

# 系集洪水預報系統資訊整合及加值應用

## The Information Integration and Application Expansion of the Ensemble Flood Forecast System

主辦單位：經濟部水利署防災中心

執行單位：多采科技有限公司

### 摘要

經濟部水利署防災中心為落實防洪減災的任務，致力於精進洪水預報技術，期望能在水患發生前，透過降雨推估和逕流、洪水演算，提供水情資訊，並透過有效操作水庫閘門蓄減洪峰，對洪氾淹水潛勢地區發佈警報，緊急撤離民眾等應變措施，降低洪水災害的生命損失。歷經多年的研發與改進，目前水利署防災中心已發展出第三代「系集洪水預報系統」。

水利署防災中心辦理洪水預報系統研發計畫與河川局辦理洪水預報系統更新維護計畫的目的不同：

- 水利署計畫的前期任務是開發水文、水理模式與系統，協助河川局建置重點河川的洪水預報系統。在河川局成立維護與擴充計畫後，便將建置完成的系統交給各河川局負責；水利防災中心並不負擔各流域洪水預報系統後續的維護管理和減災應變更新擴充工作，而是將資源集中於提升系統功能與效率，以及資訊整合。
- 各河川局負擔的責任，包括：更新維護已開發洪水預報系統河川大斷面等地文資料，每年重新檢定參數，開發河川局轄區內其他河川流域的洪水預報，或支流、區排等的內水預報系統，並依河川局減災應變作業需求，開發客製化操作功能或水情資訊系統。按照權責分工，颱風期間將即時水情、洪水預報資訊回報給防災中心，並提供給相關的縣市政府等單位。

目前全臺十個河川局，均已著手自辦其轄區洪水預報系統的更新與維護計畫。本計畫是在既有的基礎上，落實河川洪水預報資訊的整合以及系集洪水預報系統的加值應用。本計畫目標主要有二：

#### (一)服務

- 颱風時期，協助防災中心彙整呈現各河川局回報的洪水預警資訊；配合防災中心情資研判需求，提供水利署洪水預報系統於特定情境或設計降雨條件下之河川水位預報/模擬。
- 更新維護洪水預報資訊整合平台，建置預報資訊整合查詢介面，新增自動產製簡報功能，以利即時掌控各中央管河川及主要流域之水位預報成果。
- 開發可適用於展示各系集降雨預報產品之展示工具；進行本系統運算執行成效分析檢討。
- 協助進行各河川局洪水預報系統功能架構之盤點評析與資料傳輸格式之綜

整，以提供後續彙整展示各河川局回報定量洪水預報資訊之用。

## (二)應用

- 持續開發二條中央管河川系集洪水預報系統。
- 規劃已建置系集洪水預報系統流域之系統轉移(至河川局)時程。

**關鍵詞：**系集洪水預報系統、降雨-逕流模式、區塊運動波直接逕流模式、系集颱風定量降雨

## Abstract

To implement flood control and disaster reduction, the Water Resources Agency (WRA) of Ministry of Economic Affairs has devoted in improving the flood forecasting technology for years. It expects that by estimating the precipitation and the runoff, and calculating the river routing, it can possibly predict the probability of the flood before it occurs; and by controlling the water gates, issuing the flood warnings, and evacuating the residences, it can then reduce the losses of life and property to the flood potential areas. Currently, the flood forecast system has come up to the third generation, namely the “Ensemble Flood Forecast System”.

The purpose of WRA in executing the flood forecast related project is different from that of the river management offices:

- The early mission of WRA is to help the river management offices to construct the flood forecast systems. After built, the systems are handed over to the belonging offices. Currently, since all the flood systems of the central management rivers have been built, WRA no longer takes the responsibility of system maintenance, but forces on promoting the techniques and integrating the flood forecast information obtained from the offices to do the overall flood prevention decisions during the typhoon periods. And it continue to develop the third generation ensemble flood forecast systems.
- The river management offices are responsible for the maintenance of their own flood forecast systems, such as updating the fundamental data and calibrating the parameters, and also, building the customized operating functions to the system and expanding the application territory according to their own needs, if necessary. During the typhoon periods, they are to report the flood forecast information to WRA.

Based on the existing achievements, this project is continuous to do the flood forecast data integration and to expand the application of the ensemble flood forecast system. There are mainly two goals of this project :

### A. Service

1. During typhoon period, to provide the designed rainfall forecast data to the river management offices to do the flood forecast in the needs of the disaster prevention

center, and to integrate the flood forecast information reported.

2. To maintain and add some new functions to the flood forecast data integration platform, including building the data display web pages, and constructing the automatic power point generation function.
3. Help to evaluate the functions of the various flood forecast systems for the different offices, and to formulate the united data transmission format to efficient the data integration and display.
4. To evaluate the time consuming of the ensemble rainfall forecast data transportation, and to develop a display tool to show the rainfall distributions for the products.

#### B. Application

1. To develop the ensemble flood forecast systems for the Daan and Bajhang rivers.
2. Help to manipulate the schedule for the transference of the ensemble flood forecast system built to their belonging offices. Keywords : volcanic geology, monitoring, geologic map, volcanic gas, hot spring, geothermal monitoring.

