

# 流域土砂數值模式視窗管理系統之研發

Development of Windows Management Systems with Numerical Models of Soil Erosion and Sediment Transport in Watershed

謝 慧 民\*  
Hui-Ming Hsieh

台灣首府大學  
資訊與多媒體設計學系  
助理教授

李鎮鍵  
Chen-Chien Li

國立成功大學  
防災研究中心  
副研究員兼組長

## 摘 要

從流域土壤侵蝕、輸送到堆積等數學模式已被發展出來，整個計算過程需要許多資料傳遞及程式計算，因此發展一個視窗管理系統可以縮短使用者訓練的時間。本研究使用國立成功大學防災研究中心發展的土砂管理模式做為開發視窗系統的核心。模式輸入資料的產生、格式匯整、執行到成果展示，為視窗系統研發的重點。使用 C# 程式語言進行功能選單、工具列及對話視窗等項目的程式撰寫，所得單機版管理系統可作為初學者學習土砂管理模式的好幫手。

**關鍵詞：**土壤侵蝕、土砂管理模式、視窗系統

## ABSTRACT

The mathematical models from soil erosion, transport to accumulation have to be developed, the entire calculation process requires a lot of data transfer and program calculation, so the development of Windows management system can reduce users training time. In this study, soil-sand management model developed by Disaster Prevention Research Center, National Cheng Kung University, will be used as the core of the development of Windows systems. The input data for model computation, format aggregated, model executed, and results shown are the key points for development for the Windows system. Using C # programming language developed menu , toolbar and dialogue window in this system. The results of stand-alone management system can be used as a good helper for beginners to learn the soil-sand management model.

**Keywords:** Soil erosion, Soil-sand management model, Windows systems

\* 通訊作者，台灣首府大學資訊與多媒體設計學系助理教授，72153 台南市麻豆區南勢里 168 號，hmhsieh@tsu.edu.tw

## 一、緒論

台灣由於特殊的地文及水文條件，加上受到民國 88 年九二一地震的影響，近年來每有颱風豪雨事件發生時，集水區內時有嚴重之土砂災害發生。有鑒於水患日益嚴重，行政院乃責成經濟部針對現況進行全面調查，並作進一步分析與探討，以尋求解決對策。經濟部地質調查所配合執行水患治理計畫，規劃「易淹水地區上游集水區地質調查與資料庫建置」計畫，其中包括四個子計畫，「集水區侵蝕及堆積之侵蝕與評估」為其中一項，計畫內容係針對易淹水地區上游集水區之土砂來源、運移、堆積進行調查與評估，以定量的方式釐清土砂災害的機制以及各類土砂現象之間相互的關連，並完成集水區泥砂數值模式之相關圖層數值資料，俾供後續水患治理計畫之參考。

國立大學防災研究中心已在 2002 年完成上述中央地質調查所委辦計畫「流域土砂管理模式」的研發工作，是以 FORTRAN 程式語言完成集水區產砂模組開發，以及 NETSTARS (Network Stream Tube Model for Alluvial River Simulation) 模式 (Lee et al., 1997) 介面程式的開發，然而當時視窗管理系統並未在計畫執行範圍內。在 2007-2009 年間國立成功大學防災研究中心 (謝正倫等, 2008) 將模式應用在台灣的主要河川，進行土砂調查及評估，得到良好的成效。基於應用面的推廣，本研究規劃視窗管理系統將此模式的資料輸入、執行、輸出展示等工作整合在一個系統來進行教學、資料管理及成果展示，希望可以提供初學者快速了解此模式的運作及應用。

## 二、文獻回顧

### 2-1 流域土砂管理模式

流域土砂管理模式 V2.0 (謝正倫等, 2002) 是由集水區產砂模組及河道動床模組串接而成，集水區產砂模組為該團

隊自行開發，河道動床模組則採用現成的 NETSTARS 模式。此模式與 SWAT, HSPF 等知名流域模式最大的差異在於集水區產砂模組除考慮表土沖蝕外，另加入降雨崩塌土方量之模擬，能夠具體反映台灣集水區產砂實況，河道動床模組所考慮之機制亦較為完整，能夠滿足實務需求。

台灣山區集水區之泥砂主要是由坡地的淺層崩塌及地表沖蝕所供應，再藉由降雨所匯集的逕流沿著陡峻溪流攜出集水區。台灣之山脈地質大多屬於沈積岩及變質岩，其性質脆弱而易斷裂，於陡峻坡面或裸露地上的鬆散土層，大多是受豪雨的激發而失去原有的安定狀態，崩落到溪谷，所以除了地質、地形、土壤及覆蓋等集水區本身的地文因子外，降雨成為集水區土砂生產及輸出的主要驅動因素。因此，此模式評估集水區產砂主要考慮降雨一逕流、坡地崩塌及地表沖蝕等三個機制。

隨著集水區水象的匯集，逐漸形成較大的支流，各支流再匯流到主流，主支流形成樹枝狀或網路型的複雜河系，中下游河道河幅漸寬且水流量大，河道對洪流的激蓄效應較為明顯，因此河道動床模其且要求必須能夠模擬分支或網路型河川、變量流水理、輸砂及河床沖淤變化等。NETSTARS 模式是以 CHARIMA 模式為基礎加以改良而成，功能完備符合實務需求，且使用手冊及程式原始碼公開，可依需求加以修改，亦可透過原研發團隊獲得技術支援，此模式選擇 NETSTARS 模式為河道動床模組。

流域土砂管理模式依泥砂於流域之運動特性分成 1. 集水區產砂模組、2. 河道動床模組，各模組再依現場泥砂生產、輸送特性以及實務需求，選擇適合的既有模式或自行研發，最後再撰寫模組間的介面程式擔任模組串接之輸出入資料轉換，將二模組組合成模擬範圍涵蓋全流域之土砂管理模式。

