

流域防災資訊整合之研究 (2/2)

Study of the integrated information system for watershed disaster prevention (2/2)

主管單位：經濟部水利署水利防災中心

蘇騰鎰¹

虞國興¹

江孟容¹

Su, Tung-Hung¹

Yu, Gwo-hsing¹

Jiang, Men-Rong¹

¹淡江大學水資源管理與政策研究中心

摘要

本計畫「流域防災資訊整合之研究」主要工作項目分為兩大部分，一為流域防災資訊整合系統維護與擴充，二為水庫水情快速推估之研究。

流域防災資訊整合系統工作內容，包括流域防災資訊整合系統桌機版及 iPad 版之維護、檢討、強化及擴充，與防災應變備援資料庫之建置與維護。本計畫整合水利署及其它防災相關單位(包括：中央氣象局、交通部公路總局、農委會水土保持局等)之氣象資訊、水情資訊、警戒資訊、災情現況與防汛整備資訊等各項防災訊息，並將其備份至本計畫所建置之防災應變備援資料庫中。流域防災資訊整合系統所提供使用之對象為水利署及水利署所屬單位，各單位之防災應變決策者，如署(副)長、總(副)工程司、局(副)長等。本計畫於系統中針對防災應變決策者(指揮官)之需求，共開發出氣象、水情、易致災區、防汛整備、災情現況等五個輔助決策模組，其內容可供決策者於防災應變時期使用。另外，流域防災資訊整合系統已開發桌機版及 iPad 版二種版本，系統上亦提供系統操作使用說明、分析研判簡報等文件供決策者參考。

透過流域防災資訊整合系統之輔助，決策者可以進行防災應變決策之說明如下：

1. 決策者可利用氣象模組獲得颱風可能路徑、颱風動態資訊、歷史颱風比對等相關資訊供颱風未來可能降雨或可能發生災情評估的參考資訊。
2. 決策者可利用水情模組獲得可能淹水地區、河川水位資訊、水庫水位高低與是否溢流或洩洪、主要河川水位警戒標準，以及各河口滿潮時間及可能達到的最大潮位(用來分析是否會造成排水不易、甚至發生海水倒灌現象)等資訊，分析研判影響各地淹水的可能性。
3. 決策者可利用易致災模組分析結果，掌握易致災區域析發生水災、土石流、道路及橋梁斷落等高脆弱度之區域。
4. 決策者可利用防汛整備模組獲得移動式抽水機、抽水站、滯洪池、防汛備料等各項防汛器材之資料，供決策者進行預防性疏散撤離工作之整備。
5. 決策者可利用災情現況模組獲得水災災情、水利設施損壞現況、陸橋封阻及道路災情資訊，可供決策者進行災中機具、人員調度與疏散撤離工作之參考。

水庫水情快速推估之研究，主要目的為針對全台六大重要水庫(翡翠、石門、鯉魚潭、曾文、阿公店及牡丹水庫)進行豐枯水期之總入流量推估，本計畫建置一套水庫上

游集水區之總降雨量與水庫總入流量快速推估公式，豐水期逕流係數之計算條件為需採用水庫上游集水區累積雨量達 130 mm 之事件進行推估，枯水期逕流係數計算條件則是累積開始降雨(第一天雨量需大於 10 mm)至後 30 日之雨量進行推估，並利用歷史颱風豪雨事件及歷史枯旱事件進行檢定及驗證。

於 103 年度在麥德姆及鳳凰颱風期間實際應用本計畫所研究之水庫水情快速推估公式進行檢定驗證，驗證結果顯示，於麥德姆及鳳凰颱風期間，共計有石門、翡翠水庫及牡丹水庫颱風事件累積雨量達 130 mm，可進行水庫水情快速推估，其推估總入流量與實際入流量比較結果尚屬合理。且於枯水期間，驗證曾文水庫總入流量與實際入流量之關係，其比較結果亦落在合理範圍內。

關鍵詞：流域防災、水庫水情快速推估、輔助決策

Abstract

The Study of the integrated information system for watershed disaster prevention, including the establishing the integrated information system and inflow quick estimation of the reservoir.

The purpose of the project are including the system maintain, and the inflow quick estimation. During the Flood and dry season, it can be used to estimate inflow of the reservoir for typhoon period. Flood databases, such as Central Geological Survey, Soil and Water Conservation Bureau Council of Agriculture, Water Resources Agency, Forestry Bureau, Directorate General of Highways, and Central Weather Bureau, are backup in this system.