**Keywords : the ensemble flood forecast system 、rainfall-runoff model 、Block Kinematic Wave 、ensemble typhoon quantitative precipitation**

### 一、計畫緣起與工作項目

水利署防災中心為落實防洪減災的任務，致力於精進洪水預報技術，發展出「水利署洪水預報系統」(Distributed Runoff And Inundation Nowcast System，簡稱DRAINS系統)，期望能在水患發生前，透過降雨推估和逕流、洪水演算，提供水情資訊，並透過有效操作水庫閘門蓄減洪峰，對洪氾淹水潛勢地區發佈警報，緊急撤離民眾等應變措施，降低洪水災害的生命損失。

水利署洪水預報系統，已歷經第一代分散式、第二代機率式，乃至第三代為搭配各類系集降雨預報工具所進行洪水預報系統之持續研發與改進，對全臺中央管河川於颱風期間之水位變化趨勢，提供即時預報資訊。然，目前各河川局所建置之洪水預報系統，於前端使用者介面、各類運算模式，至後端資料庫等部分，尚未適切整合，至現階段尚無法即時彙整於同一展示平台以供更深入全面之加值應用，以因應整體決策支援之需求。本計畫工作項目如下：

1. 研發適用各類降雨預報資料之輸入介面
2. 持續強化增進系集洪水預報系統之功能模組，並進行成效分析
3. 蒐集調查各河川局洪水預報系統之重要功能模組，並適當分類綜整
4. 規劃一致水位預報格式與即時傳輸架構，以利後續實際應用
5. 依水利署防災中心彙整需求，協助於颱風時期彙整各河川局洪水預報預警資訊
6. 配合情資研判之需求，提供特定情境或設計降雨條件之河川水位預報
7. 更新維護洪水預報系統整合平台網頁建置
8. 建置可直接產製中央災害應變中心要求之簡報內容格式及使用者編輯頁面
9. 建置兩條中央管河川系集洪水預報系統
10. 規劃系集洪水預報系統落實河川局時程

## 二、因應各類系集降雨預報工具之輸入介面調整暨系統適配應用

針對目前已接收之各類降雨預報產品，開發一通用化展示工具，並且協助評估當多使用者同時分享降雨預報資源時伺服器之效能。

洪水預報系統降雨—逕流演算是以集水區平均降雨為逕流模式的輸入條件。集水區平均降雨的計算方式，一般是事先分析降雨模式有那些網格點的中心坐標是落在某集水區的範圍內，然後在進行演算時，將這些網格點雨量取平均得到集水區的平均雨量。由於各降雨模式的解析度與網格位置均不同，因此除必須要事先逐流域分析各模式網格點與集水區對應的關係外，並且應用時在輸入條件設定說明的某處紀錄是使用那種降雨產品，以令逕流模式可以正確判斷其應取用那組網格點對應關係檔案。一旦有新的、不同解析度的降雨產品納入系統時，整個分析過程必須要全部重來一次。

為讓整個系統易於維護、管理、與展示，本計畫中對於降雨產品的解析進行重大的變革，主要是調整各降雨資料的輸出格式、範圍、與命名方式，讓各降雨預報產品可以有統一的輸入介面。各降雨預報產品中，以QPESUMS網格有最高解析度，因此以QPESUMS網格為基準，將所有的降雨預報資料均輸出到QPESUMS的網格位置上，如此在分析應用時，降雨—逕流模式只需依據QPESUMS網格點與集水區的對應關係，即可計算得集水區的平均雨量或繪製雨量分布圖。

計畫中為提供水利署更好的服務，在不影響原系集洪水預報系統運作前提下，除供系集洪水預報系統的「降雨資料管理伺服器」(如圖1所示)外，本公司另架設一獨立降雨資料供應伺服器，網址為：<http://rfd-grid.manysplendid.com.tw>，如圖2所示，無償提供水利署其他使用者下載降雨預報資料。為確保此網站資料不因過多使用單位而影響傳輸速度，本計畫以正面表列的方式進行IP控管。使用單位需填報申請表，說明欲連線之IP、計畫名稱、與起訖時間等資訊，經水利署防災中心核可後方可開放連線。

資料下載速度主要是取決於伺服器端上行以及客戶端的頻寬，當伺服器同時有多人連線下載降雨資料時，會平分網路頻寬，可能會拖慢資料下載的速度，進而影響洪水預報系統的執行效能。本計畫測試下載41組12小時的系集降雨預報以及1組3小時的QPESUMS降雨預報資料，共計495個檔案所耗費的時間，測試結果顯示如表1所示。

為使防災人員在颱風期間瀏覽各降雨預報模式的預報資訊，並可事後用來評估各模式的表現。本計畫完成單機版及網路版降雨展示工具(如圖3、圖4所示)，供水利署防災中心內部參考使用。