流域土砂管理模式之運作流程，首先集水區產砂模組利用輸入之降雨資料配

合集水區地文、水文及產砂相關參數進行模擬，輸出各出口點的水砂產出歷線，接著銜接介面程式利用前述水砂歷線配合集水區出口點與河道銜接關係、進行資料轉換，輸出河道動床模組的水砂入流資料格式，最後河道動床模組利用前述水砂入流資料配合河道地文資料進行模擬，獲得河道的水理及河床演變等相關資訊。

流域土砂管理模式主要是以大型流域之模擬為目標(小集水區亦適用)，因此在集水區產砂模組引用空間分散、參數集塊(spatially varied, lumped parameter) 方式，先將集水區細分成許多具地文水文均一性的子集水區，針對每一子集水區進行分析，獲得各項參數後，再將各子集水區串聯成一整體。

在集水區產砂模組中，子集水區是計算的基本單元，其主要輸入為降雨以及來自上游的水砂，將子集水區概念化成兩平面斜坡及中央河道之組合，降雨落於坡面後部分雨水滲入地表下，超滲降雨則轉化為地表逕流並引起表土沖蝕向河道匯集，若降雨持續使得地下水位上升將造成坡面發生崩塌破壞，此土方量亦落入河道形成土砂來源，所有坡面水砂匯集於河道後，連同來自上游子集水區的水砂往下游輸送至子集水區出口處，這些程序構成子集水區基本產砂機制。綜合前述產砂過程，一個子集水區的泥砂產出量可由水文演算(降雨逕流)、產砂演算(沖蝕、崩塌)以及輸砂演算等三個子機制共同完成。

河床變動的部分，根據 NETSTARS 的求解方式，河道依主支流交匯情形加以分段，各出口點再安排對應到各河段的指定斷面，由各集水區出口點流出之水砂歷線則以側入流的方式流入，以此由 NETSTARS 進行動床模擬。2007 年後，國立成功大學防災研究中心在執行中央地質調查研究所的委託案時改採 HEC-RAS V4.0 $\beta$  取代 NETSTARS 進行河道水理及輸砂動床模擬。

## 2-2 數學模式視窗化

國內外水利及水土保持工程數學模式有視窗化功能的如 NETSTARS V3.0、GSTARS V3.0、CCHE1D 及 HEC-RAS V4.1 等。除了 NETSTARS V3.0 是國內自行發展外，其他的模式都是國外的團隊發展的。國內有許多模式被高度使用，但仍未有視窗化功能，例如二維漫地流淹水模式、地文性淹水模式、河道洪水演算模式、流域土砂管理模式等。

## 三、視窗功能規劃

視窗化開發使用的工具為 Microsoft Visual C#。流域數值模式功能表，依需求規劃為七大項：流域子集水區模組、集水區基本資料模組、降雨資料模組、土砂生產模組、土砂運移模組、土砂堆積模組、成果繪製模組。開始版面由台灣水系地圖以及聲明呈現。

一個應用程式系統大部份包含功能表跟工具列、狀態列等基本物件，本程式也不例外同時考慮這些功能，因此在功能表裡面均有一層下拉式功能選項，可提供點選連結檔案。並同時做成工具列方便直接按下使用，但此地方點選下次一開始出現的是背景圖，所以必須再依各自需求，再選擇項目。當滑鼠移動到工具列上，會顯現出此工具列是執行什麼工作。

至於影音檔以及教學文件，是將現有資料整理、統合，分別展示出來。影音檔的部份各有七大項教學文件連結部份也有七大項分別為流域子集水區模組、集水區基本資料模組、降雨資料模組、土砂生產模組、土砂運移模組、土砂堆積模組、成果繪製模組。影音檔的部份：流域子集水區模組有八個檔，集水區基本資料模組有四個檔案，降雨資料模組有一個檔案，土砂生產模組有一個檔案，土砂運移模組有五個檔案，土砂堆積模組有一個檔案，成果繪製模組有一個檔案。教學文件連結的部份：流域子集水區模組有一個檔，集水區基本資料模組有四個檔案，降雨資料模組有一個檔案，土砂生產模組有四個檔案，土砂運移模組有四個檔案，土砂堆積

模組有二個檔案，成果繪製模組有一個檔案。

開啟流域數值模式視窗程式的初始狀況以及各模組下拉式選單下拉展示如圖 1 所示。流域數值模式視窗程式頁面展示，最上方兩列為功能表及工具列、左方為台灣水系地圖、右上方為此模式的聲明、右下方為此模式的版權所屬單位以及研發單位。各模組下拉選單的功能選項規劃如圖 2 所示。