We have finished the models such us meteorology, warn, water-level, reservoir, water pump and flood prevention, and receive and backup the water information. The added data, by the web service model, will be provided to this system. Using the GIS, the watershed disaster information will be show on the system and be provided to the user. The system operation manual, and system test report, and full paper for conference and the River Management Chief interview record are all listed in the project.

We study the Shihmen Reservoir, Feitsui reservoir, Tseng-Wen Reservoir, Liyutan Reservoir, Agongdian Reservoir and Mu-Dan Reservoir quick inflow estimation. By the rainfall station and reservoir record, from Water Resources Office, six reservoirs rainfall-inflow are studied. The study of the rainfall and inflow quick estimation about reservoir is finished. The high flow period and low flow period runoff coefficient are finished. We not only have used the quick estimation to the inflow of the six reservoir, during the Typhoon Matmo and Typhoon Fung-wong, but Zengwun Reservoir during dry season. During the Typhoon Matmo and Typhoon Fung-wong, the rainfall of the Shihmen Reservoir, and Mu-Dan reservoir are over 130 mm. The quick estimated inflow are as good as the real dates in those simulate reservoir.

Keywords : River Basin Disaster, Rainfall and Inflow Quick Estimation, Decision Support

一、前言

全球氣候變遷跡象日益顯著，台灣降雨型態日趨改變，極端降雨事件頻繁，颱風與豪雨發生的頻率及強度持續增加，以往防洪系統的防護標準，將因降雨強度增加而相對降低，將大幅提高洪澇災害發生的機率與範圍，台灣未來無可避免的將面臨嚴峻的暴雨及日益頻繁之大規模複合型災害。面對極端氣候的挑戰，防救災之思維與策略均需有所調整，以因應氣候變遷對水利業務之衝擊。

鑑於防災資訊之多元化、即時性與資源分散整合的需求，期透過本計畫執行，以流域管理考量，整合防災資訊，並透過地理資訊平台，充份掌握颱風豪雨期間流域系統內之各種警戒及災害資訊，進而提供本署防災應變期間決策者相關決策資源；另外，藉由水庫集水區降雨特性分析進行水庫入流量快速推估研究，研究結果進而提供決策者於防汛應變期間水庫防洪操作之參考。

二、流域防災資訊系統資料加值及建置

「流域防災資訊整合系統」介接之即時資訊包含水利署、中央氣象局、水土保持局、公路總局等單位所提供之水情、氣象、公路、土石流等氣象及颱風資訊。並持續更新流域防災資訊相關圖資、彙整系統已蒐集建置之基本圖層及防災相關資訊，共計73項防災資訊。

三、系統輔助決策模組功能建置

流域防災資訊整合系統畫面如圖1所示，供各項功能查詢與畫面展示，另外，各輔助決策模組功能建置，已完成氣象、水情、災情現況、易致災區以及防汛整備等五大模組，各項系統模組架構如圖2，各模組說明如后。