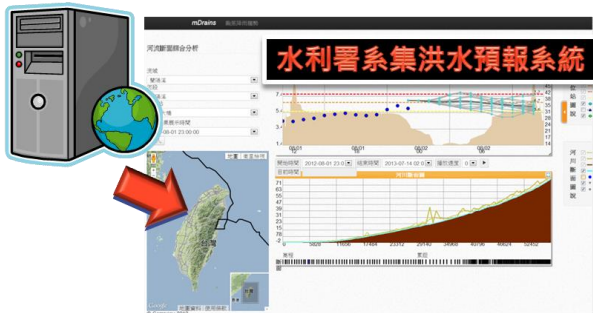


圖1 水利署系集洪水預報系統降雨伺服器



圖2 水利署降雨預報資料對外供應伺服器

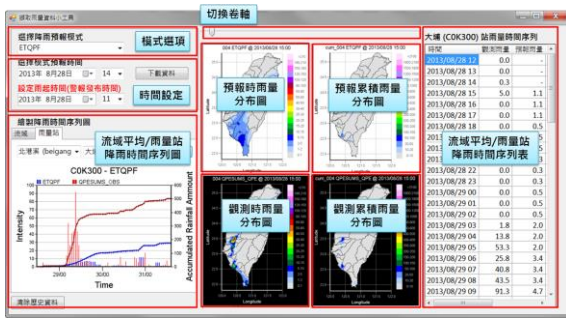


圖 3 單機版降雨預報展示介面

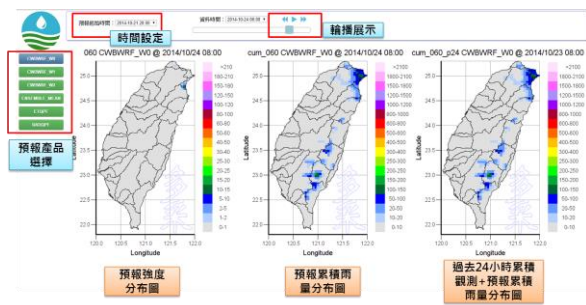


圖 4 降雨預報展示網頁

表1 降雨預報下載成效評估

項目	次數	第一次	第二次	第三次	第四次
伺服器上傳(Mb/s)		38.1	37.7	38.4	38.7
本機端下載(Mb/s)		9.6	9.7	9.6	9.6
耗時(s)		219	195	171	169
總平均耗時(s)		<b>188</b>			

### 三、各河川局洪水預報系統功能架構之盤點評析與資料傳輸格式之綜整統一

颱風期間，水利署防災中心會要求各河川局回報洪水預報的狀況，但礙於各河川局所使用之洪水預報系統的彈性度(例如系統是否可以因應防災中心的要求，即時調整預報時間長度、頻率、以及選用不同降雨預報條件)與輸出資料格式均不同，且各河川局上傳到資訊整合平台的檔案(Excel 檔案)，主要是記載流域水位站在某預報時間內是否有警戒狀況，因此原有洪水預報資訊整合平台展示只能呈現定性的預報結果。未來防災中心若欲要求各河川局回報定量預報水位與流量資訊，則必須先瞭解各洪水預報系統現況，確認系統功能以及其限制條件等，才能規劃後續彙整方案。

計劃期間內協助調查各河川局目前作業中之洪水預報系統的現況，確認系統功能以及系統的限制條件等，以供防災中心後續協助各河川局發展系統、研擬降雨預報資料自動化輸入外之雨量資料輸入方案、以及彙整定量河川洪水預報資訊供決策參考。本計畫共進行兩次問卷調查，調查內容如下所述。

第一次問卷調查內容包括：系統是否有網域限制、預報系統所使用的水文/水理模式種類以及其更新方法、降雨資料來源以及其解析度、預報頻率以及預報時間長度時間是否可以彈性調整、以及預報資料輸出格式等，摘錄成果如下所示：

- 各系統皆可即時更換不同來源降雨產品
- 預報頻率/時間除 REFOR 及 FEWS\_TAIWAN 需使用單機版及撰寫 SCRIPT 調整外，其餘皆可彈性調整
- 輸出水位流量除 DRAINS 及 FEWS\_TAIWAN 可輸出外，其餘需另行撰寫資料轉出程式
- XML 檔上傳至 FTP 目前各系統需另撰寫上傳程式或人工處理
- 水文模組四河局及六河局測預報系統無法進行抽換

第二次調查內容包括：各河川局洪水預報系統水文資料接收狀況及儲存方式、河

川洪水預報資訊 EXCEL 檔、簡報 POWERPOINT 檔及時間序列 XML 檔自動化上傳、各河川局洪水預報系統因應多來源降雨預報之即時洪水預報提供狀況、以及各河川局洪水預報展示系統網頁化等，摘錄成果如下所示：

- 各系統無自動上傳功能，將預計 104 年度完成半自動產製資訊及上傳功能
- 建議水利署能明確統一降雨預報格式，減少預報資料轉換處理時間
- 為因應多來源洪水預報之運算量，建議新增洪水預報伺服器
- 建議開發決策支援系統，解決預設情境外之其他不同影響來源
- 四、六、八河局測預報系統皆已完成網頁版建置