圖 1 開啟流域數值模式視窗程式的初始狀況

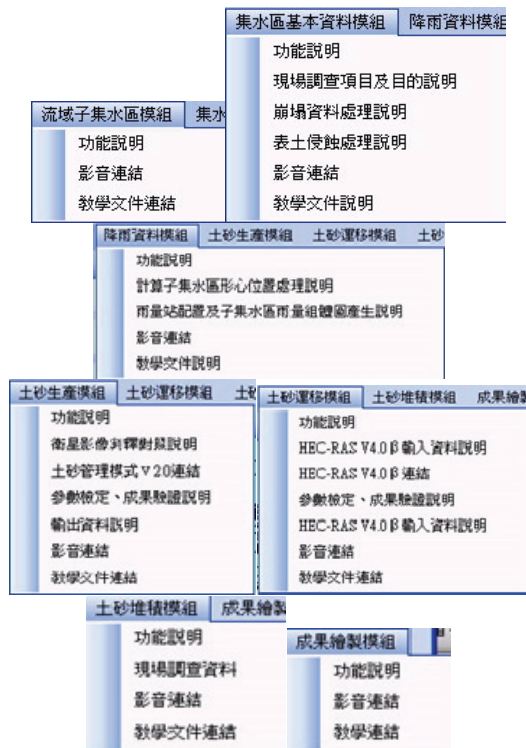


圖 2 各模組下拉式選單展示

另外，各個模組皆有影音連結、教學文件連結，也都分別都有下拉式選單。下列是下拉展示以及連結展示圖，如圖 3、圖 4、圖 5、圖 6 所示。



圖 3 影音連結下拉式選單

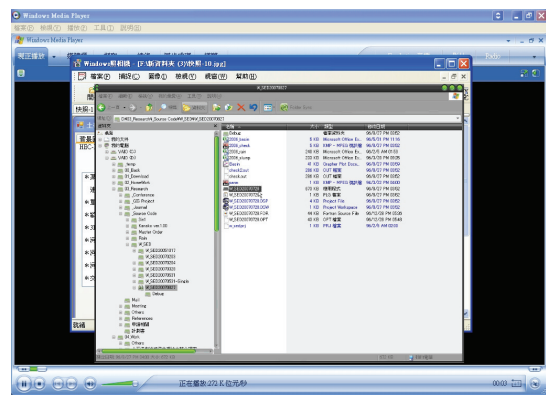


圖 4 影音連結點選連結成果展示

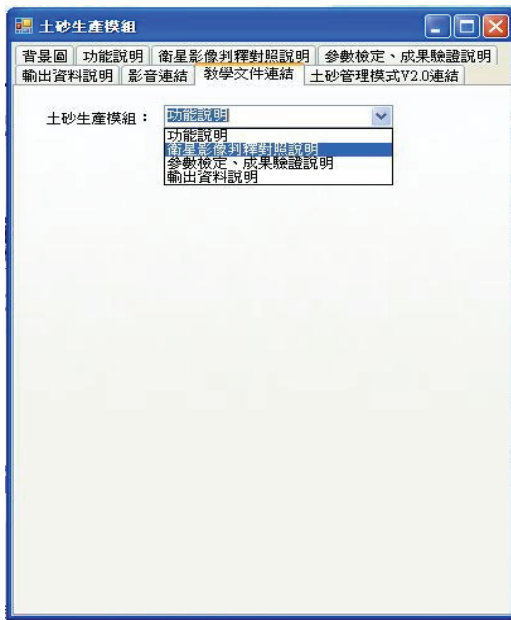


圖5 教學文件連結下拉式選單

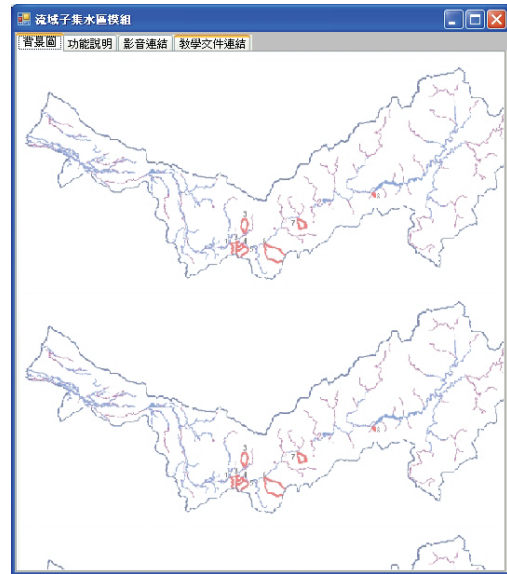


圖7 流域子集水區模組背景圖

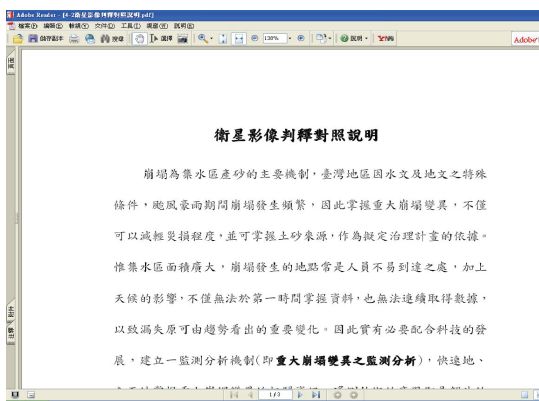


圖6 教學文件連結點選連結成果展示

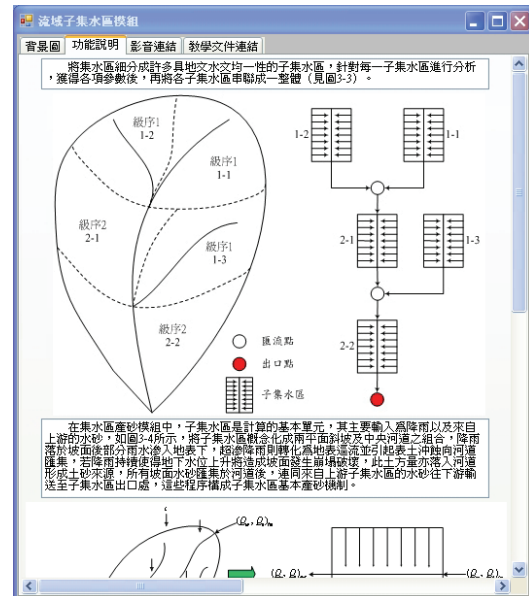


圖8 流域子集水區模組功能說明

## 四、成果與討論

### 4-1 流域子集水區模組

此模組包含：背景圖、功能說明、影音連結、教學文件連結，在功能表以及工具列皆能連結到該檔案。影音連結以及教學文件直接連結至外部檔。如圖 7、圖 8 所示。

### 4-2 集水區基本資料模組

此模組包含：背景圖、功能說明、現場調查項目及目的說明、崩塌資料處理說明、表土侵蝕處理說明、影音連結、教學文件連結，在功能表以及工具列皆能連結到該檔案。影音連結以及教學文件連結直接連結至外部檔。如圖 9、圖 10、圖 11、圖 12、圖 13 所示。