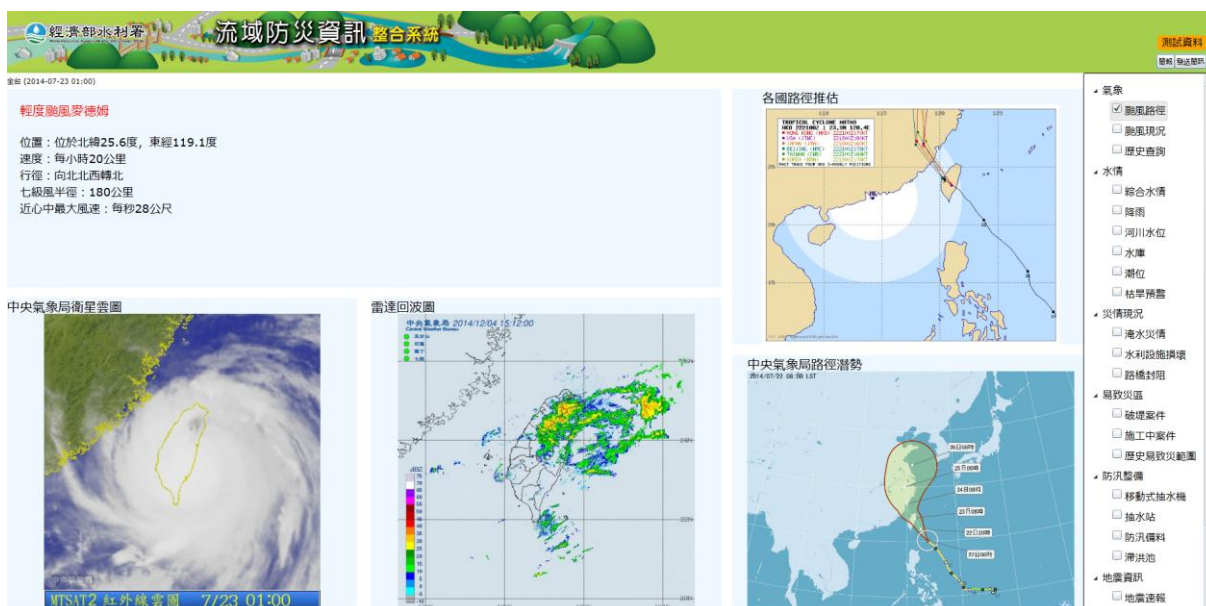


圖 1 流域防災資訊整合系統畫面-颱風路徑

流域防災資訊整合系統

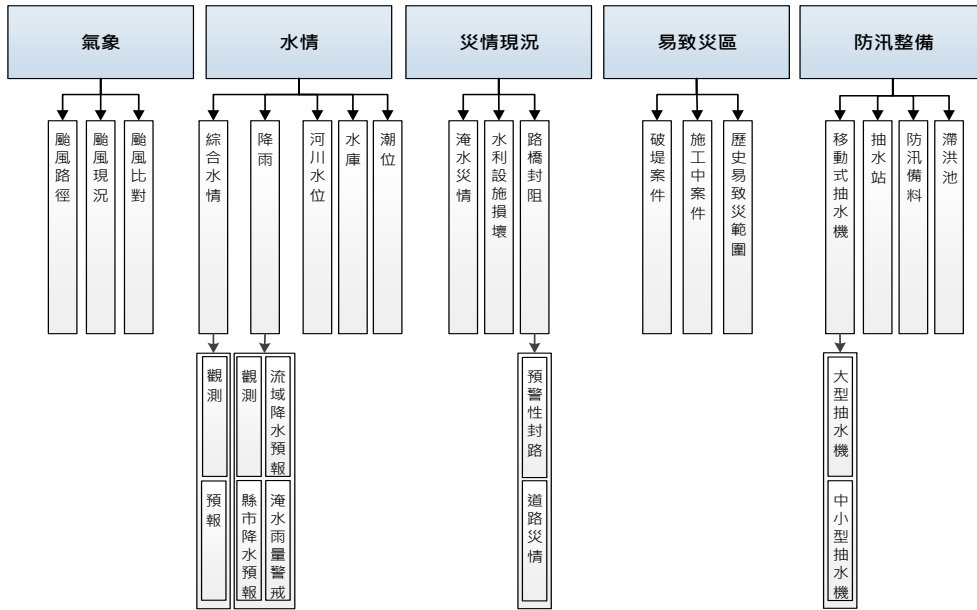


圖 2 流域防災資訊整合系統模組

3.1 氣象資訊模組

氣象資訊模組共計開發颱風路徑、颱風現況以及歷史比對3個子模組，各模組說明如下。

(1) 颱風路徑

內容包含颱風基本資訊說明、颱風路徑圖、路徑潛勢及衛星雲圖，供決策者瞭解颱風的位置及可能侵襲的時間與範圍。

(2) 颱風現況

內容包含颱風路徑及暴風圈範圍圖，與事件累積雨量、小時累積雨量等雨量相關訊息。

(3) 颱風比對

內容包含比對原則與相似的歷史個案，提供路徑比對、衛星雲圖、歷史降雨情況等資訊。

3.2 水情資訊模組

水情資訊模組包括綜合水情、降雨、河川水位、水庫、潮位及CCTV，計6個子模組，各模組說明如后。

(1) 綜合水情

內容包含綜合測站檢視、觀測與預報3部分，在圖台套疊各警戒測站呈現測站位置，並以tip顯示警戒測站之資訊，配合表單呈現各流域綜合水情現況與未來12小時內水情之情形。