另外，為俾利未來彙整資訊順遂，對各河川局洪水預報系統輸出之資料類別及欄位格式，規劃一致水位預報格式與即時傳輸架構，為後續供洪水預報資訊整合平台暨應用查詢系統展示應之用。原有洪水預報資訊整合平台展示只能呈現定性的預報結果，本年度洪水預報資訊整合平台新增河川水位、流量預報時間序列功能，因此未來擬要求各河川局配合即時回報水位/流量預報數據。經 103 年 03 月 24 日第一次協商會議與各河川局研商制定傳輸資料種類、檔案格式、檔案命名方式、以及傳輸方式。執行期間，七月底舉行流域預報資料彙整測試，測試時間點為 103 年 07 月 23 日 13 時麥德姆颱風事件。各河川局利用預報降雨資料模擬河川水位與流量，確認是否皆可順利輸出 XML 檔案。各河川局均依約於七月底以 FTP 方式上傳 XML 檔案，交由本計畫彙整，藉以測試洪水預報整合平台網頁展示成效，測試結果各河川局所傳輸之資料格式均正確，且資料接收、解析、儲存與展示皆順利成功。

#### 四、颱風豪雨期間依水利署需求提供洪水預報系統之水位預報資訊

水利署防災中心為期能於颱風時期掌握各流域之水情，於颱風豪雨期間、水利署應變小組開設、且通知本計畫聯絡人後，由本計畫聯絡人負責聯繫各河川局，各河川局無論是否已開設，均須依照防災中心所規定之檔案格式，提供所屬轄區流域河川洪水水位預報結果，並由本計畫協助彙整、製作投影片，彙整流程(如圖 5、6 所示)。

此外，依過去實際彙整作業經驗，資訊彙整是一項耗費時間且耗費人力之項目。因此，本計畫為加速彙整作業時間並且著重於專業洪水預報研判資訊，從資料彙整至最後之信件發送，發展半自動化彙整流程機制。首先是以兩支 Python 程式進行資訊解讀，一為讀取各河川局上傳之 Excel 檔，並將各流域水位站水位預報警戒資訊匯入資料庫，另一為根據即時水位觀測資料，研判水位站過去 6 小時以及最新水位警戒狀態，並將警戒資訊匯入資料庫中；然後以兩支 C# 程式來進行簡報產製與彙整工作。其中，Python 程式是由工作排程自動執行，C# 程式則是由人工啟動。

計畫期間內，共有三場颱風事件協助水利署防災中心彙整，分別為哈吉貝颱風、麥德姆颱風、鳳凰颱風共進行 18 報各流域洪水預報彙整資訊，提供水利署防災中心防災人員研判決策。其中鳳凰颱風路徑飄移不定，依中央災害應變中心指揮官要求提供依中央氣象局三組不同 ETQPF 降雨預報產品演算之洪水預報，因此本計畫團隊短時間內告知各河川局，並且進行降雨預報資料背景程式、半自動化彙整機制修改，於規定時間即時完成彙整。由於颱風事件期間，防災中心會根據需求，要求計畫團隊即時

調整簡報內容與格式，因此為便於彙整人員調整內容，有關簡報檔及信件內容的設定資訊，例如展示預報時間區間設定、簡報內容是否需要針對單一時間區間瞭解其警戒鄉鎮等，是儲存於一支 XML 的設定檔裡，只要修改 XML 設定參數資料表，即可依水利署防災中心需求彈性調整展示之預報時間區間、套用各種範本以及特定區間之信件內容。本計畫亦依指示製作/提供特定情境或設計降雨條件資料予各河川局進行水位預報/模擬。