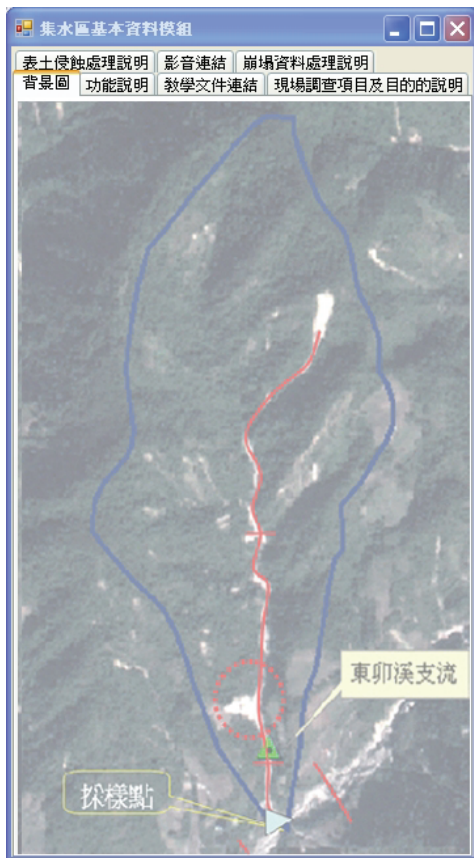


圖9 子集水區基本資料模組背景圖

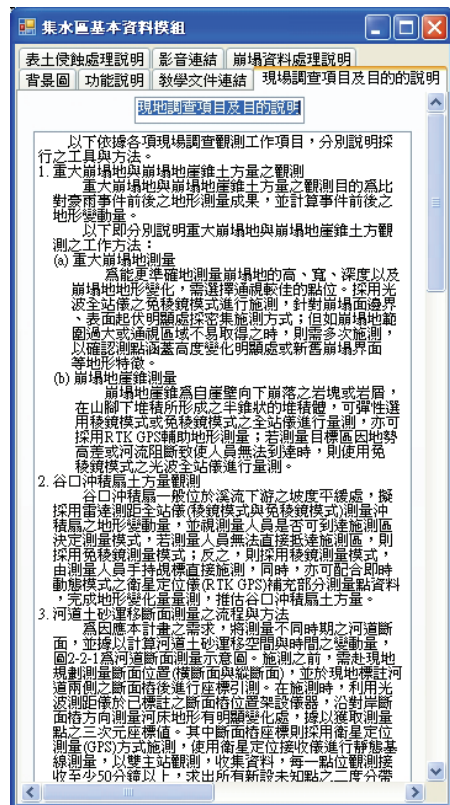


圖11 子集水區基本資料模組現場調查說明

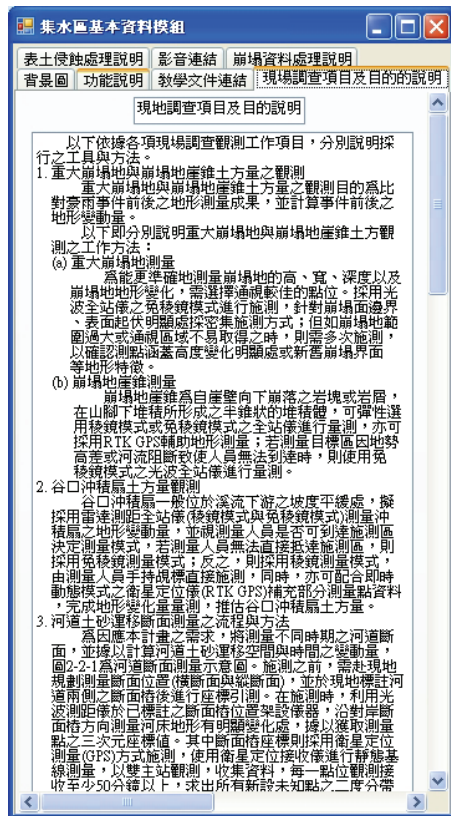


圖10 集水區基本資料模組功能說明

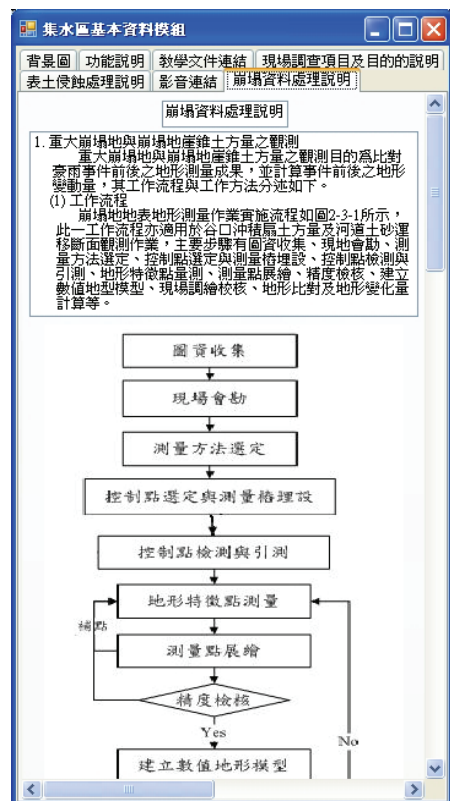
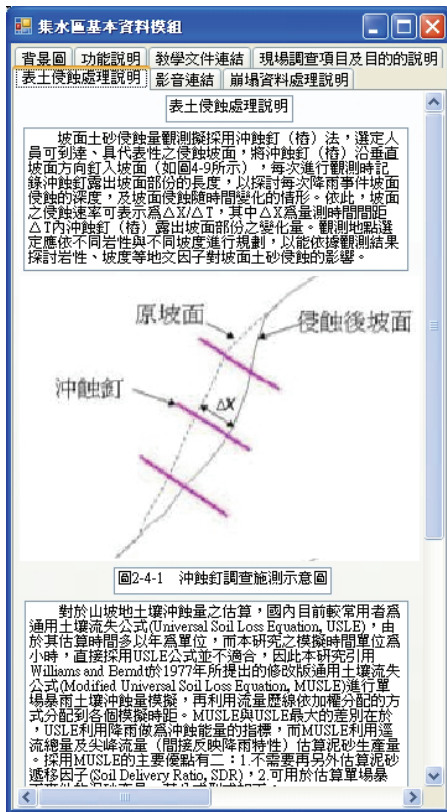


