之災害問題及災害之內外影響因素及行為加以瞭解，並將各相關對象依語意網知識結構來分析並儲存各單元之屬性、行為及關係，依語意網體系建立運作系統，並將系統中所需之資料庫、模式庫、功能庫加以建立，以整合成完整可運作之智慧型防災系統。此外並透過網路將不同單位之語意節點

加以整合將此一成果落實於實際環境管理體系中。本研究之重點是在系統架構之週全，分析性工具、展示功能及網路環境之建立，在知識體系上完成語意網知識庫之建置，並搜集各類環保相關之分析模式。在資料庫方面則繼續建立東部保護區資料庫。本計畫的主要貢獻有下列幾點：

- 1.透過管理知識分析，各單位間對災害管理之關聯性及權責將更清楚。
- 2.語意網系統可以使較複雜之問題，透過各個擊破之方式，分別分析再加以整合運作。
- 3.完整的防災資料庫可供一般管理者方便使用。

五、『都市防災避難空間網格資訊系統之建立』(林峰田，1998)

本研究係以『都市建築地震災害要因資訊系統之建立』之研究成果為基礎，將其地理資訊系統所建立之向量資料形態，轉換成網格系統，從都市防災之觀點，建立一套評估資訊系統。同時，藉由現階段全省大部分縣市都市地區，正紛紛建立初步之都市計畫資訊系統時，將各都市計畫區之土地利用現況、數值地形圖、都市計畫土地使用分區等相關資訊加以建立，已建置完成這些資料之都市計畫地區即可利用本計畫所發展之系統，進行都市災害危險度評估，研擬都市防災計畫，對於未來之推廣應用，將有相當之助益。

本研究之主要工作內容有下列兩項：

- 1.以「都市建築地震災害要因資訊系統之建立」研究成果為基

礎，轉換成網格系統，以利後續評估系統之建立。

- 2.擴大本資訊系統之適用規模及應用性，能與各縣市之都市計畫資訊系統相容，以利未來之推廣應用。

本研究主要目的乃是建立一套可操作之都市災害評估資訊系統。因此，應有如下所述之規範：

- 1.影響因子的內容包括實質環境以及非實質環境的因子，但考慮資料取得的可行性，本研究之課題乃以都市計畫、建築管理等相關性較強之都市實質環境的項目為主。
- 2.影響因子在空間層級上可概分為都市、社區、建築物及建築物局部等四個層級，惟基於本研究之目的以及資料掌握的易行性，本研究現階段所擬建立資料系統的影響因子著重於都市、社區與建築物三層級之因子，而有關建築物局部之因子將視其資料取得之難易或使用單位之需求加以篩選。
- 3.為了資料蒐集、調查及現有資料檢討之可行性，本研究乃以本所現有圖檔資料為主，亦即系統相關資料的蒐集、檢討、檢視地區的選擇，皆以淡水、大安、名間為檢測對象。
- 4.本研究之目的在於整體資訊系統的開發，因此示範地區之篩選及其現況資料之蒐集僅做為系統操作示範之用，並非針對示範地區現存所有可能導致災害影響要因及其程度進行全面性的檢討。
- 5.本研究之資訊系統為求現階段的可行性，乃以運用現有資訊及電腦軟體、硬體為原則，並以程式語言撰寫網格資料的轉換步

驟。

在研究方法與步驟上，已完成之「都市建築地震災害要因資訊系統之建立」係為採用向量資料格式型態，其優點為適合精確度要求較高的業務運作、高空間解析度、初始儲存空間小、適合製作地圖等；但相對的缺點則為分析工作較耗費時間、資料結構較複雜、計算量大等。故本研究之方法，係著重於技術層面，將原大多為向量型態之都市災害危險度評估資訊系統，轉換為網格之資訊型態。以期能符合都市災害危險度評估之應用層面所需之特性(例如：需要許多常用的分析處理、計算量少、適合統計分析)。

此外，網格資料係將各網格單元內的資料概略化處理，亦即如果單元越大，概略化程度即越高，資料之準確度即大幅降低，為了避免在資料表示時，因為網格點太粗，而使重要資源被略掉的情形發生，如何撰擇網格點的大小，將是本研究重點之一。其次，網格的型態、切割之方式及其資料儲存、壓縮及處理方式亦為本研究之研究重點。

第二節 現有災害防救資訊系統及相關研究

一、現況介紹

目前在台灣地區災害防救資訊系統的建置尚在起步中，除消防單位外，在各單位的災害防救系統多較零星，而未能形成完整之體系，尚未能在機構間整合或串聯，以達綜合效果。而正式有災害防救整合功能之消防單位亦才成立不久，故災害防救的資訊系統多在規劃且尚未成型。但學研界之研究及各別特定資訊系統則已不少現就先針對已有相關資訊系統之主要機構及其現況加以描述(見表 2-1)。再對學研界之相關研究與成果加以說明(見表 2-2)。

表 2-1 主要相關機構災害防救資訊系統

單位名稱	系統名稱或主要功能	系統災害防救分類	發展年期	發展狀態	主要資訊技術
消防署	消防 GIS	火災	2 年	原型	GIS
	災害防救中心 GIS	多元災害	正進行	原型	GIS、GPS 通訊
台北市消防局	消防 GIS 整體規劃	多元災害	已規劃	已有局部原有系統	一般資訊系統
桃園消防局	消防 GIS	火災為主	2 年	實用上線	GIS、GPS 通訊
省消防處	災情掌握 WWW	水災	2 年	測試使用	WWWGIS、網路、 (與省水利處連線)

表 2-1 主要相關機構災害防救資訊系統(續)

單位名稱	系統名稱或主要功能	系統災害防救分類	發展年期	發展狀態	主要資訊技術
基隆消防局	來活顯號系統	一般報案	3 年	實用	電話通訊,來話顯號
水保局	山坡地監測系統	山坡濫墾、濫建等監測	5 年	實用	GIS、RS、GPS
農委會	土石流監測系統	土石流	4 年以上	全面監測	雨量感應計 移動感應計 有線通訊
國科會	Hazus-97	震災(正改為洪災)	引入 1 年	測試中	GIS、模擬軟體
國科會	洪水模擬系統	洪水	3 年以上	原型(計畫成果)	GIS 模擬模式
建研所	火災推估系統	火災	3 年	原型(計畫成果)	GIS、評估模式
環保署	環境敏感地區資訊系統	一般	2 年	試用中	WWW、GIS
營建署	洪氾溢淹災害系統	洪水	1 年	原型	GIS、評估模式
能資所	地質災害潛感系統	山崩	4 年以上	實用	WWW GIS、模擬模式

國科會於以往進行了三個五年防災科技研究，再於 1997 年

形成防災國家型科技計畫，並協同各相關單位從事災害防救研究及資料與資訊系統建置(見表 2-2)。而在防救災研究之整合及技術引進上有下列四類主要大類。

1.防震研究成果整合

引入美國聯邦緊急事務管理署(FEMA)委託發展之防災系統 Hazus 97，並以國內之研究成果修改其為 Hazus-Taiwan 防震災害評估決策支援系統。

2.防洪研究成果整合

對已有之降雨、逕流、洪泛之模擬及預測模式加以整合，並納入決策支援資訊系統(DSS)中。

3.土石流研究成果整合

整合土石流監測系統配合土石流災害潛感及境況模擬模式，並納入 DSS 中。

4.防救災決策支援系統之建置

納以上三種成果加上颱風預測則可整合成一完整之決策支援系統，以支援不同環境災害之處理決策。

表 2-2 防災國家型計畫學研界之相關代表性研究

	研究類型	支助單位	研究題目	單位	主持人
災害 行為 預測	1.1 颱風災害 行為模式及災 害潛感區預測	國科會自然 處	台灣地區颱風整合研究--(子計畫 一)應用水工模擬探討地形因素 對颱風路徑及風力分佈的影響	國立台灣大學 應用力學研究 所	朱錦州
	1.2 淹水災害 行為模式及災 害預測	國科會永續 會	台北都會區淹水區域預測之研究 (二)--總計畫	國立台灣大學 農工研究所	王如意
	1.3 土石流/山 崩	國科會永續 會	土石流防災與監測之研究--總計 畫	國立台灣大學 土木系	劉格非
	1.4 地震	交通部氣象 局	快速決定有限斷層之相關震源參 數--斷層長、破裂方向、滑移量 分佈	中央大學	馬國鳳
災害 監測 預警 及資 料庫 建立	2.1 颱風	交通部中央 氣象局	國家型防災計畫氣象防災配合計 畫--建立颱風資料庫	交通中央氣象 局(科技中心)	鄭明典
	2.2 洪水	國科會永續 會	海岸溢淹災害防治研究--子計畫 一:彌陀海域潮汐、暴潮之觀測與 分析研究	成功大學水利 及海洋工程研 究所	郭金棟
	2.3 土石流	經濟部地調 所	地質災害調查研究--台灣山崩調 查與山崩危險度評估	中央地質調查 所	林朝宗
	2.4 地震	交通部氣象 局	台灣地區災害地震資料庫在地理 資訊系統之建立	中華民國地球 科學學會	葉永田
預防 災措 施/ 工程	3.1 洪水	國科會永續 會	抽水站與閘門操作對都會區淹水 影響之研究(二)--子計畫五	台灣大學農工 研究所	許銘熙
	3.2 土石流	農委會林業 處	土砂災害防治之研究	成功大學	謝正倫
	3.3 地震	內政部建研 所	國外防震研究現況之調查	高雄技術學院 建研所	張永熙
救災 體系 /措 施支 援	4.1 一般	內政部建研 所	都市地區避難救災路徑評估方法 之研究	建研所	陳建忠
	4.2 一般	內政部建研 所	國內外日間人口估算方法彙整及 可行性分析	中華民國都市 計劃學會	黃台生
	4.3 一般	內政部建研 所	都市空間大量人群避難行為基礎 研究	建研所	丁育群
復建 /賑 災作 業	5.1	行政院環保 署	天然災害後環境清理及消毒體系 之研究	台灣大學公衛 學院環衛所	林嘉明
	5.2	行政院工程 會	震後橋樑結構快速診斷手冊之建 立與震後橋樑快速補強手段	中央大學團隊	蔣偉寧