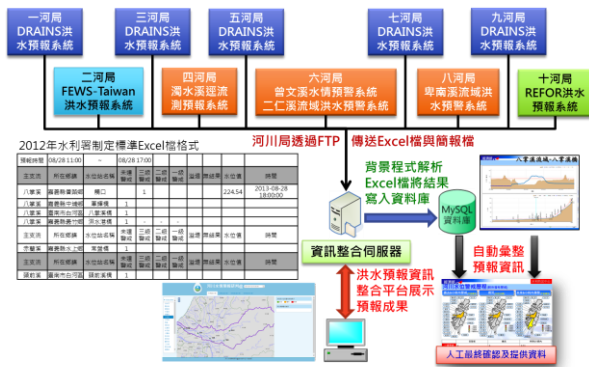


圖 5 半自動彙整流程機制

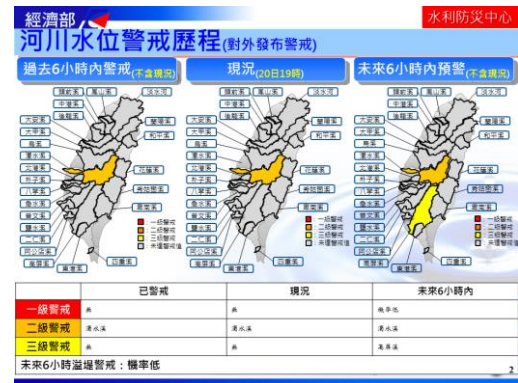


圖 6 彙整簡報

## 五、洪水預報資訊整合平台暨應用查詢系統之建置開發

為期能於飆洪時期有效彙整各河川局不同洪水預報系統之預報資訊，掌握各流域之水情，水利署防災中心於前期「系集降雨預報應用於洪水預報之研究」計畫中，已完成河川洪水預報警戒資訊 Excel 檔與簡報檔標準格式制定，以及資料彙整 FTP 站架設。飆洪期間，各河川局依規定於指定時間，製作 Excel 檔，透過 FTP 將檔案上傳至指定的資訊整合伺服器上。資訊整合伺服器內建的 Python 資料解析程式會定時主動查詢是否有最新傳入的檔案，解析 Excel 檔案內容，並將各河川流域警戒狀態資訊寫入 MySQL 資料庫中，供產製簡報檔，以及提供「洪水預報資訊整合平台」展示之用。

本計畫為加強平台資訊查詢，經由各次工作會議與水利署防災中心討論後新版的網頁架構後，在版面配置與配色上做大幅度的調整，除原有以不同色塊標示流域的警戒級數的功能外，洪水預報展示平台展示功能包括：預報資訊共分成三個頁籤分別為現況、未來 1-6、1-12、1-24 小時、地圖展示方式採用三層網頁展示方式，詳如圖 7~10 所示。開啟平台後，將主動載入水位預報最新一筆預報結果，而網頁上另可選擇過去三天預報時間或者鍵入指定預報時間點，並可展示定量水位預報時間序列的功能。

由於飆洪時間本計畫需要定時提供水利署防災中心河川洪水預報警戒資訊綜整簡報檔，其中包含提供水利署防災服務團隊彙整之「過去 6 小時河川警戒狀況、河川現況及未來 6 小時洪水預報警戒資訊」綜合簡報。為方便使用者取得各預報時段之簡報檔案，於整合平台伺服器端建置一支簡報檔自動產製程式。展示平台網頁主畫面右上角，點選「簡報下載」按鈕後，如圖 11 所示，會彈出供使用者選擇預報時間以及確認下載檔案的對話框，使用者選擇欲下載之檔案的時間，按下「下載」按鈕後，隨即啟動伺服器端簡報檔自動產製程式，並依簡報中之範本，於水位警戒資料庫中蒐集相關警戒資訊產生可下載簡報檔案供使用者下載。

建置使用者編輯頁面目的，為提供有權限的使用者可根據主觀判斷，修改流域水位站警戒級數定性預報結果。為責任釐清，其修改的資訊將儲存於預報結果資料庫，並且紀錄使用者的帳號與時間，供日後查詢，成果如圖 12 所示。

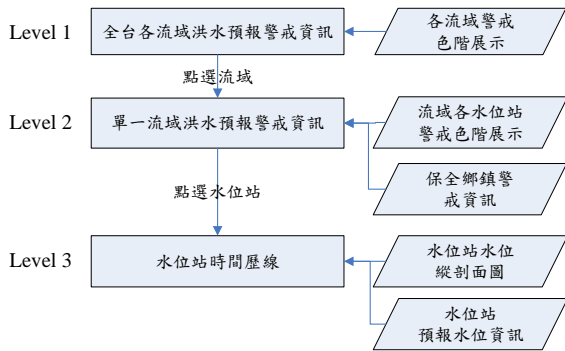


圖 7 洪水預報資訊整合平台三層式設計



圖 8 全臺流域警戒色階展示



圖 9 流域內警戒保全鄉鎮色階展示

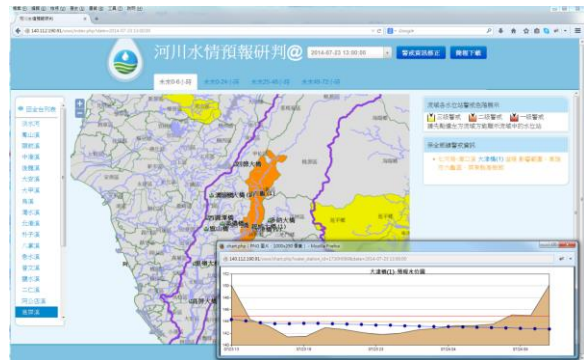


圖 10 水位站水位歷線圖



圖 11 河川洪水預報警戒資訊綜整簡報下載頁面



圖 12 流域水位站預報警戒級數編輯頁面



## 六、系集洪水預報運算模組於河川局洪水預報系統之落實應用

水利署系集洪水預報系統是由水利署防災中心所自行建置，為結合水文、水理模式與資訊技術的系統。洪水演算的程序是以系集降雨為輸入，潮位為河川下邊界條件，經由逕流模式、水庫模式、河川模式演算，得到河川系集洪水位模擬成果，其整體架構圖如圖13所示。