圖12 子集水區基本資料崩塌資料處理說明



### 4-3 降雨資料模組

此模組包含：背景圖、功能說明、影音連結、教學文件連結，在功能表以及工具列皆能連結到該檔案。影音連結以及教學文件直接連結至外部檔。如圖 14、圖 15 所示。

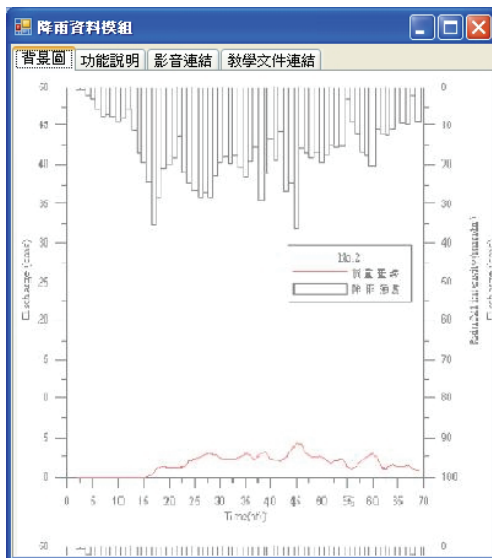


圖14 降雨資料模組背景圖

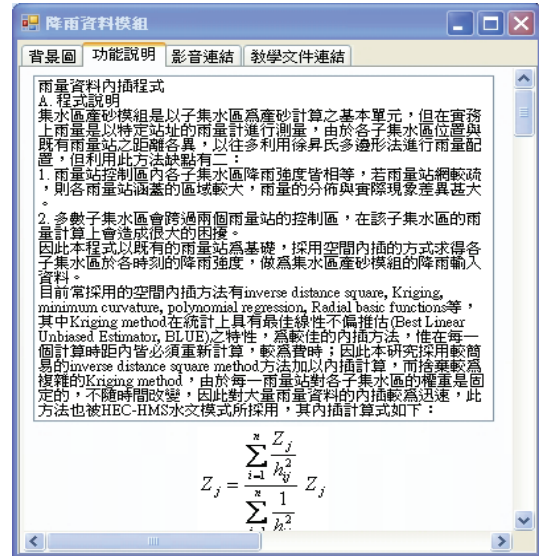


圖15 降雨資料模組功能說明

### 4-4 土砂生產模組

此模組包含：背景圖、功能說明、衛星影像判釋對照說明、土砂管理模式 V2.0 連結、參數檢定、成果驗證說明、輸出資料說明、影音連結、教學文件連結，在功能表以及工具列皆能連結到該檔案。影音連結以及教學文件直接連結至外部檔。另外，土砂管理模式 V2.0 連結，藉由瀏覽鈕點選所要開啟的檔案，呼叫出來之後連結到土砂管理模式，並在土砂管理模式 V2.0 呈現出來。以下展示土砂管理模式 V2.0 連結成果。如圖 16、圖 17、圖 18、圖 19、圖 20、圖 21、圖 22、圖 23 所示。