二、檢討主要系統

目前主要的災害防救相關資訊系統是以消防署及桃園消防局之一般防災系統、國科會震災 Hazusd-7、洪水模擬系統、農委會土石流監測、營建署淹水及居安資訊系統、水保局山坡地監測系統，及環保署敏感地區資訊系統主，而大部分的系統在發展上尚屬起步，且系統亦多為原型，而尚未到達實用或日常上線。各系統在下列六項目上皆未能充分發展，尤其是在橫向整合上應更加強。

- 1.資料更新資料及動態狀況掌握
- 2.資料管理與擴散
- 3.即時監測
- 4.通訊(網路或無線)
- 5.系統橫向整合
- 6.智慧化程度(含 Models simulation 知識)

未來系統應以一語意資訊系統整合防救災處理行為，自然災害行為及災情，並以網路或無線網路來連接各即時感應器(偵測器)、回報站及行動中心，則可使繁雜之災害防災單位能在一般資訊與即時資訊上互通，並做下最正確之決策。

民國八十八年內政部營建署委託台大地理系及群琰地理資訊顧問股份有限公司執行的「建置環境災害及建地安全查詢系統計畫」，則以上述六個項目為目標來建置系統，其計畫摘要與內容

將在下一節來介紹。

第三節 環境災害及建地安全查詢系統

(台灣大學地理系，1999)

本計畫之主要目的是透過現有環境災害及建地資料之整合，並利用 GIS 決策支援工作及居安宣導，以達保障人民生命、財產之安全及落實居住安全要求，為達此目的本計畫有下列四項主要目標需達成：

1. 協調相關單位加速推動各類環境災害調查工作。
2. 整合相關單位各類環境災害調查及建地(含建成區與計畫建築用地)調查資訊成果。
3. 運用地理資訊系統(GIS)分析評估建成地或開發計畫之安全性。
4. 加強宣導建立全民重視居住安全與防災應變之觀念。

本計畫透過大量署內災害相關業務訪談，國內外防救災體系整理及大量的資料搜集建檔完成了系統設計與原型系統的開發。此外除了在資料庫架構規劃及資料蒐集數化與整合上的基礎上認真的分析未來資料的管理與回饋體系，並在救災運作業務及任務定位上，透過國內外災防救體系之瞭解，及營建署相關業務在防災課題上的訪談，而更徹底地瞭解及建議營建署應有之災害防救體系之定位在作業細節方面。針對不同災害防救階段，亦建議了理想上應進行之災害防救工作與流程。尤其是對災害預警，及發生時署裡緊急應變之工作，更需提供一可行之綜合性業務模式，供未來作業參考並將各相關業務中對應之已有及建議應有之災害防救工作加以釐清。在具體說明系統運作上，以試辦區之情境來展示系統功能及效益在

這些情境模擬之試辦區中(汐止、神木村及東勢)。所需資料，已儘量收集，並加以數值化以較想之資料基礎來運作系統。

在模式方面，由於大多模式多正在發展或檢核中，但已清列目前已掌握之模式，並建議未來模型可以與本系統整合之方式。由於在理想狀態下，大多數災害預測模式，多會由對應之主管機構來模擬，再提供給營建署來使用，若運作環境尚不理想，則營建署將需自行運作以取得災害分佈資訊。

本計畫的應用系統以 WWW 為平台，以一般文件導覽之直覺化使用環境來運作底層之應用系統，以方便提供給一般非技術人員使用，但另可以傳統應用系統型式提供防救災功能給專業技術人員。而外部即時資訊，傳遞上已可以不同之方式經由 WWW 上連接取得，此外若可以釋放給民眾之資訊，則亦可經 WWW 來達到資訊擴散及政府善盡告知之為民服務工作。在 WWW 上，不同使用者可經由使用者身份確認而進入不同之使用環境，以更人性化之界面來方便不同使用者及 WWW 使用環境(參照圖 2-1,2-2,2-3)。

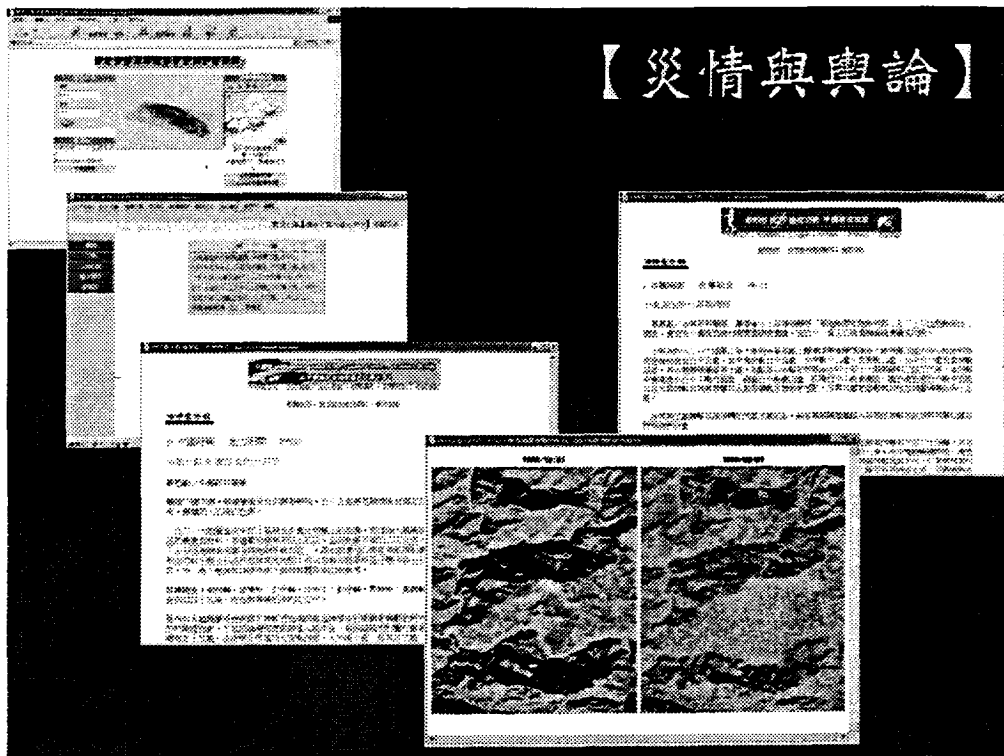


圖 2-1 系統介面(一)

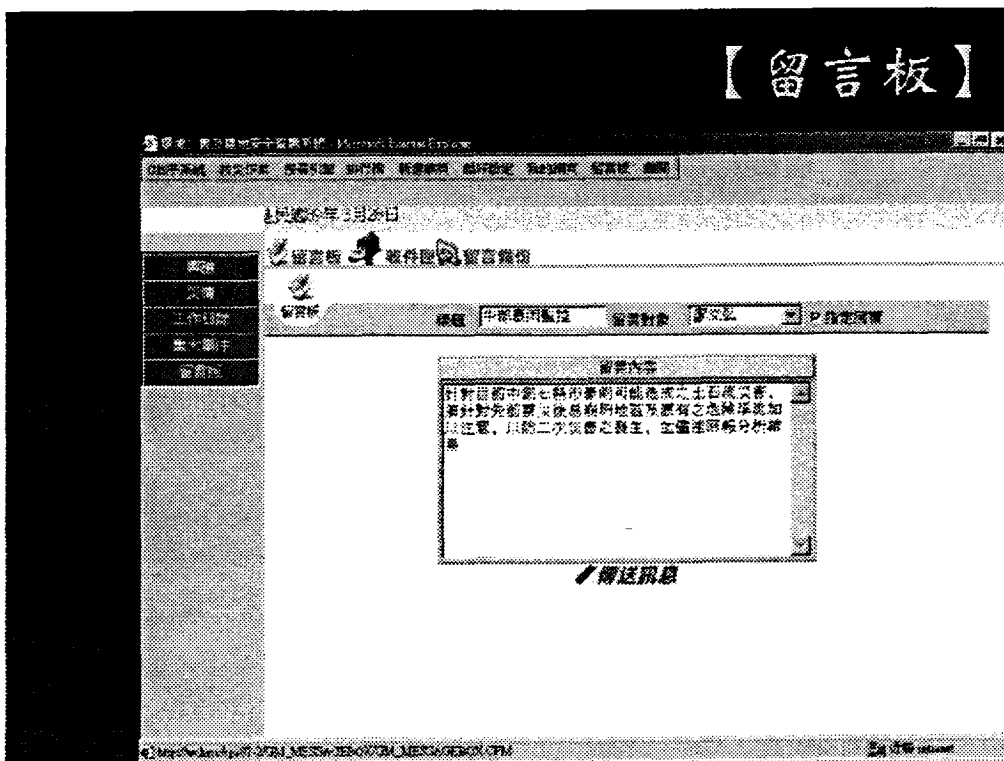


圖 2-2 系統介面(二)



圖 2-3 系統介面(三)

在本計畫中營建署的災害防災相關工作除國家公園、第二辦公室之公共設施施工及國宅興建外，多為法規訂定、規劃、彙集、督導、協調等工作，故救災較少只有對權責上要維護之公共設施、國宅興建進行搶救及重機具與建物災害查估人員動員等工作。唯在減災準備及復建(如停電、斷訊)階段之工作則多為其他部會之上游工作，除已有之工作規範或準則外，亦需將救災及營運階段中之歸因及檢討所待之改進建設，來加強修正原作業方式。但在減災預警及救災期間之督導工作則為另一主軸性工作。而國家公園管理處，則又需配合各種區域主管機構，來進行實質性的減災、預警、救災及復建工作。

未來的系統必需能在整體環境理想或不理想之不同狀況下，亦

可以執行，配合國內目前之災害防災系統，當狀況較不理想時，自動化層次便相對較低，反之則自動化層次將會較高。並使系統操作與管理者能在平時以回饋業務；而緊急救難時以災害防救為主體方式來順暢運作熟練的操作及平常的教育訓練，則是重點。

本計畫已將營建署災害防救大架構與體系中之定位釐清，並可將細節工作亦落實於業務中或緊急應變流程中，只要資料可以充實人員訓練，並逐步充實及提高各災害防救工作之自動化，則未來之署內災害防救及居安工作將會更上軌道，並在緊急應變時處變不驚、有條不紊地進行救災應變作業。

第三章 土石流災害防救決策支援系統規劃

第一節 系統發展目標

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，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。