(2) 降雨

包含觀測降雨、縣市降水預報、流域降水預報與淹水雨量警戒。

觀測降雨

包含小時累積雨量及日累積雨量，分別以測站及流域進行排序，以圖配表之方式呈現。

降水預報

包含縣市定量降水預報與各流域24小時預測雨量，以圖配表之方式呈現。

淹水雨量警戒

包含過去、現在、未來淹水雨量警戒的情況，底圖上以警戒測站套疊警戒區域呈現，並配合表單文字說明。

(3) 河川水位

包含過去、現在、未來河川水位警戒的情況，底圖上以警戒測站套疊警戒區域呈現，並配合表單文字說明。

(4) 水庫

包含水庫現況與水庫集水區上游雨量站推估雨量，以圖配表單說明呈現。

(5) 潮位

包含即時潮位、預報潮位及其上游水庫、河川水位警戒現況，以圖配合表單文字說明之。

(6) CCTV

呈現內容為本系統介接水利署之CCTV資料，顯示CCTV監控。

3.3 災情現況模組

災害現況模組包括淹水災情、水利設施損壞及路橋封阻3個子模組，各模組說明如后。

(1) 淹水災情

內容包含已退水和未退水的淹水災情，並套疊未來的推估雨量圖，供決策者同時查看。

(2) 水利設施損壞

內容包含已搶修險和未搶修險的水利設施損壞，並套疊未來的推估雨量圖，供決策者同時查看。

(6) 路橋封阻

內容包含預警性封路與道路災情，自動套疊道路圖供決策者查看，並配合表單呈現較詳細災點之資訊。

3.4 易致災區模組

易致災區包含破堤案件、施工中案件與歷史易致災範圍等3個子模組，各模組說明如后。

(1) 破堤案件

內容為各河川局轄區內破堤案件統計資料，並套疊未來的推估雨量圖，供決策者查看。

(2) 施工中案件

內容為統計各縣市區域範圍內施工中案件數量，並套疊未來的推估雨量圖，供決策者查看。

(3) 歷史易致災範圍

內容為90年至102年歷史淹水位置或易致災範圍，分別套疊未來六小時內最嚴重之淹水雨量警戒與河川水位警戒情形，供決策者查看。

3.5 防汛整備模組

防汛整備包含移動式抽水機、抽水站、防汛備料與滯洪池4個子模組，各模組說明如后。

(1) 移動式抽水機

內容分為移動式大型抽水機與中小型抽水機，移動式大型抽水機包含點位資訊與統計資料，中小型抽水機則展示統計資料。分別以河川局和縣市所屬之數量呈現於圖上，。

(2) 抽水站

內容包含抽水站點位資訊與各縣市所轄之抽水站統計資料，以圖配合表單呈現之。

(3) 防汛備料

內容包含防汛塊、太空袋、PC樁、砂包、蛇籠、塊石與擋水板之統計資料，目前無法取得點位資訊，僅以統計表單方式呈現。

(4) 滯洪池

內容包含滯洪池點位資訊及基本資料，以圖配合表單呈現之。

四、整合及新建流域防災資訊整合系統 iPad 版

流域防災資訊整合系統」iPad版，內容為桌機版之簡化，透過iPad版系統平台，可將各項警戒資訊利用圖片及表格之方式呈現，以利決策者隨時掌握防災資訊，iPad系統呈現畫面如圖3及圖4所示。



圖 3 流域防災資訊整合系統 iPad 版系統畫面



圖 4 流域防災資訊整合系統 iPad 版-綜合水情-觀測

五、水庫水情快速推估之研究

水庫水情快速推估之研究是指利用水庫上游集水區降雨量及水庫入流量之關係，透過水庫逕流係數之研究，建立各水庫集水區降雨與入流量之關係，以掌握颱風豪雨時期，水庫總入流量情況。本研究範圍包含翡翠、石門、鯉魚潭、曾文、阿公店及牡丹水庫等六大水庫。