圖16 土砂生產模組背景圖

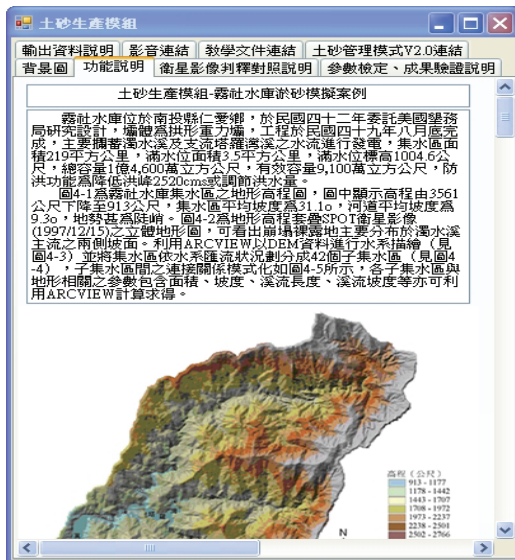


圖17 土砂生產模組功能說明

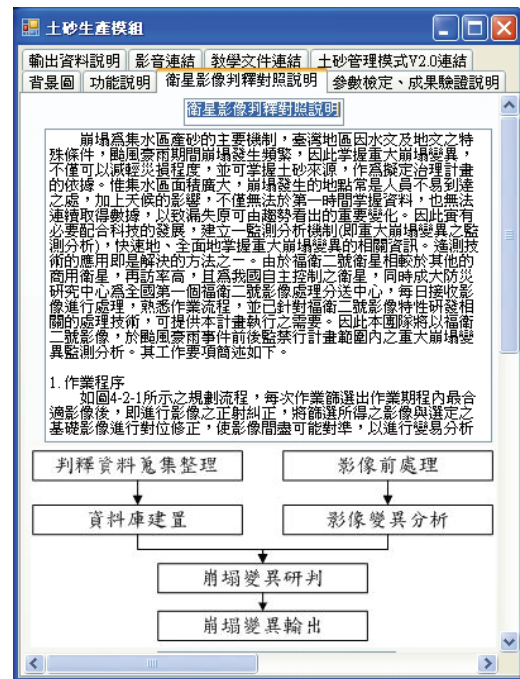


圖18 土砂生產模組衛星影像判釋說明

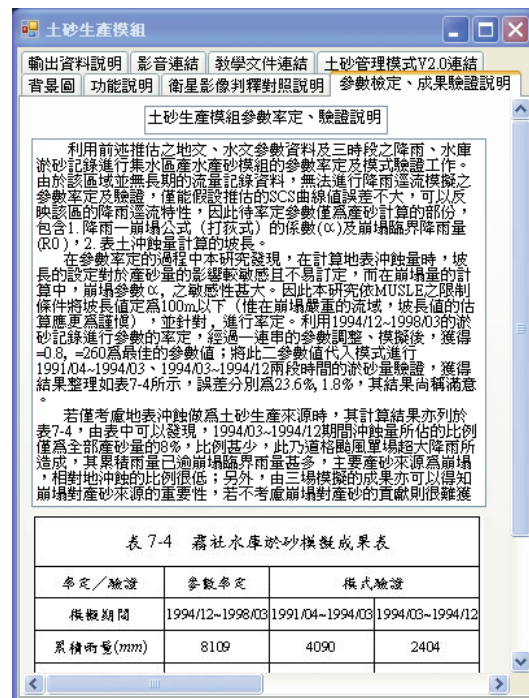


圖19 土砂生產模組參數檢定、成果驗證說明



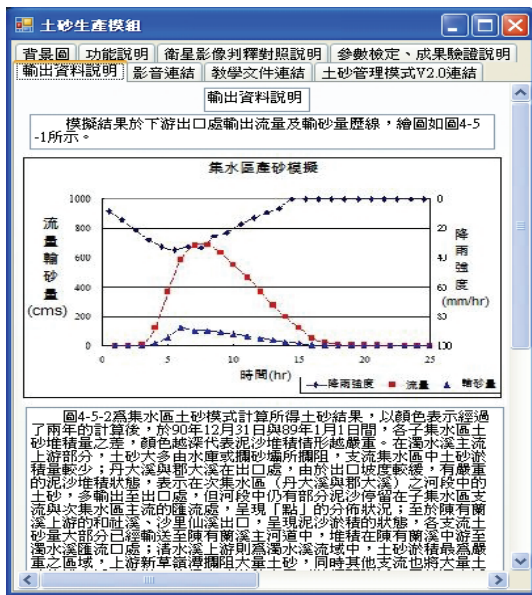


圖20 土砂生產模組輸出資料說明

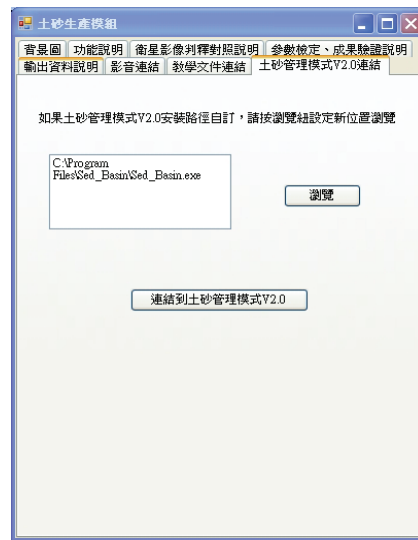


圖23 選擇完畢並執行連結

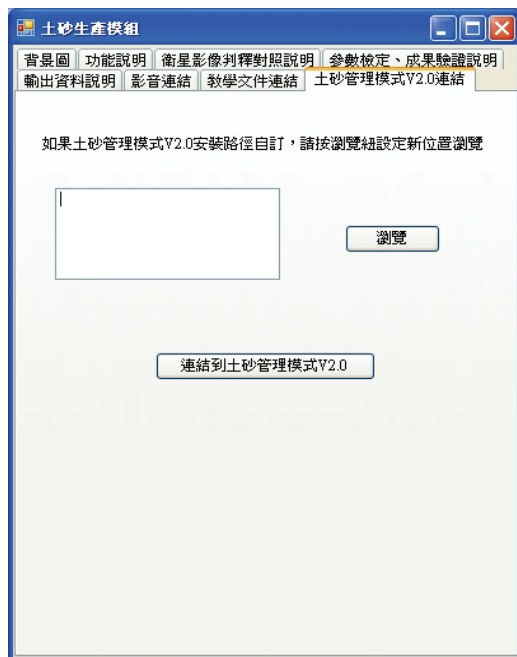


圖21 一開始連結界面

#### 4-5 土砂運移模組

此模組包含：背景圖、功能說明、HEC-RAS V4.0β 輸入資料說明、HEC-RAS V4.0β 連結、參數檢定、成果驗證說明、HEC-RAS V4.0β 輸出資料說明、影音連結、教學文件連結，在功能表以及工具列皆能連結到該檔案。影音連結以及教學文件直接連結至外部檔。另外，HEC-RAS V4.0β 連結藉由瀏覽鈕點選所要開啟的檔案，呼叫出來之後連結到土砂管理模式，並在 HEC-RAS V4.0β 連結呈現出來。以下展示 HEC-RAS V4.0β 連結成果。如圖 24、圖 25、圖 26、圖 27、圖 28、圖 29、圖 30、圖 31 所示。