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。

在第一年度研究期間，本計畫已經規劃出土石流防救決策支援系統的整體架構，並定義各階段內的各項子系統發展目標及其應該包含的重要功能，現階段防災計畫辦公室與本計畫正朝向系統雛形的陸續開發工作。在這個整體性的防救災決策支援系統架構下，也包括了有關與網路系統結合的部分，然而防災計畫辦公室目前的發展重點以減災階段的潛勢分析及景況模擬為主，系統開發也偏向以防救災中心專家為使用者的目標發展，網際網路技術給予的輔助以資料傳遞或交換之功能為主，在未來，本計畫將發展目標著重於在網路環境下開發有效的相關支援工具，並將各項工具整合成一個完整網路支援系統，期望未來能夠將成果提供給防災國家型科技計畫辦公室參考，充實其整體性土石流災害防救決策支援系統的完備性。

第二節 系統架構規劃

災害防救業務涉及許多的政府相關部門，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。

本計畫發展的土石流防救決策支援系統整體架構(圖 3-1)，係根據前面確認的目標、原則、與可能需要整合的不同政府部門與研究單位，來規劃系統所需的各種支援功能類群及相關資料庫。各類群功能模組的發展目的、預期服務的使用者群體、及其應包含的重要功能，進一步說明如下：

1. 防災組織體系：確立土石流防災組織體系各單位之組織架構與相關業務所對應之權責單位，必建立各災害處理階段對應之各種業務對象、業務類型、災害種類、以及災害處理方式。除了讓政府各相關單位瞭解其防災業務之職責外，也讓一般社會大眾瞭解發生問題時

所應對應的窗口。

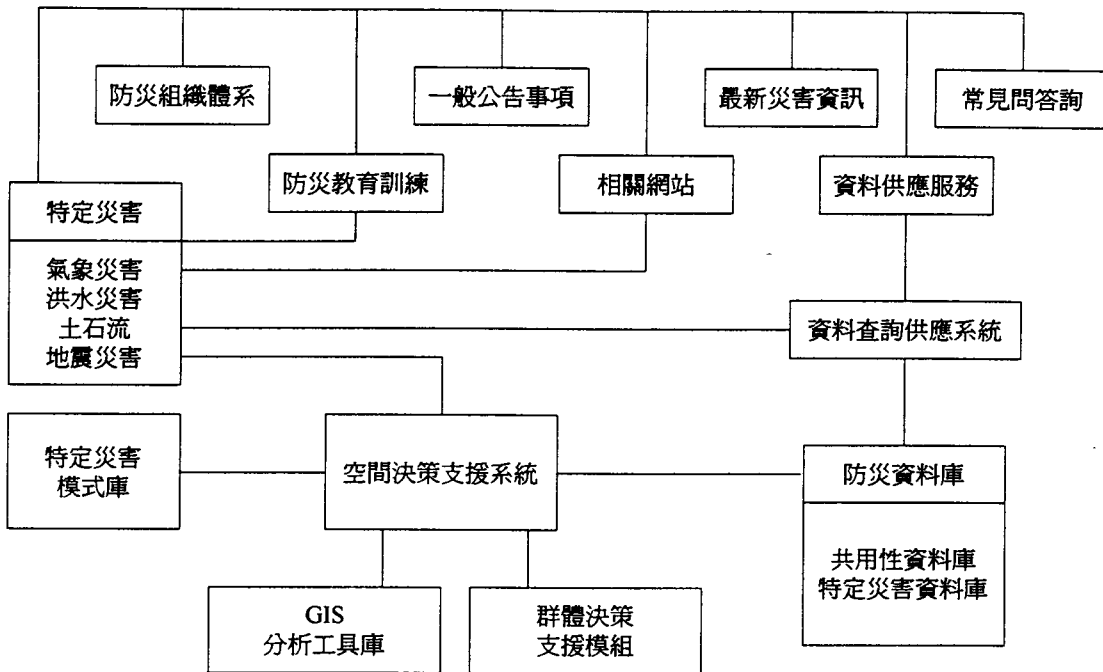


圖 3-1 系統規劃架構

2. 防災教育訓練：系統提供相關單位及一般大眾對於土石流災害的防災教育訓練，包括了預防災害的發生、災害發生時的應變、已及災害發生後的復建三個面向，使一般大眾都有一定的防災觀念及知識，以減少災害可能帶來的損失。
3. 一般公告事項：提供大眾相關事務公告，例如政策公告、法令公告、報告結果公告等。
4. 相關網站：提供與土石流相關的網站位置，讓使用者可以藉由網路的連結獲得更多關於土石流的相關資訊。
5. 最新災害資訊：提供使用者最新的災害資訊，如發生地點、災害類型、發生原因、受損情形、搶救進度... 等等，以便決策做出快速而正確的決策。

6.常見問答詢：提供一般大眾常遇到的相關問題，並提供適當的回復，以解決大眾的疑慮，提供大家相關正確的觀念與知識。

7.特定災害模式庫：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。

8.空間決策支援系統：空間決策支援系統的主要目的，在於提供決策者一個親切好用的決策輔助工具，其提供一個整合的架構，能夠整合下列五大功能(孫志鴻，1991)：

a.分析模擬功能

b.資料庫管理系統功能

c.地理視覺化功能

d.統計報表產生功能

e.決策專家及各領域專家知識

藉由 GIS 分析工具庫及群體決策支援模組整合這五種功能所形成的空間決策支援系統，可以提供使用者相關的決策資訊，並進一步做出適當的決策。

9.防災資料庫：建立土石流防災資料庫，包含了模式資料庫、自然環境背景資料庫、人文社經資料庫、環境災害資料庫、模式資料庫、系統分析成果資料庫等等。

10.資料供應服務：利用資料查詢供應系統，決策者可以透過網路獲得所需要的土石流相關資訊，以做為決策分析的基本資料。

第三節 資料庫架構規劃

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，可歸納幾項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。
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。
3. 災害防救工作是整體且複雜的。
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。
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。

一、資料庫規劃方法

資料庫規劃是依資料的使用者定義類別、使用頻率、共同使用狀態、儲量、週全性、更新週期、目前放置地點網路速度及穩定度及資料源之資訊環境來建立資料庫架構中之資料群劃分、次

資料庫分類、實質資料庫放置位置(集中或分散)及更新頻率等管理體系，並考慮內部使用資料，外部使用資料在項目及資料體之分割設計，以保護及保密必要之資料。故本計畫應提出資料庫結構(分類、分群方式)、資料庫架構(集中、分散位置及網路架構)，並需考慮資料庫的建置程序、方案及發展策略。

資料庫從規劃、設計到建置完成可分為下列不同階段。

- 1.庫項目規劃：在 GIS 中，其資料項目分成空間資料及屬性資料二大類，針對資料需求、應用目的、資料現況及經費限制等因素，綜合分析資料庫之建置項目，並定義其精度及範圍。同時規劃適合之硬體平台及資料庫軟體(含 GIS 軟體及屬性資料庫軟體)。
- 2.庫架構及欄位設計：配合系統規劃及設計作業，同步進行資料庫架構設計及欄位設計，在空間資料中應明確定義圖層名稱、圖檔格式(如 TIFF 影像檔或 SHAPE FILE 向量檔)及型態(點、線、面)等細部內容。在屬性欄位中則必須進行空間關連鏈值設計、欄位結構設計、正規化作業、代碼設計、缺失值設計等作業。
- 3.庫建檔：依規劃及設計成果進行空間資料之數化或轉檔作業，並進行屬性資料之輸入及空間連結等動作。
- 4.庫整合與檢核：將建檔成果依設計目的整合至資料庫中，並進行條件檢核或抽查檢核等驗證動作，確保資料庫內容無誤。

二、環境災害與建地安全資料庫架構規劃

環境災害與建地安全資料庫的分類架構係依據兩個原則來進行：

- 1.本身的屬性類似者列為同一類別。
- 2.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：

1.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。

2.災害資料大類(本計畫是以土石流為對象)

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。各資料中類下災分為內部條件、外部條件、潛在災區、已存災區等四小類，各小類的定義如下：

- a.條件一指直接形成災害的環境本體因子。
- b.條件一指引發災害的環境因子。

c.區一指已發生上述災害的地點或區域。

d.災區一指尚未發生災害，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。

1.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

2.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、申報記查資料、災情通報資料等資料中類。

3.救災/應變管理資料大類

防救災/應變管理資料大類包含救災資源與設施、避難收容設施、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、震後建築物評估、災害預警、減災措施、檢討改進措施等資料中類。

4.法規準則資料大類

本大類資料包括各種相關法規及作業準則等文字類型的資料。

上述資料分類架構以圖表示如下。(見圖 3-2)