5.1 水庫集水區降雨與水庫入流量(或水庫水位)關係之建立

5.1.1 水庫集水區水文、地文資料蒐集

本研究蒐集北區、中區、南區水資源局與臺北翡翠水庫管理局之水庫上游集水區雨量站及水庫入流量資料，水庫集水區雨量站權重如表1所示。

表 1 水庫集水區雨量站權重

水庫	計算方式	站名	權重
翡翠水庫(6)	徐昇式法	翡翠	0.09
		碧湖(四堵)	0.19
		九芎根	0.08
		十三股	0.20
		坪林	0.24
		太平	0.21
石門水庫(10)	徐昇式法	石門	0.04
		巴陵	0.07
		高義	0.09
		嘎拉賀	0.10
		霞雲	0.17
		玉峰	0.09
		新白石	0.12
		鎮西堡	0.13
		西丘斯山	0.14
鯉魚潭水庫(3)	徐昇式法	池端	0.04
		新開	0.05
		景山	0.47
曾文水庫(9)	徐昇式法	鯉魚潭	0.48
		曾文新村	0.01
		里佳	0.11
		水山	0.12
		樂野	0.20
		馬頭山	0.14
		三角南山	0.17
		龍美	0.09
		大棟山	0.09
表湖	0.07		
阿公店水庫(1)	算術平均	竹仔腳	1.00
牡丹水庫(2)	算術平均	汝仍	0.50
		牡丹	0.50

資料來源:經濟部水利署北區、中區、南區水資源局、臺北翡翠水庫管理局

本研究計算水庫集水區平均降雨量之方法，係採用各水資源局與管理局所提供之雨量站權重，並利用算術平均法或徐昇式法計算各水庫集水區之平均降雨量，進行水庫上游集水區豐、枯水期平均降雨量之分析。本研究蒐集水庫相關地文資料，茲將各水庫地文資料如表2所示

表 2 水庫地文因子

水庫名稱	所屬河川	出口點位置(TM67)		高程(km)	面積(km ²)	主流長度(km)	平均坡度
		X	Y				
翡翠	北勢溪	307680	2756040	74.0	303.1	53.73	1.097×10 ⁻²
石門	大漢溪	274120	2745080	235.0	763.4	102.23	2.731×10 ⁻²
鯉魚潭	景山溪	227281	2693266	212.0	53.5	19.06	1.229×10 ⁻²
曾文	大埔溪	201812	2572222	219.0	481.0	63.26	1.989×10 ⁻²
阿公店	阿公店溪	182080	2523840	34.0	31.9	9.35	1.605×10 ⁻³
牡丹	四重溪	226720	2448360	86.0	69.2	17.45	1.492×10 ⁻²

5.1.2 水庫集水區逕流係數推估研究

為快速掌握水庫集水區降雨量與入流量之情形，本研究進行水庫集水區逕流係數推估研究，一般來說集水區內總逕流量之推估，可採用逕流係數進行推估，本研究利用水庫入流量與水庫集水區內平均雨量之關係進行水庫集水區逕流係數推估。水庫集水區枯水期逕流係數計算，採用水庫集水區日雨量未達10 mm視為不降雨，且連續10天不降雨後第一場總降雨及總入流量進行推估，；豐水期逕流係數之計算則採用24小時累積雨量達130 mm以上進行推估。本研究逕流係數之計算方式，利用各水資源局提供實測總降雨量(P)及實測總入流量(Q)及上游集水區面積，利用逕流係數公式(1)求得水庫集水區之豐枯水期逕流係數。

$$C_i = \frac{Q}{PA} = \frac{q}{P} \quad (1)$$

由上述方法可得全台六大水庫豐、枯水期平均逕流係數，研究結果顯示，六大水庫集水區豐水期平均逕流係數介於0.6~0.9，六大水庫枯水期平均逕流係數皆未超過0.3~0.6，詳見表3。

表 3 水庫豐枯水期平均逕流係數

水庫名稱	平均逕流係數			
	豐水期	標準偏差	枯水期	標準偏差
翡翠水庫	0.82	0.11	0.59	0.04
石門水庫	0.67	0.07	0.48	0.11
鯉魚潭水庫	0.81	0.14	0.34	0.12
曾文水庫	0.87	0.14	0.30	0.16
阿公店水庫	0.73	0.14	0.40	0.16
牡丹水庫	0.72	0.23	0.39	0.17