目前河川局作業中的洪水預報系統均是以單一降雨預報輸入為基準。使用單一降雨預報進行河川洪水演算，模擬結果只有超越或未超越警戒水位，非1即0的兩種預報結果，若降雨低估，則可能發生應預警而未預警的狀況。由於目前各種大氣模式有模式限制，因此氣象界衍生出系集天氣預報概念，其於模式中給予不同大氣擾動或者不同雲微物理狀況模擬出系集天氣預報，目的是為掌握模式預報的不確定性與對流統計特性。系集降雨預報可望有部分成員可模擬到接近真實降雨的狀況，應用到河川洪水演算，亦可預期有部分成員可模擬得接近真實河川的洪水位。若模擬結果顯示某水位站有多組模擬水位均超過警戒水位，則可推測未來該水位站水位超過警戒水位的機率高，應對該水位站發出預警。系集洪水預報相較於現有作業中的洪水預報是可以有更多的參考資訊，以機率來表現需要預警的程度，增加決策者之信心度，示意圖如圖14~16所示。

本年度計畫已完成新建三河局所轄管大安溪流域（如圖17所示）與五河局所轄管八掌溪流域系集洪水預報系統（如圖18所示）所示，選用此二流域的理由主因為三河局與五河局現階段洪水預報作業是採用水利署防災中心所開發的水利署DRAINS洪水預報系統，共通點如下所示：

- DRAINS 洪水預報系統與系集洪水預報系統儲存基礎地文資料與即時水文觀測資料的資料庫格式相同。
- DRAINS 洪水預報系統與系集洪水預報系統採用相同的 NEWC 河川模式。

因此建置此二流域的系集洪水預報系統，可向三河局與五河局直接索取大安溪與八掌溪最新且經整理過的基礎地文資料表直接匯入系統中，不需要重覆資料整理工作，亦不需要重新建置河川模式，可將資源應用在逕流模式建置、參數檢定、系統穩定測試與維護更新上，並且將來系統移轉會較順利。

然而，目前水利署各河川局的河川洪水預報系統各不同，十個河川局中有五個河川局：包括一、三、五、七、與九，是採用水利署DRAINS洪水預報系統，另五個河川局，則是各有不同的洪水預報系統。不同系統所採用的模式、架構、資料庫、以及展示系統均各不相同，因此不同系統是無法相融合的，此前提之下，欲將系集洪水預報系統落實應用至河川局，部分河川局將可能會有執行上的困難，整體規劃如圖19所示。整個議題可分兩方向考慮，若洪水預報系統採用DRAINS系統之河川局，系統可完全轉移，惟系統之軟硬體需進行升級；若洪水預報系統採用其他洪水預報系統，系集洪水預報系統移轉給河川局，則河川局則將需要負責維護管理兩套系統，執行上會較為困難。

為此，水利署防災中心於103年03月24日召開協商會議詢問各河川局建置系集洪水預報系統意願，並經由會議結論指示，若河川局有接手意願，待河川局進行硬體採購完成後，交請多采公司協助安裝系統及系統操作教育訓練，系統移轉時程估計如圖20所示。