環境災害及建地安全資料庫架構

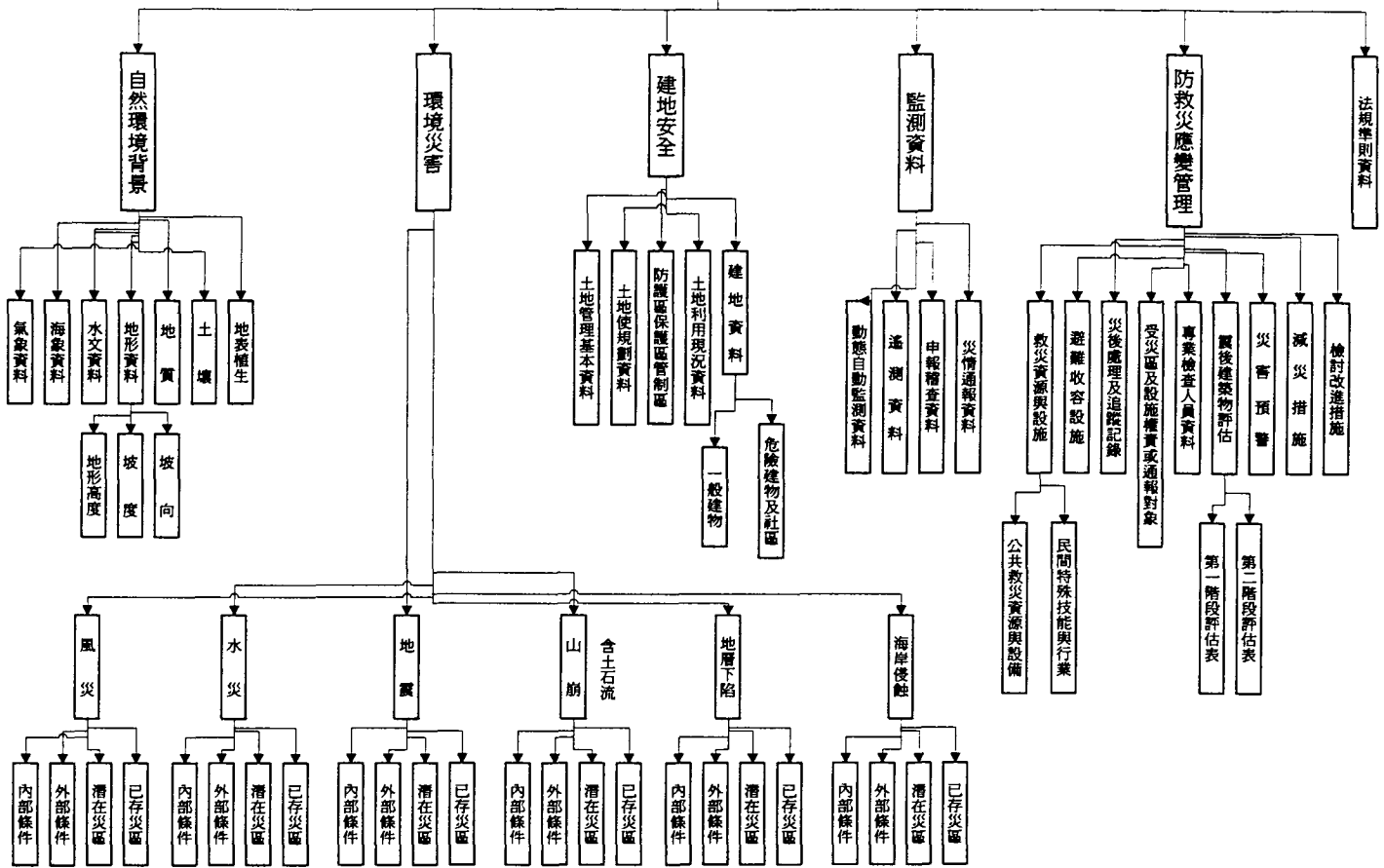


圖 3-2 環境災害與防救資料庫架構

第四章 土石流災害防救決策支援系統建置

第一節 資料整備及資料庫建置

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。

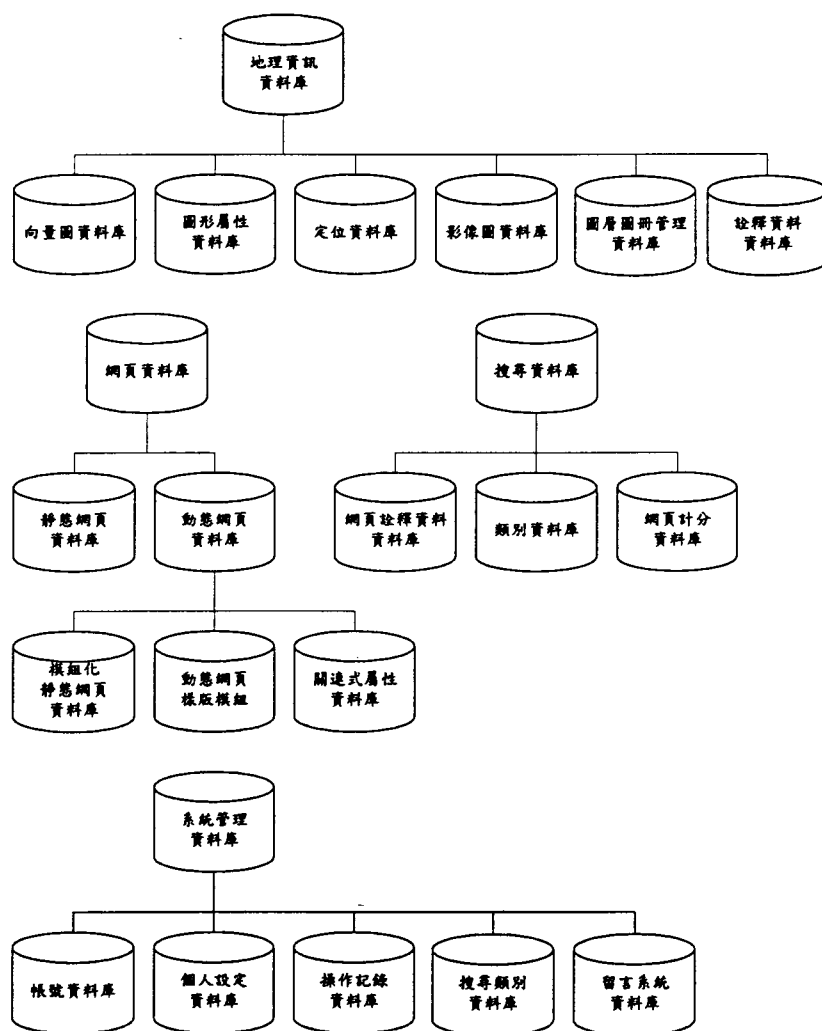
3.搜尋資料庫

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。



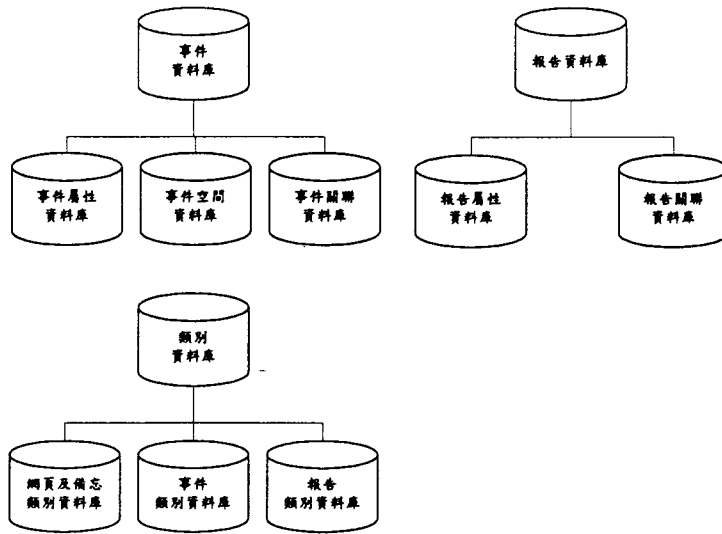


圖 4-1 不同類型資料庫示意圖

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。

第二節 系統設計與建置

一、系統原型設計重點

系統將運用 WWW 之超媒體環境將土石流災害防救之知識、資訊及分析工具加以更直覺地串連(以語意關係為基礎)，將各作業功能納入 WWW 文件中再加以連接，而以此形成此系統之功能架構(圖 4-2)。

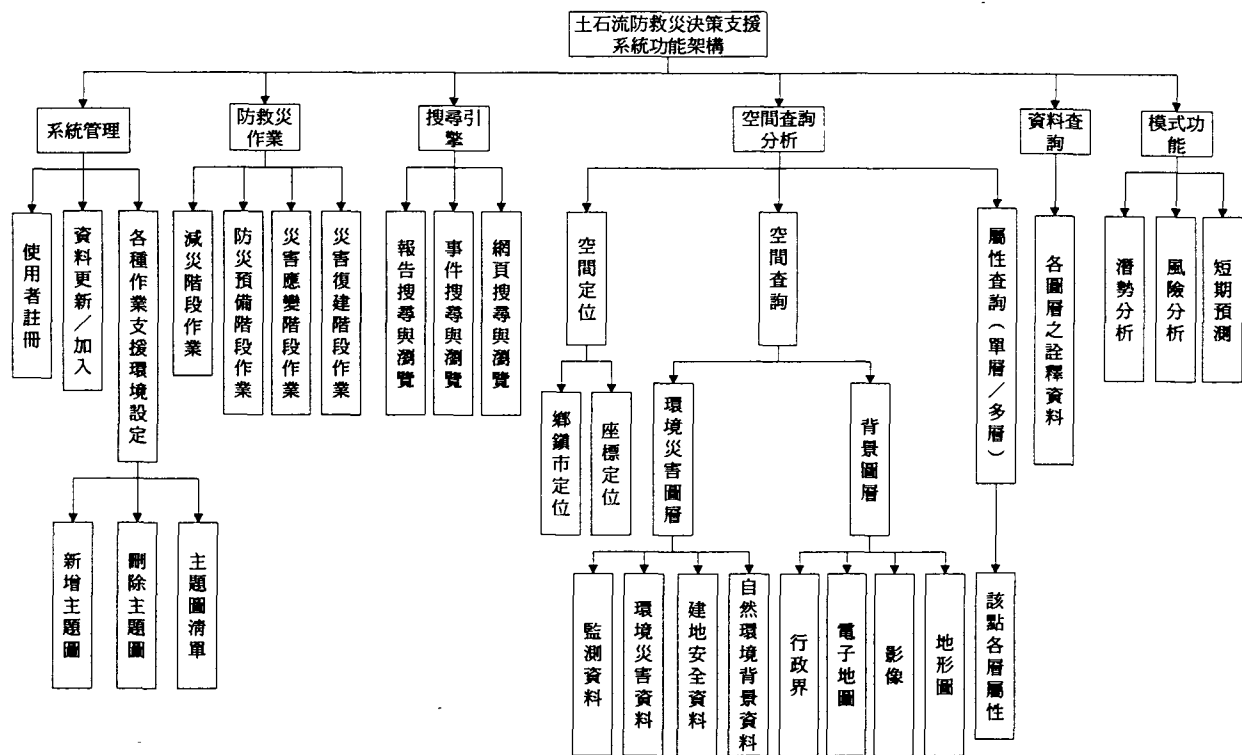


圖 4-2 系統功能架構圖

根據上圖，系統的功能在設計上包含了以下幾點：

- 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.防救災作業：此功能為在於提供決策者在各階段防救災作業的決策作業流程及相關單位之對應職責。其包含了四個階段作業：
- a.減災階段作業(圖 4-3)
 - b.防災預備階段作業(圖 4-4)
 - c.災害應變階段作業(圖 4-5)
 - d.災後復建階段作業(圖 4-6)
- 3.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。
4. 空間查詢分析：空間查詢分析讓使用者可以藉由 WWWGIS 的圖形介面，進行空間定位、空間查詢(疊圖分析、環域分析)、與屬性查詢等 GIS 功能。
- a. 空間定位：使用者可以藉由鄉鎮市定位或是座標定位，於系統介面上展現所需位置點的圖層。
 - b. 空間查詢：使用者可以藉由空間查詢的功能，於系統介面上套疊不同的主題圖層(包含環境災害圖層與背景圖層)來作進一步的分析。
 - c. 屬性查詢：藉由在圖形介面上的點選，可以展性出該地點的各圖層屬性資料，使使用者能夠快速的瞭解該地點的各項環境資訊。