5.1.3 集水區降雨與水庫入流量推估模式建立

本研究利用前項研究分析結果，則可建立石門水庫、翡翠水庫、鯉魚潭水庫、曾文水庫、阿公店水庫及牡丹水庫之豐枯水期降雨與水庫入流量模式，如表4所示，未來若

已知水庫上游集水區平均降雨量，則可利用上述公式推估各水庫總入流量。

表 4 集水區降雨與水庫入流量推估公式

水庫名稱	入流量推估公式	
	豐水期	枯水期
翡翠水庫	$q_a=0.82 P$	$q_a=0.59 P$
石門水庫	$q_a=0.67 P$	$q_a=0.48 P$
鯉魚潭水庫	$q_a=0.81 P$	$q_a=0.34 P$
曾文水庫	$q_a=0.87P$	$q_a=0.30 P$
阿公店水庫	$q_a=0.73 P$	$q_a=0.40 P$
牡丹水庫	$q_a=0.72 P$	$q_a=0.39 P$

註:入流量(q_a)與降雨量(P)單位為毫米(mm)

5.2 前項水庫集水區降雨與水庫入流量關係之應用與檢討

5.2.1 提供不同前項推估方法，比較檢討推估結果(以石門水庫為例)

提供與前項研究不同單位面積推估總入流量，假設逕流係數為多項函數關係式如公式(3)，並於後續章節探討各模式之優劣。

$$\frac{q}{P} = F(P) \quad (2)$$

- (1) 迴歸逕流係數法推估總入流量(q_R)：因前述假設逕流係數平均值為常數值，本研究另假設逕流係數為一函數關係式，研究 q/P 與 P 之關係，其結果顯示兩者關係呈現線性正向相關。
- (2) HEC-HMS模式法推估入流量(q_H)：由於平均逕流係數法與迴歸逕流係數法只能推估颱風豪雨事件的總入流量，但無法瞭解流量的歷程變化，故本研究利用HEC-HMS進行模擬入流量及流量歷程。

石門水庫快速推估入流量方程式呈現如表5所示，分別以平均逕流係數法、迴歸逕流係數法及HEC-HMS模式法，利用颱風豪雨場次之水庫集水區總降雨量($P \geq 130 \text{ mm}$)代入方程式內，計算各場次之水庫單位面積推估總入流量並與單位面積實測總入流量進行比較探討。

表 5 石門水庫各模式之入流量快速推估公式

推估方法	推估公式
平均逕流係數法	$q_a = 0.67P$
迴歸逕流係數法	$q_R = (0.0003P + 0.5583)P$
HEC-HMS 模式法	$q_H = \sum_{i=1}^K q_i$

5.2.2 颱風豪雨期間實際應用，檢討驗證各水庫入流量推估成果

(1) 豐水期

本研究期間經歷兩場颱風(麥德姆、鳳凰)，根據中央氣象局之颱風海上警報發布時，本計畫使用QPF預報降雨量資料，利用其資料檢驗於颱風豪雨事件發生時，水庫水情快速推估公式之適用性，計算結果詳見表6。

表 6 六大水庫於颱風事件時之推估入流量驗證

颱風事件	水庫名稱	颱風海警發布(QPF 預報)	
		48 小時累積雨量 P(mm)	推估總入流量 (10^4m^3)
麥德姆颱風	翡翠水庫	139.00	3,455
	石門水庫	262.00	13,401
鳳凰颱風	牡丹水庫	265.90	1,324

將麥德姆颱風及鳳凰颱風事件之實測總入流量及推估總入流量加入歷史颱風檢定事件，可以發現其流量誤差百分比仍落在歷史事件最大誤差範圍中，證明本計畫入流量快速推估公式可以合理的反應水庫之總入流量，颱風豪雨事件比較結果如圖5~圖7所示。結果顯示當水庫集水區降雨量達130 mm以上時，利用本計畫之水庫入流量快速推估公式對水庫入流量進行推估是一可行的方式。