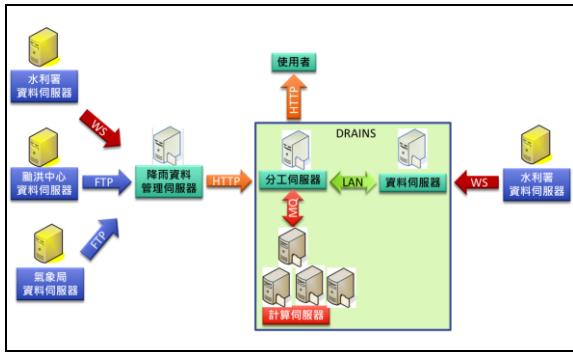


圖 13 系集洪水預報系統整體架構設計圖

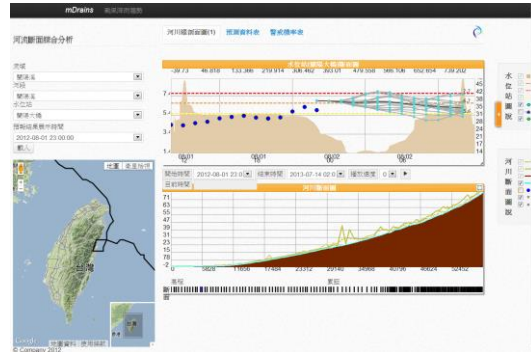


圖 14 系集河川洪水水位縱剖面網頁示意圖



圖 15 系集河川洪水水位預報警戒機率表

RAIN TYPE	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
AVERAGE	0.3	0.3	0.3	0.7	0.8	0.8	0.7	0.7	0.5	0.4	0.3	0.2	0.2
RADPT	0.3	0.3	0.3	0.5	0.3	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.6	0.4
TTFR_M01	0.3	0.3	0.3	0.5	0.3	0.1	0.1	0.3	0.3	0.2	0.1	0.4	0.1
TTFR_M02	0.3	0.3	0.3	0.5	0.3	0.0	0.0	0.0	0.2	0.1	0.1	0.3	0.3
TTFR_M03	0.3	0.3	0.3	0.5	0.3	0.0	0.0	0.1	0.3	0.1	0.1	0.3	0.3
TTFR_M04	0.3	0.3	0.3	0.4	0.2	0.3	0.5	0.5	0.5	0.3	0.2	0.4	0.3
TTFR_M05	0.3	0.3	0.3	0.8	0.8	0.7	0.7	0.9	0.7	0.7	0.7	0.8	0.7
TTFR_M06	0.3	0.3	0.3	0.7	0.9	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.3	0.3	0.3
TTFR_M07	0.3	0.3	0.3	0.5	0.3	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
TTFR_M08	0.3	0.3	0.3	0.7	0.9	0.3	0.3	0.4	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
TTFR_M09	0.3	0.3	0.3	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.3	0.5	0.4	0.1	0.1
TTFR_M10	0.3	0.3	0.3	0.2	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
TTFR_M11	0.3	0.3	0.3	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.5	0.1	0.3	0.3	0.4
TTFR_M12	0.3	0.3	0.3	0.8	0.8	0.8	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4	0.1	0.1
TTFR_M13	0.3	0.3	0.3	0.2	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
TTFR_M14	0.3	0.3	0.3	0.2	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
TTFR_M15	0.3	0.3	0.3	0.2	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
TTFR_M16	0.3	0.3	0.3	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.5	0.1	0.3	0.3	0.4
TTFR_M17	0.3	0.3	0.3	0.8	0.8	0.8	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4	0.1	0.1
TTFR_M18	0.3	0.3	0.3	0.6	0.6	0.7	0.7	0.6	0.6	0.5	0.3	0.3	0.3
TTFR_M19	0.3	0.3	0.3	0.5	0.4	0.4	0.3	0.4	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3
TTFR_M21	0.3	0.3	0.3	0.5	0.3	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.3	0.3	0.3

圖 16 系集河川洪水水位預報警戒資料表



圖 17 大安溪系集洪水預報成果展示網頁



圖 18 八掌溪系集洪水預報成果展示網頁

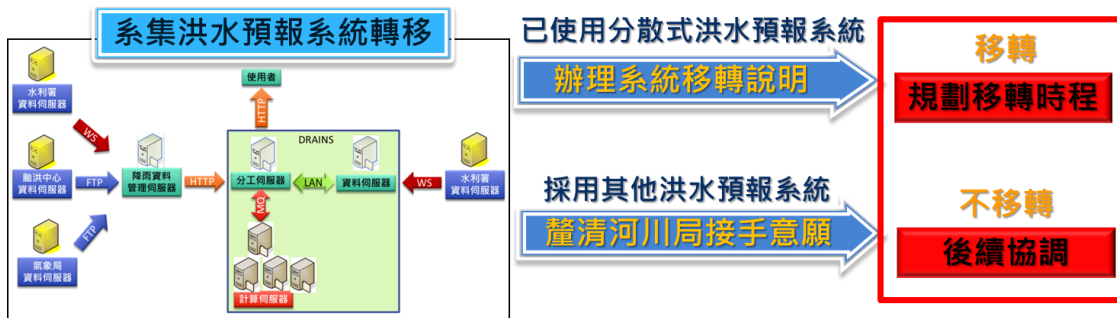


圖 19 系集洪水預報系統移轉作業規劃

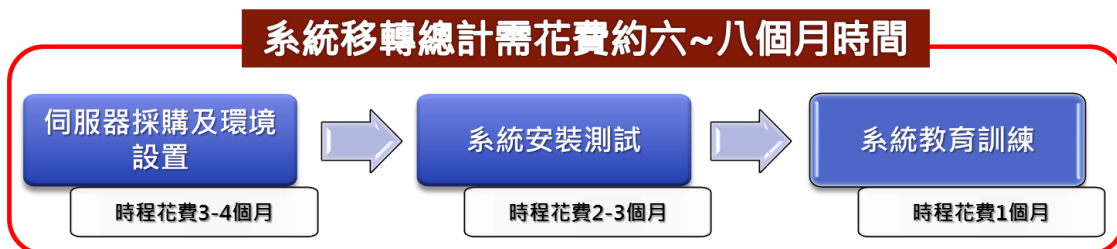


圖 20 系集洪水預報系統移轉時程估計

## 七、成果彙整

水利署系集洪水預報系統及洪水預報整合平台可於水患發生前，透過降雨推估和逕流、洪水演算，有效操作水庫閘門蓄減洪峰，並對洪氾淹水潛勢地區發佈警報，緊急撤離民眾，降低洪水災害的生命損失。

本計畫期間使用中央氣象局、國家災害防救科技中心與臺灣颱風洪水研究中心等單位之系集降雨預報產品，為讓整個系統易於維護、管理、與展示，調整各降雨資料輸出格式、範圍、與命名方式，使各降雨預報產品可以有統一的輸入介面。除完成網頁版及單機版降雨預報展示介面以及即時繪製自訂降雨網頁外，本團隊無償提供各氣象單位降雨預報資料供水利署其他使用者下載使用。