減災階段

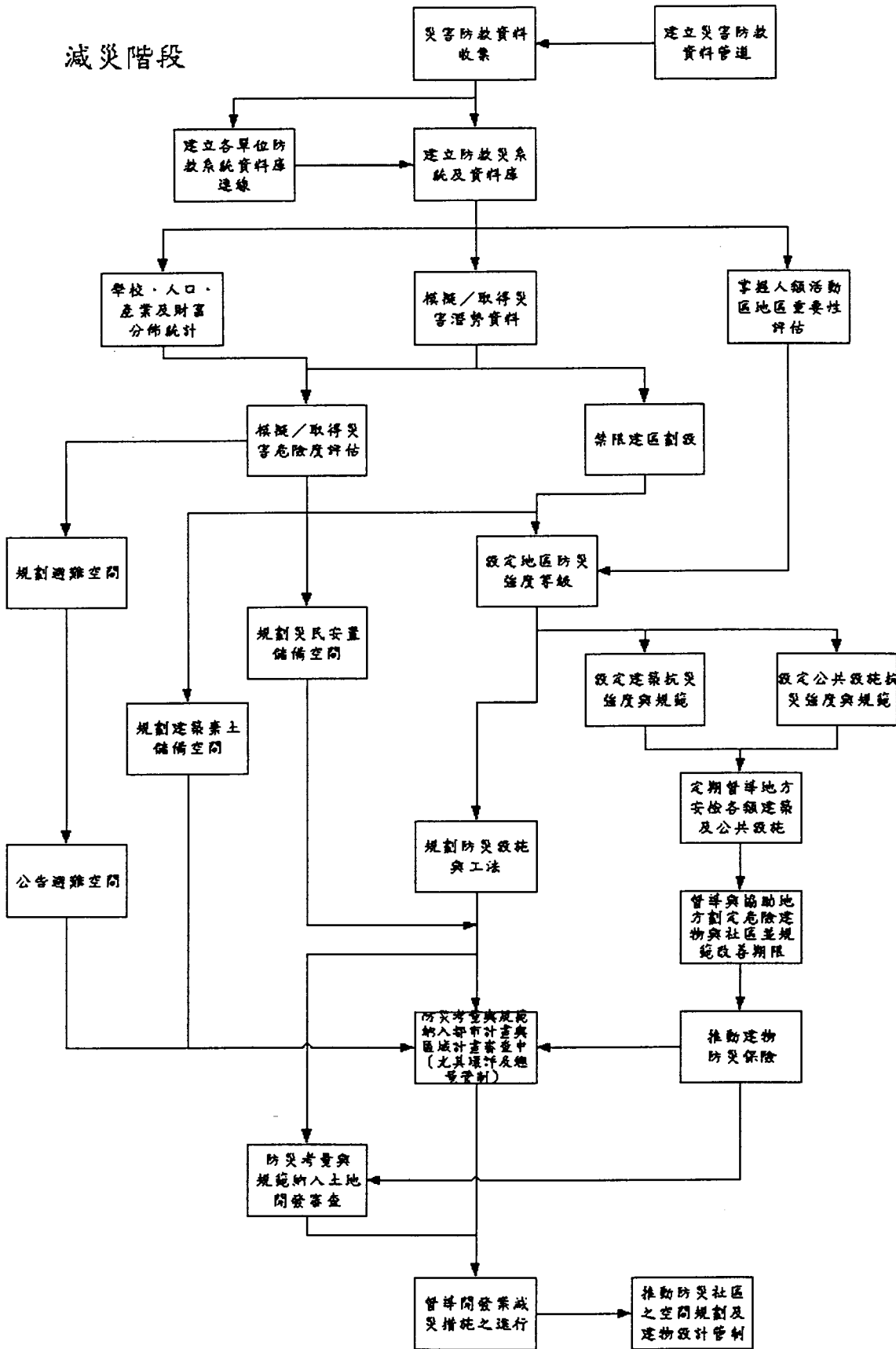


圖 4-3 減災階段作業流程圖

防災預備階段

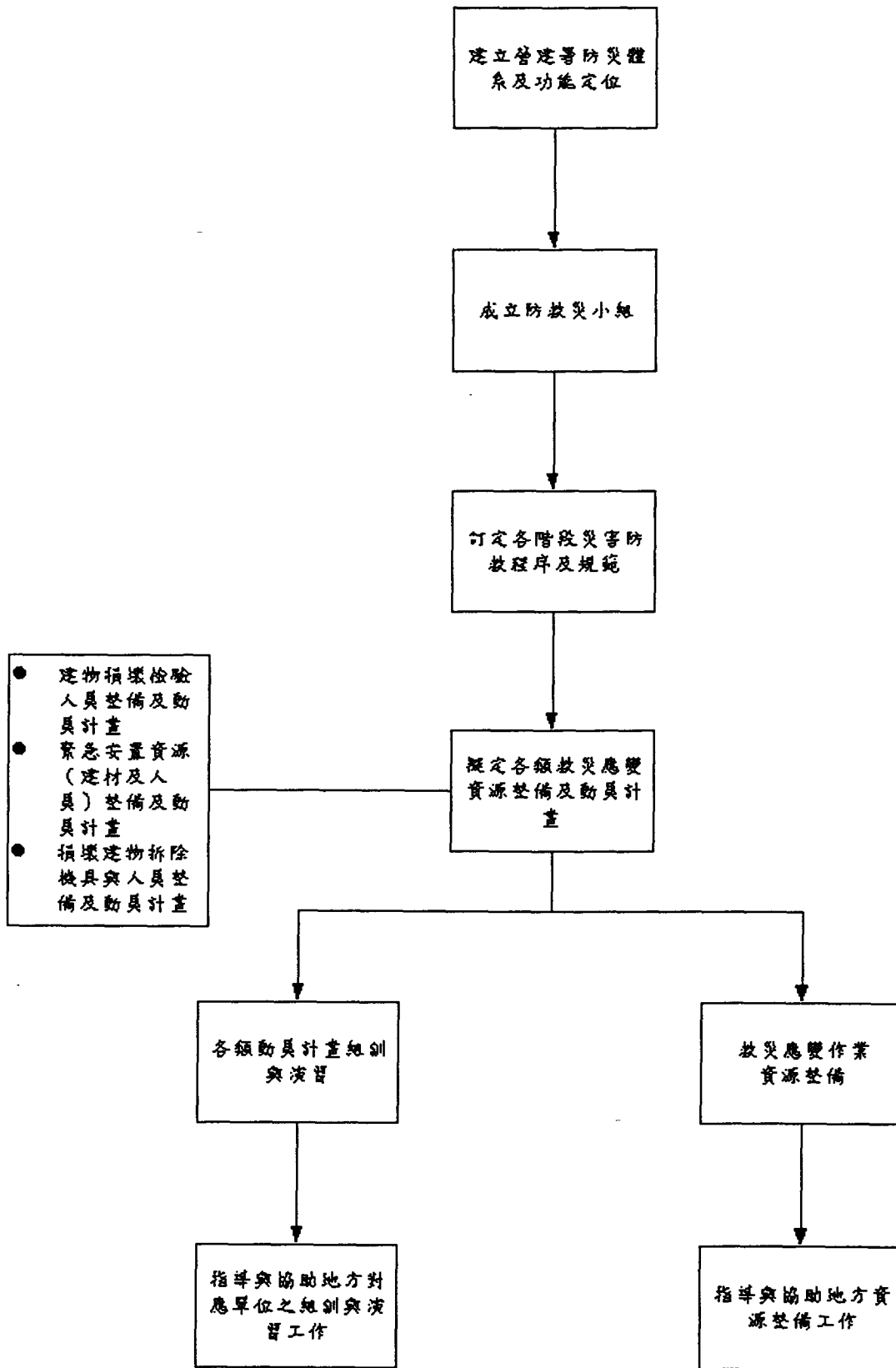


圖 4-4 防災預備階段作業流程圖

災害應變階段

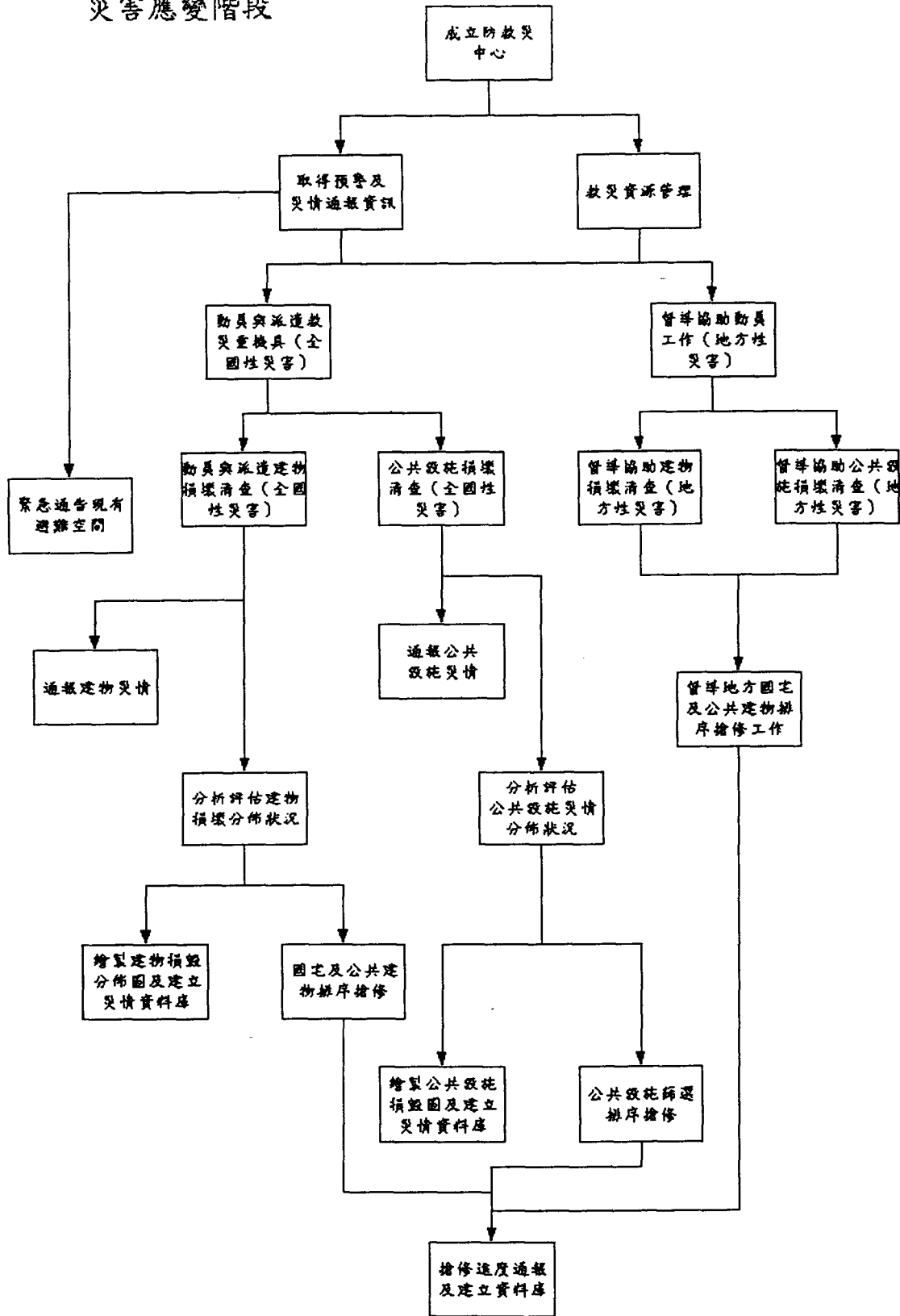


圖 4-5 災害應變階段作業流程圖

災後復建階段作業流程

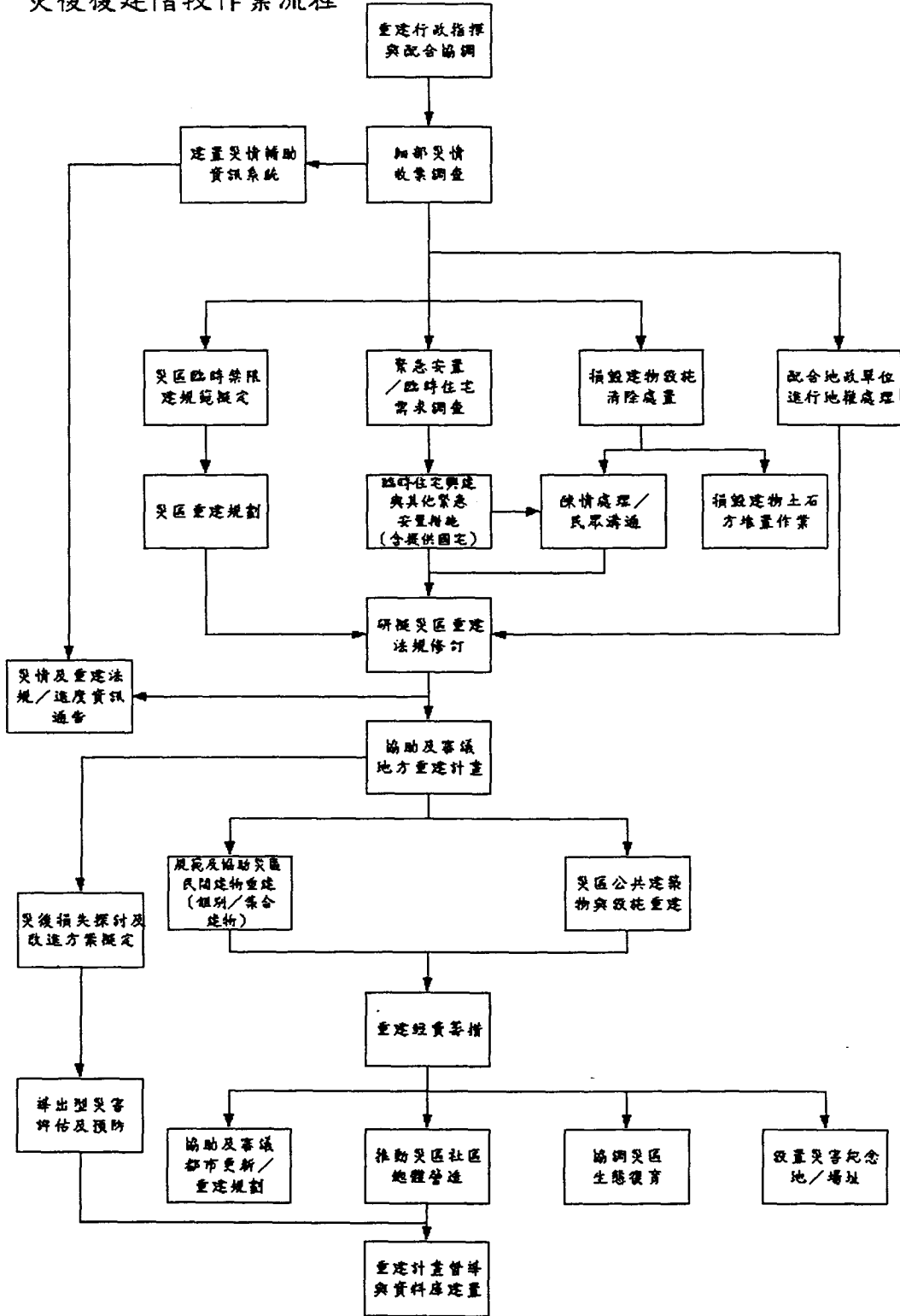


圖 4-6 災後復建階段作業流程圖

5.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。

6.模式功能：土石流防災決策支援系統另一向特點在於整合已發展的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。其模式庫的內容整理如表。

表 4-1 土石流相關模式表

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(Φ)、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		

表 4-1 土石流相關模式表(續)

模式類型	模式名稱	作者	輸入參數	模式產出