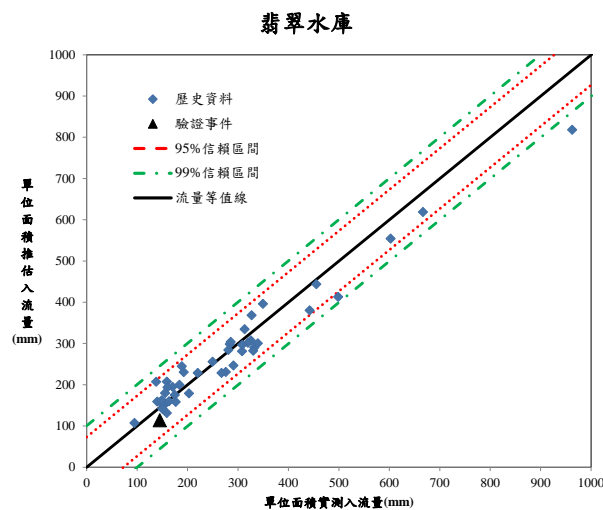


圖 5 翡翠水庫入流量實測與推估比較

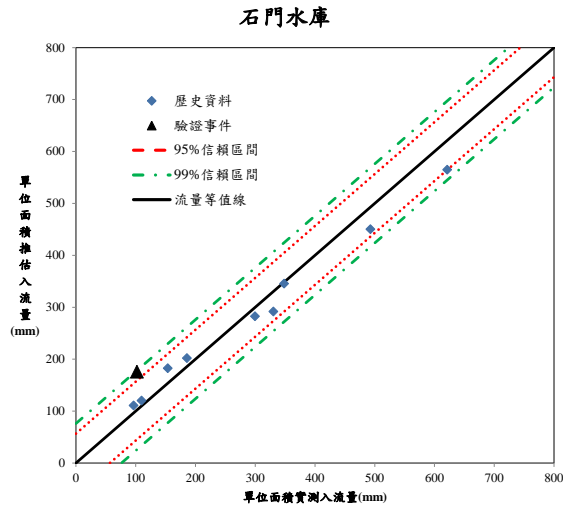


圖 6 石門水庫入流量實測與推估比較

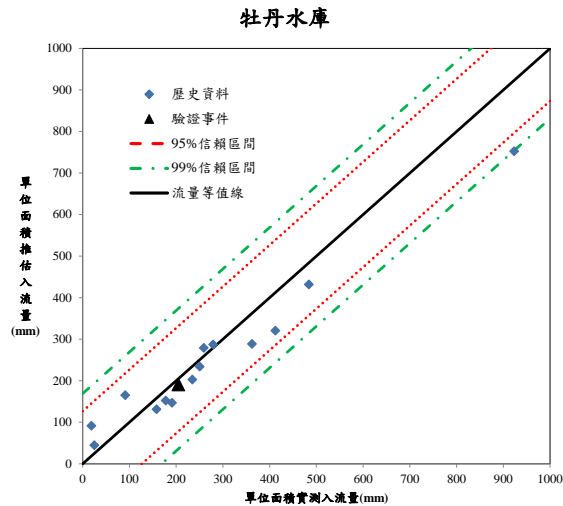


圖 7 牡丹水庫入流量實測與推估比較

本計畫目前提供三種水庫入流量推估方式，其中以迴歸逕流係數法推估入流量之結果與實測值最相近，但計算方式較為複雜；其次為平均逕流係數法，而平均逕流係數法計算方式精簡且方便，符合入流量快速推估之目的。另外，公式驗證採用2014年麥德姆、鳳凰颱風海上警報發布時，以QPF預報48小時累積雨量進行平均逕流係數法推估入流量，推估結果落入95%容許誤差範圍內。

(2) 枯水期

103年度本計畫於枯水期間實際應用曾文水庫枯水期事件作入流量快速推估公式之驗證，其結果詳見表7。

表 7 103 年度曾文水庫枯水期事件

分析開始時間	分析結束時間	不降雨日數	水庫集水區總降雨量 P(mm)	單位面積實測總入流量 q(mm)	單位面積推估總入流量 q(mm)	誤差 (%)
2014/02/02	2014/03/03	32	69.30	12.69	20.79	64
2014/03/13	2014/04/11	30	101.60	15.64	30.48	95
2014/03/27	2014/04/25	13	91.20	16.97	27.36	61

針對2014/02/02、2014/03/13及2014/03/27三場枯水期事件進行流量推估，結果顯示曾文水庫推估入流量仍落在95%容許誤差範圍內，三場枯水期事件推估入流量結果如圖8所示。