原洪水預報整合展示平台只能呈現定性警戒資訊，水利署防災中心若要求各河川局回報定量水位與流量資訊，則必須先瞭解各洪水預報系統現況，確認系統功能以及其限制條件等，才能規劃後續彙整方案，計畫執行期間進行洪水預報系統現狀重要功能問卷調查。另外，因鳳凰颱風期間中央災害應變中心要求水利署依中央氣象局三組不同颱風系集定量降雨預報產品演算之洪水預報結果，然部分河川局恐因其系統限制，無法以此進行即時模擬及河川水位預報，因此進行洪水預報系統應變調查。

103年度協助水利署彙整各河川洪水預報成果，執行期間水利署防災中心會根據需求請計畫團隊即時調整，期間內總計共進行七次修改。此外，依過去實際彙整作業經驗，資訊彙整是一項耗費時間且耗費人力之項目，因此為加速彙整作業時間並且著重於專業洪水預報研判資訊，發展半自動化彙整流程機制。依此機制期間內完成哈吉貝颱風、麥德姆颱風、鳳凰颱風等三場颱風事件彙整服務，總計提供18次簡報服務。於鳳凰颱風期間中央災害應變中心要求水利署依中央氣象局三組不同颱風系集定量降雨預報產品演算之洪水預報結果，因此本計畫團隊自接到通知至寄送彙整簡報應變處置上，除通知各河川局修改EXCEL、XML檔案上傳名稱外，進行修改各項半自動化彙整機制及降雨彙整網頁，總計共花費四小時完成。

本計畫持續使用系集降雨預報產品，配合計算效率高、可長期模擬之降雨-逕流演算模組，進行系集洪水預報系統演算。執行期間共建置完成大安溪、八掌溪兩條中央管河川系集洪水預報系統，並且完成參數檢定及上線全時運作，以序率預報取代定率的河川洪水水位預報結果，提供相關單位作為判定是否應採取防災措施的基準。水利署致力推行系集洪水預報移轉各河川局，並3月24日協商會議中詢問各河川局建置系集洪水預報系統之意願，並由會議中指示待河川局進行硬體採購後，交請本計畫工作團隊依移轉時程協助安裝系統以及系統操作教育訓練。

## 八、未來建議

### (一) 後續維護服務團隊

- 協助將降雨預報資料管理與供應伺服器相關程式移植至水利署伺服器，並於颱風時間即時協助接收與解析多源降雨或情境模擬預報資料(統一資料格式)，以利各河川局接收與應用。

- 維護更新河川洪水預報資訊整合平台背景程式，始可整合多源降雨之河川水位預報資訊，並增進第三層圖例標示，以資明晰。
- 洪水預報資訊整合平台功能為本計畫研發主軸之一，建議未來持續朝使用者操作便利及資訊快速提供之方向精進，包括增進系統平台介面資訊呈現速度以及改善洪水預報歷史資訊查詢介面。
- 維護更新降雨預報伺服器，提供雨量站降雨預報時間序列資料，以利內水淹水預報應用。
- 由於氣象局數值預報系統持續發展，每年 QPF 產品可能會變化，希望未來執行團隊能密切注意氣象局相關發展情形。
- 由於降雨預報資料多元，不同系統、不同模式，即使是系集預報系統，每一個成員之預報有時差異也大，如何輸進穩定可靠之降雨預報資訊，以提昇洪水預報或河川水位預報之正確性，因此建議考量降雨預報之校驗以及不確定性之風險評估。
- 建議對於 QPESUMS 產品進行校驗評估，並可能須納入統計預報技術。
- 加強系集洪水預報成效推廣與教育訓練，增進河川局接手系集洪水預報系統意願。
- 由於河川參數檢定以人工試誤方式似顯粗略，建議利用參數最佳化手法選擇出最佳值。

## (二) 水利署防災中心

- 建議各河川局於 104 年度汛期前完成 EXCEL 檔案、簡報檔案、以及河川水位時間序列 XML 檔案半自動化上傳機制建置。
- 建議各河川局因應多降雨來源或情境模擬降雨之洪水預報之需求，開發決策支援系統。
- 建議水利署防災中心能在年底或隔年初協調各河川局與署裡相關使用 QPF 的協力團隊一起分享應用結果與檢討，並請氣象局參與，協助說明 QPF 產品的特性、校驗與未來發展。

## 參考文獻

1. 102年度三河局轄區洪水預警及防汛整合作業，民國102年。
2. 102年度五河局轄區洪水預警及防汛整合作業，民國102年。
3. 王時鼎，臺灣颱風降雨特性即其預報研究(一)，行政院國家科學委員會災防科技研究報告72-13號，民國72年。
4. 水文模式與分散式洪水預報系統整合應用計畫(1/3)~(3/3)，經濟部水利署，民國96年~民國99年。
5. 系集降雨預報應用於洪水預報之研究(1/2)~(2/2)，經濟部水利署，民國101年~民國102年。
6. 洪水預報與減災應變格網建置計畫(1/2)~(2/2)，經濟部水利署，民國94年~民國95年。

7. 蔡孝忠，颱風定量降雨氣候預報模式之研究，碩士論文，國立臺灣大學土木工程學研究所，民國89年。
8. 機率式洪水預報系統之研發(1/2)~(2/2)，經濟部水利署，民國99~民國100年。