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)。	$\Sigma Wi \geq 9.8$ 高危險度 $9.8 < \Sigma Wi < 8.1$ 中危險度 $\Sigma Wi \leq 8.1$ 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

二、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 4-7)。

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	
		潛勢分析		風險分析		短期預測		其它分析模式	
工具層	分析 模式	模式 建構	模式 管理	資料轉	資料	資料展示	資料查詢	其它	
				入處理	管理	/輸出			
		ArcView				MapGuide(WGIS)			
GIS 平台		DataBase							

圖 4-7 土石流防救災決策支援系統層級關聯圖

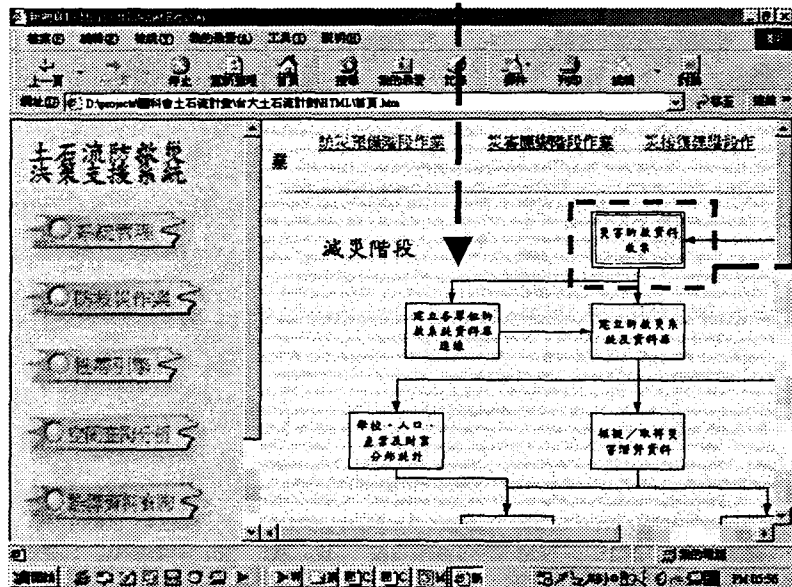
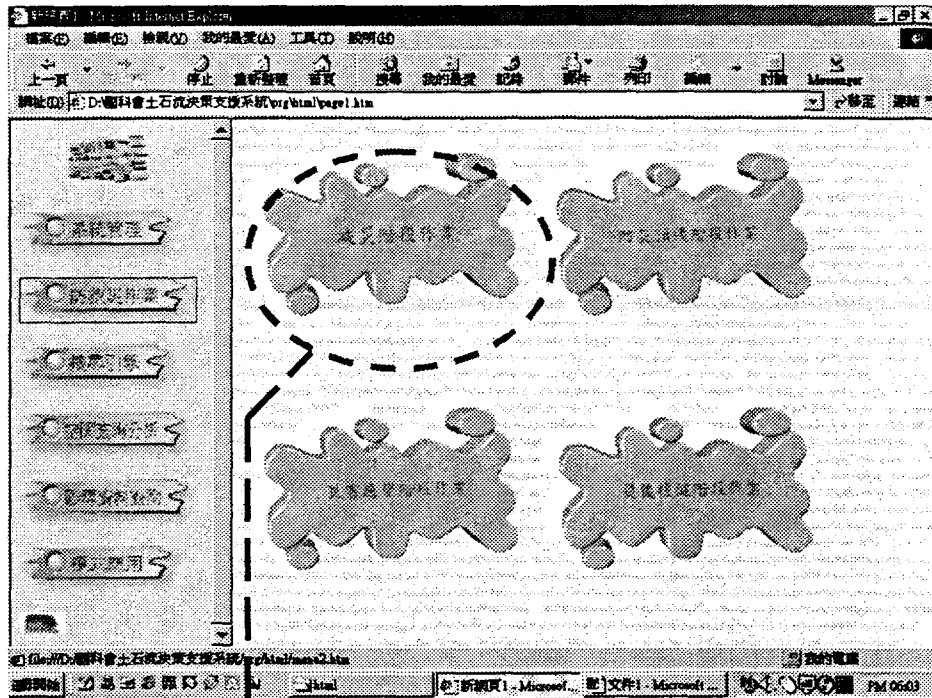
目前已在 WWW 環境中建立了土石流防救災決策支援系統，包含了資料庫的建置、模式說明資訊之蒐集、WWW 文件設計建立及連接相關之資料查詢、空間分析以及模式執行功能(見圖 4-8,4-9,4-10,4-11,4-12,4-13)。