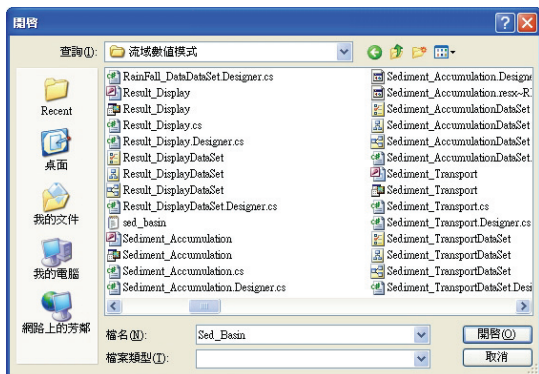


圖22 選擇欲連結項目



圖24 土砂運移模組背景圖

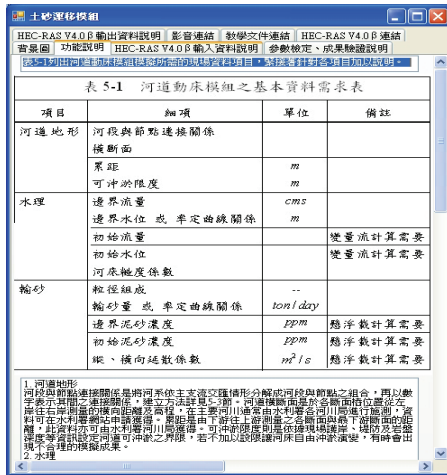


圖25 土砂運移模組功能說明

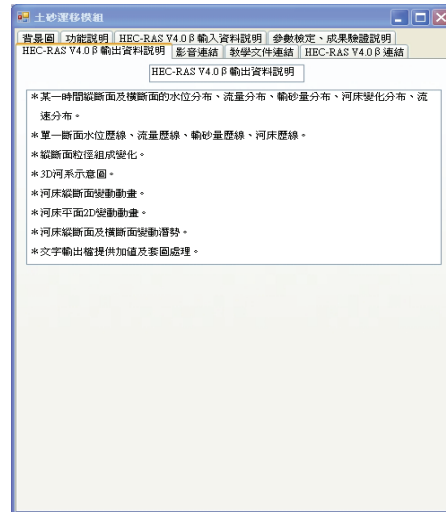


圖28 HEC-RAS V4.0β輸出資料說明



圖26 土砂運移模組HEC-RAS V4.0β輸入說明

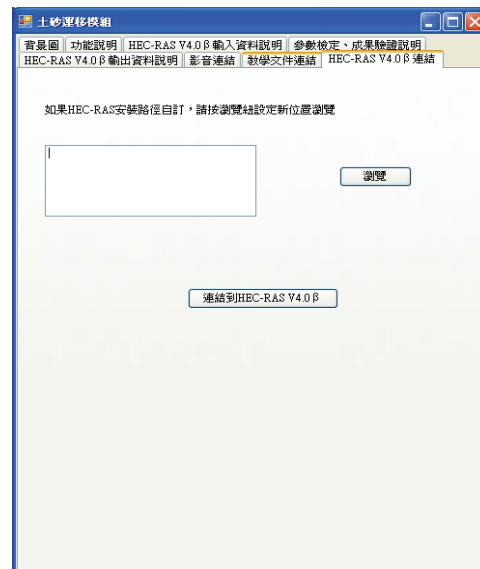


圖29 一開始連結界面

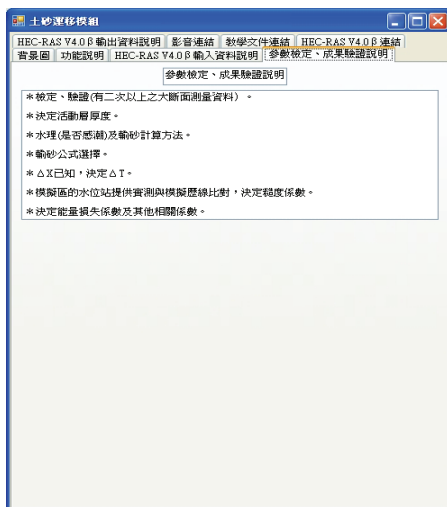


圖27 土砂運移模組參數檢定、成果驗證說明

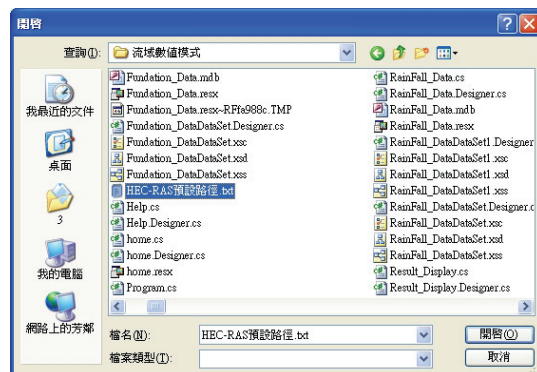


圖30 選擇欲連結項目

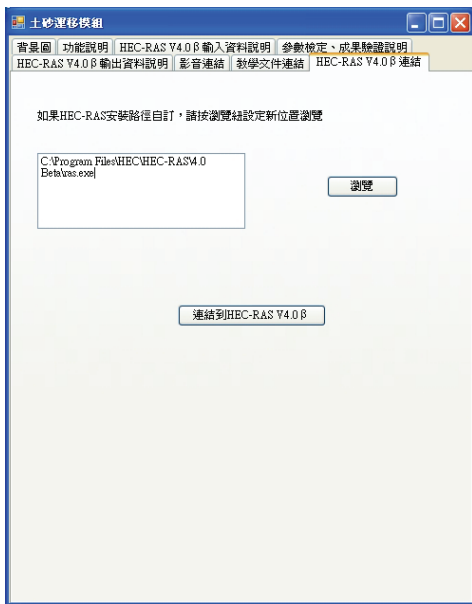


圖31 選擇完畢並執行連結

#### 4-6 土砂堆積模組

此模組包含：背景圖、功能說明、現場調查資料、土砂堆積平面圖製作說明、影音連結、教學文件連結，在功能表以及工具列皆能連結到該檔案。影音連結以及教學文件直接連結至外部檔。如圖 32、圖 33、圖 34 所示。