圖 4-8 系統登錄



圖 4-9 系統管理功能



防救災作業項目：災害防救資料收集
防救災作業階段：滅災階段
防救災作業類別：資料庫建置維護
權責單位：綜合計畫組
對應業務：資料的蒐集及保管整理
相關單位：農委會、地質調查所、中央氣象局、農業試驗所、國科會國家型防災科技計畫、水資源局、水利單位、地方政府等
作業目的： 收集各項防救災工作所需的資料，提供給各階段防救災作業的分析評估及決策支援。
作業指引：

圖 4-10 防救災作業功能

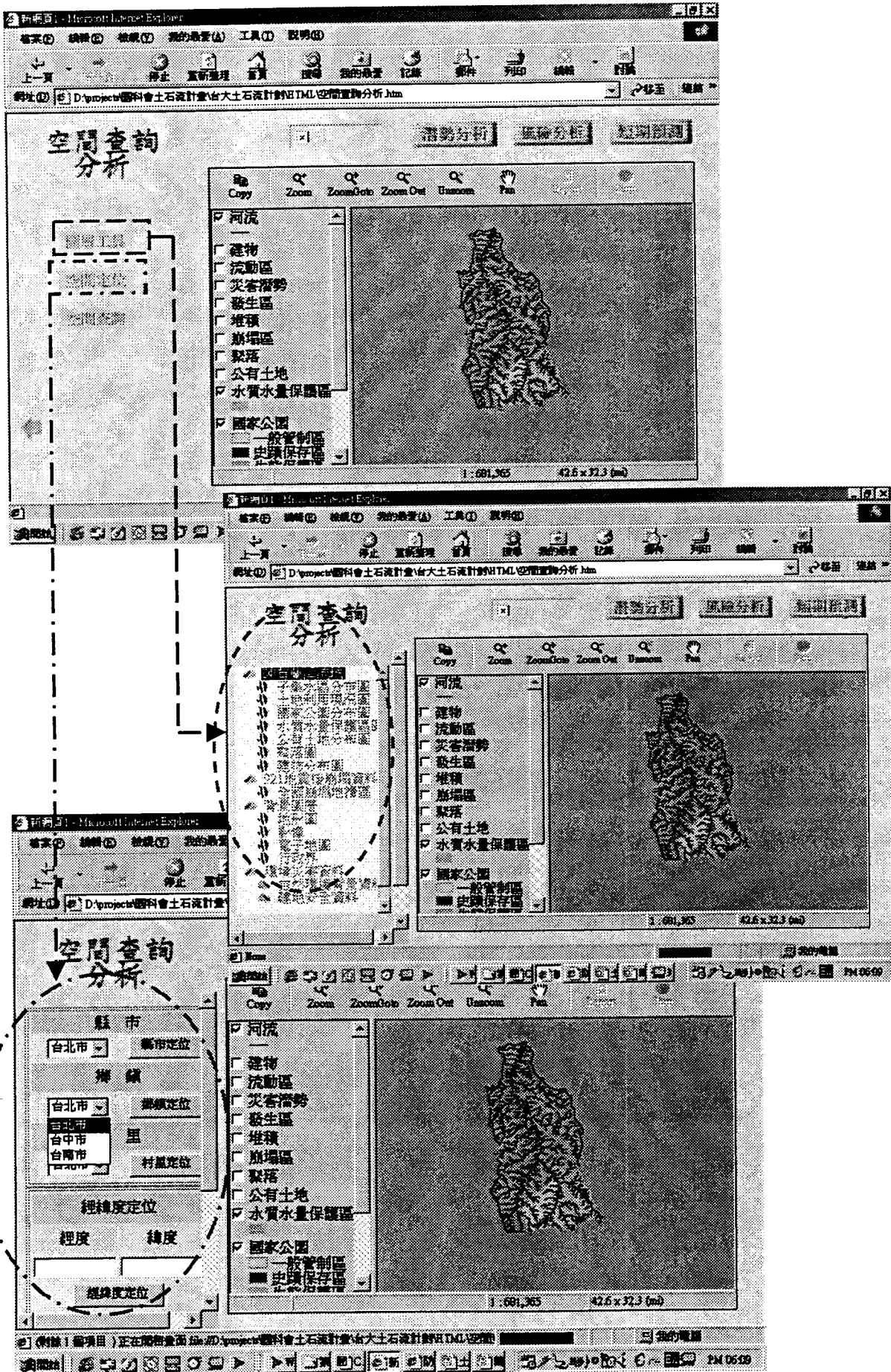


圖 4-11 空間查詢功能

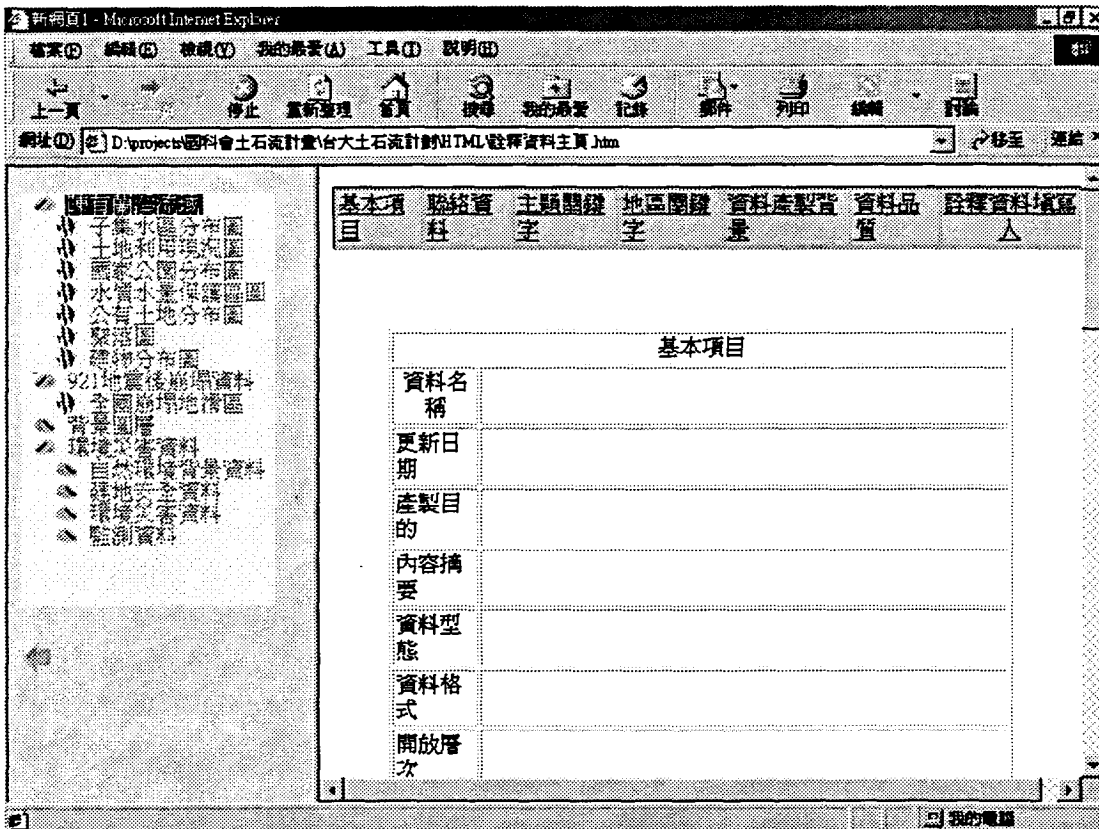


圖 4-12 詮釋資料查詢

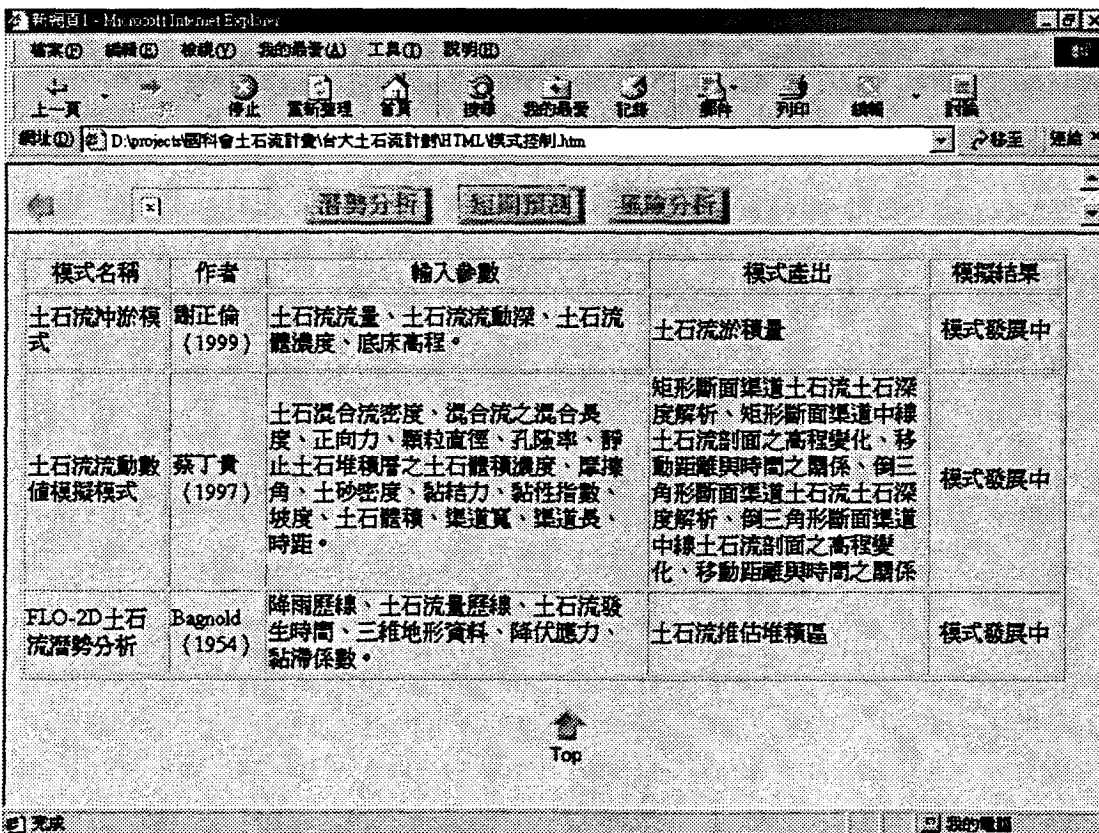


圖 4-13 模式應用

第五章 結論與建議

目前土石流研究已有相當程度的進展，尤其是在土石流潛勢分析，土石流預警及土石流危險溪流資料庫建置上，然而土石流較細緻之研究如不同土石流地區之發生條件的臨界值，降雨與土壤下滲與含水之關連性及土石流規模與流動行為之較精準描述，則都較為不足，故在土石流決策支援系統建置之工作上，亦只能先由已有資料庫模式及潛在使用者界面上著手，例如資料庫方面有土石流危險溪流資料庫及其基本自然環境資料(如土壤、地質、坡度、降雨、特性等)與建物設施與土地利用資料；模式方面則有土石流潛勢分析式，在系統上則結合已有資料庫及模式，建立方便使用查詢及模式之使用界面。

在相關資料上，尤其是危險溪流較詳細之資料，如土壤組織與厚度分布下滲係數、土壤含水量皆需更有效之調查(偵測)技術以廉價而快速之方式取得，而土石流之行為模式及較準確之預警體系，則需現地完整之監測系統來協助。這些皆需要以大量遙測技術之引入加以克服，故未來之土石流決策支援資訊系統之研究將會將資料收集之協助技術(如遙測)為重點。

第一節 結論

一、第二期計畫目前已完成的工作成果如下：

1. 土石流相關模式資料庫建立

充分蒐集土石流之潛勢分析、短期預測與風險分析相關模式，並建立模式資料庫。

2. 完成各階段防救災作業災害處理方式

經由訪談整理出各災害處理階段(減災階段、防災預備階段、救災階段、災後復健階段)內所應包含的各類作業處理方式。

2.完成土石流防救災決策支援系統之層級關連及功能架構

依建檔及使用者需求建立功能架構及系統環境架構。

3.完成土石流防救災決策支援系統系統功能的初步建置

利用 Arcview 及 Mapguide 等軟體建置系統功能，進而建立網路決策支援系統。

二、決策支援系統設計的重點功能如下：

- 1.系統管理—a.使用者註冊；b.資料更新/加入；c.各種作業支援環境設定
- 2.防救災作業—a.減災階段作業；b.防災預備階段作業；c.災害應變階段作業；d.災害復建階段作業
- 3.搜尋引擎—a.報告搜尋與瀏覽；b.事件搜尋與瀏覽；c.網頁搜尋與瀏覽
- 4.空間查詢分析—a.空間定位；b.空間查詢；c.屬性查詢(單層/多層)
- 5.資料查詢—各圖層之詮釋資料
- 6.模式功能—a.潛勢分析；b.風險分析；c.短期預測

目前土石流研究已有相當程度的進度，系統基礎功能皆已建置完成。由於土石流相關模式的取得有極度的困難，因此在模式功能的部分僅先將取的的模式分析結果建置於系統中供使用者查詢。未來之土

石流決策支援資訊系統之研究將會以模式功能的加強以及資料收集之協助技術(如遙測)、以及救災決策專家系統之建立為重點。

第二節 建議

以下總結本年經驗提出研發上之建議：

一、進一步的作業方式

- 1.完備資料庫(尤其在測試區中)
- 2.系統功能、架構已完成三類使用者之潛勢與危險分析研究與作，
並對減災預警
- 3.系統上網，並嘗試協調 即時資訊
- 4.補強原型系統，並供可能使用者試用
- 5.立體模型製作
- 6.立體視窗化之加強研發
- 7.遙測在災害防治上之運用
- 8.專家系統之建立(水保局訪談)

二、計畫進一步建議

- 1.系統開發之使用者及使用時機定位
- 2.無人載具或直昇機即時監測之研發
- 3.WWW 上給予定期進度 report 報導
- 4.WWW 上公告內部使用共同資源
- 5.WWW 上公告提出之課題及解決方式

6.系統開發之使用者定位，及使用時機定位

7.系統需求之訪談、安排、協助

8.無人載具或直昇機即時監測之研發

9.土石流土方量測方法研發

10.不同之子計畫可分別有特定之空間資訊技術研發(如本計畫可以
RS 及 3D 視覺化為重點)。

參考文獻

中文部份：

- 孫志鴻、李榮燦、王進瑞，(1997)，利用遙測及地理資訊系統技術輔助坡地利用管理監測，農委會林業特刊第五十一號，pp.625-642。
- 孫志鴻，(1996)，台灣地區全球變遷資料中心之建立，八十五年度國科會環發計畫成果發表會。
- 孫志鴻、朱子豪、蔡博文，(1996)，利用衛星影像輔助坡地利用管理監測，行政院農業委員研究計畫成果報告。
- 孫志鴻，(1996)，集水區環境評估空間決策支援系統架構之研究，行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告。
- 孫志鴻、謝奇峰，(1995)，超媒體技術與地理資訊系統整合之研究，中國地理學會會刊，第二十三期，pp.111-132。
- 孫志鴻、王能超、鄭惠丹、楊士興，(1992)，土地適宜性分析決策支援系統之先驅研究，國立台灣大學地理學報，第十五期，pp.15-23。
- 孫志鴻、王能超，(1991)，地理資訊視覺化之研究，地圖，第二期，p.18-24。
- 孫志鴻，(1991)，空間決策支援系統之研究，中國地理學會會刊，第十九期，pp.145-156。
- 孫志鴻，(1988)，建立國土資訊系統可行性研究，國立台灣大學地理學報，第十三期，pp.157-173。

賴進貴、孫地鴻，(1994)，台灣地區數值土地利用資料庫建立之研究，
行政院農業委員研究計畫成果報告。

陳榮河、林美聆、陳宏宇、蔡丁貴、范正成、黃燦輝，(1994)，花蓮
地區土石流之研究(四)，行政院國家科學委員會專題研究計畫成
果報告。

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

英文部份：

Armstrong, M.P. and Densham, P.J., 1990, Database Organization
Alternatives for Spatial Decision Support Systems, International
Journal of Geographical Information Systems, Vol.4(1):3-20.

Buttenfield, B.P. and Ganter, J.H., 1990, Visialization and GIS: What
Should We See? What Might We Miss?, Proceedings of the 4th

International Symposium on Spatial Data Handling, Zurich, Switzerland, pp.307-316.

Chang, K.C. and B.W. Tsai and C.H. Sun, 1988, Evaluation of a Geographic Information System for Slope Land Management, GIS/Lis'88, San Antonio, Texas.

Densham, P.J. and Armstrong, M.P., 1987, A Spatial Decision Support System for Locational Planning: Design, Implementation and Operation, Proceedings, Auto Carto 8, pp.112-121.

Densham, P.J. and Goodchild, M.F., 1989, Spatial Decision Support System: A Research Agenda, Proceedings GIS/LIS'89, pp.707-716.

Egenhofer, M.J. and Frank, A.U., 1987, Object-oriented Database: Database Requirements for GIS, Proceedings, International Geographic Information System Symposium, NASA, Vol.II, pp.189-211.

Hirono, K., Imai, Y., Yaoita, Y., Adachi, K. and Sugiura, M., 1996, Seismic Damage Assessment by Using GIS, GIS/LIS'96 Proceedings, Denver, Colorado, pp.10-16.

Jankowski, P. and Zumbrennen, C., 1990, A Model Management Approach to Modeling and Simulation of Natural Systems, Proceedings of the 4th International Symposium on Spatial Data Handling, Zurich, Switzerland, pp.531-540.

Kubo, S., 1990, Multimedia GIS on PC, Proceedings of the 4th International Symposium on Spatial Data Handling, Zurich, Switzerland, pp.363-370.

- Kessell, S.R., 1990, An Australian Geographical Information and Modling System for Natural Area Management, *International Journal of Geographical Information System*, Vol.4(3):333-362.
- Moreno, D.D., 1990, Advanced GIS Modeling Techniques in Environmental Impact Assessment, *Proceedings of GIS/LIS'90*, pp.345-356.
- Reddingius, N.H. and Finegold, L.S., 1990, Intergrating GIS with Predictive Models, *Proceedings of GIS/LIS'90*, pp.289-298.
- Reisinger, T.W. and Kenney, D.P., 1990, A Spatial Decision Support System for Opportunity Area Analysis on the Jefferson National Forest, *Proceedings of GIS/LIS'90*, pp.733-740.
- Risk Management Solutions, 1997, Earthquake Loss Estimation Methodology –HAZUS97, Technical Manual.
- Sun, C.H., 1995, Applying Geographic Information System Technique in Developing A Environmental Change Database in Taiwan, *GIS/LIS Asia'95*, Bangkok, Thailand.
- Sun, C.H. , Jane, W.L. , and Tsou, M.S., 1994, A Spatial Decision Support System for Environmental Monitoring and Modeling in the Slope Land of Taiwan, *Institute of Botany, Academia Sinica Monograph Series*, No. 14.
- Sun, C.H. , Chan, S.C. and Yang, M.C., 1991, Spatial Decision Support System for Reservoir Water Quality Management – A Prototype Study, *Asian Geographer*, Vol .10. No.2, pp.161-172.
- Sun, C.H. and G.A. Brook, 1988, A Hydrologic Model for Lower Coastal Plain Watersheds, Southeast United States, *Physical Geography*,

Vol.9, No.1,pp.15-34.

Sun, C.H., 1989, Development of the National Geographic Information System in Taiwan, GIS/LIS'89, Orlando,Florida.

Van der Veen, A.A. and Van Slagmaat, M.J.M., 1990, An Environmental Decision Support System for Local Authorities, Proceedings of 1990 ESRI Users Conference.

Wadge, G., Wislocki, A. P. and Person, E.J., 1993, Spatial Analysis in GIS for Natural Hazard Assessment, Environmental Modeling with GIS (Eds. Goodchild, M.F., Parks, B. O., Steyaert, L. T.), Oxford University Press, pp.332-338