圖32 土砂堆積模組背景圖

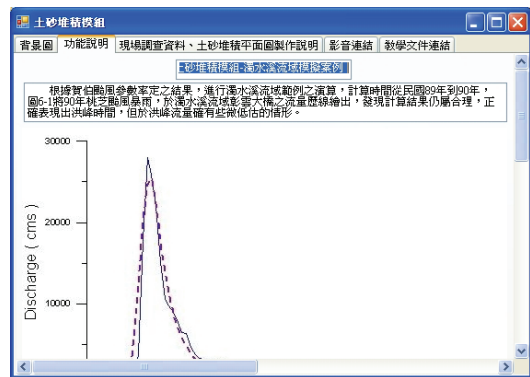


圖33 土砂堆積模組功能說明

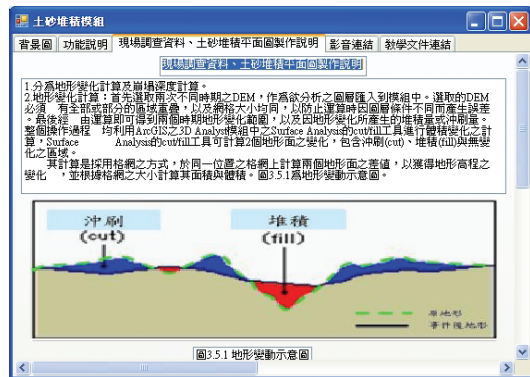


圖34 土砂堆積模組現場調查資料、土砂堆積平面圖製作說明

#### 4-7 成果繪製模組

此模組包含：背景圖、功能說明、影音連結、教學文件連結，在功能表以及工具列皆能連結到該檔案。影音連結以及教學文件直接連結至外部檔。如圖 35、圖 36 所示。

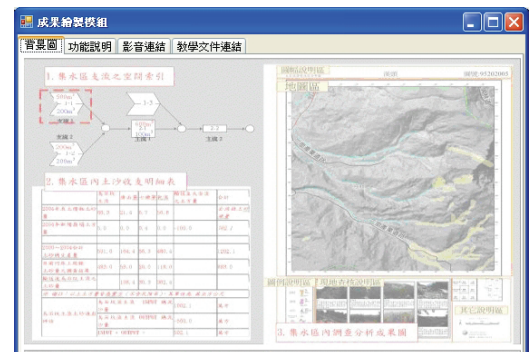


圖35 成果繪製說明背景圖

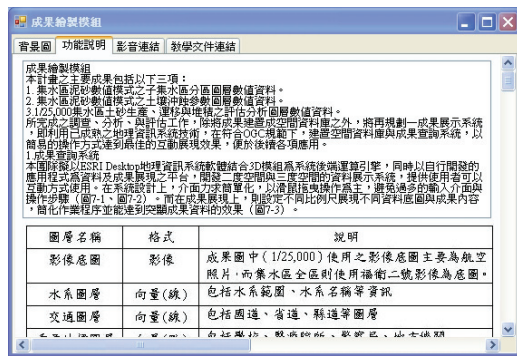


圖36 成果繪製模組功能說明

4-8 關於

點按內文版面設計圖案可開啟關於對話視窗,如圖 37。



圖37 關於版面設計

五、結論

本研究以 Microsoft Visual C#開發流域數值模式 V1.0 視窗化管理系統,依需求規劃為七大模組:流域子集水區模組、集水區基本資料模組、降雨資料模組、土砂生產模組、土砂運移模組、土砂堆積模組、成果繪製模組,提供給土砂管理模式使用者一個良好的學習管理的平台。每個模組均有影音檔及教學文件連結提供學習,可提昇工作效率。

參考文獻

1. Hsieh H. M., Luo C. R., Yang J. C., and Chen R. F., 2013, "Numerical study of the effects of check dams on erosion and sedimentation in the Pachang River", International Journal of Sediment Research (IJSR), ISSN: 1001-6279, Vol. 28, No. 3, pp.304-315.
2. Lee H. Y. and Hsieh H. M. 2003, Numerical Simulations of Scour and Deposition in a Channel Network, International Journal of Sediment Research,

Vol. 18, No. 1, pp. 32-49.

3. Lee H. Y., Hsieh H. M., Yang J. C., and Yang C. T. 1997, Quasi-Two-Dimensional Simulation of Scour and Deposition in Alluvial Channels, Journal of Hydraulic Engineering, Vol. 123, No. 7, pp. 600-609.
4. Lee H. Y., Hsieh H. M., Yang J. C., and Yang C. T. 1997, Quasi-Two-Dimensional Simulation of Scour and Deposition in Alluvial Channels, Journal of Hydraulic Engineering, Vol. 123, No. 7, pp. 600-609.
5. US Army Corps of Engineers (USACE), HEC-RAS v4.0 user's manual, 2008.
6. 謝正倫等, 2002, "流域土砂管理模式之研究(3/3)", 經濟部水利署委辦研究計畫, 國立成功大學防災研究中心執行。
7. 謝正倫等, 2008.6, "96年度集水區侵蝕與堆積之調查與評估", 經濟部中央地質調查所。
8. 謝正倫等, 2009.12, "97年度集水區侵蝕與堆積之調查與評估", 經濟部中央地質調查所。
9. 謝慧民, 2012.10, "複雜河系沖淤模式NETSTARS V3.0視窗化界面使用者操作手冊", 台灣首府大學資訊與多媒體設計學系研究報告第10101號。

投稿 104.04.17  
校稿 104.04.27  
定稿 104.04.29