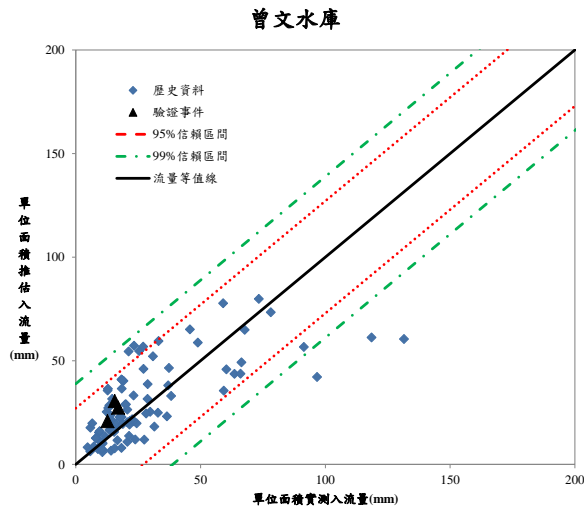


圖 8 曾文水庫枯水期單位面積實測與推估總入流量驗證

103年度曾文水庫驗證結果顯示推估流量誤差仍落在95%容許誤差範圍內，證明本計畫入流量快速推估公式尚可以合理的反應水庫之總入流量。

六、結論與建議

本計畫執行獲致若干具體成果，分別於「流域防災資訊系統功能維護與擴充」、「輔助決策模組功能建置研究」、「檢討與強化流域防災資訊整合系統iPad版」、「防災應變備援資料庫建置」、「水庫水情快速推估之研究」等方面提出相關意見，以供水利署未來施政之參考。防汛整備方面，各河川局所提供之表單資訊及格式不盡相同，建議未來能有統一之表單格式及線上填報系統，另外，建議建立抽水設備及滯洪池之即時監測系統，以利訊息掌控及系統介接；災情現況及易致災區資訊方面，建議水利署淹水或水位警戒值應定期及統一更新，以便提供決策者正確之決策資訊。本計畫完成六大水庫水情快速推估之研究，建議未來可利用水庫集水區預報降雨量快速推估各水庫總入流量，建立水庫有效容量預測推估模式，以瞭解各水庫蓄水情形。

參考文獻

1. 朱紹華，「以不同降雨量資料分析探討逕流量與逕流係數之變化」，淡江大學水資源及環境工程學系碩士班碩士論文，2008。
2. 吳信輝，「Web Service 技術介紹」，資訊技術，第 20 卷，第 23 期，2004。
3. 吳雷根，「曾文水庫枯水期長期入流量預測之研究」，國立成功大學水利及海洋工程研究所碩士論文，2004。
4. 李晏全，「石門水庫枯水期月與季入流量預報之研究」，國立成功大學水利及海洋工程研究所碩士論文，2006。
5. 李南慶，「颱風影響集水區流域的降雨量與逕流量關係之研究」，淡江大學水資源及環境工程學系碩士班碩士論文，2007。
6. 呂政宜，「颱風與降雨影響集水區逕流量與逕流係數關係之研究」，淡江大學水資源及環境工程學系碩士班碩士論文，2008。
7. 李珮甄、謝正昌，「石門水庫集水區土地使用計畫檢討」，內政部營建署，2009。
8. 林親義，「石門水庫集水區降雨特性與洪峰流量推估方法之研究」，國立台灣大學森林研究所碩士論文，1991。
9. 林昭遠、鍾圻琥、周文杰，「鯉魚潭水庫集水區最佳管理作業成效評估之研究」，水土保持學報，第 38 卷，第 2 期，p.195~206，2006。
10. 周乃昉、鄭修宗、邱啟芳、陳在中、吳嘉文、李皓志，「水庫防洪運轉之預先洩放」，第十三屆海峽兩岸水利科技交流研討會，2009。
11. 林務局，「曾文水庫上游林班地整治調查規劃(第二階段)」，2011。
12. 前臺灣省水利局，「阿公店水庫集水區調查治理規畫報告」，1990。
13. 張東炯、簡耀鴻、林宏麟，「牡丹水庫集水區潛在土石流危險溪流調查及分析」，農業工程學報，第 48 卷，第 2 期，2002 年 6 月。
14. 陳建豪，「曾文水庫大埔水文站流量之研究」，國立成功大學水利及海洋工程研究所碩士論文，2007。
15. 陳文福、吳專誠，「鯉魚潭水庫集水區降雨與水質監測中優養因子關係之探討」，水土保持學報，第 42 卷，第 2 期，p.151~166，2010。
16. 陳季安，「水庫泥砂運移特性之研究-以阿公店水庫為例」，國立成功大學水

- 利及海洋工程研究所碩士論文，2011。
17. 陳憲宗、曾宏偉、林錦源、楊道昌、游保杉，「氣候變遷情境下曾文水庫集水區水文乾旱特性推估」，農業工程學報，第 57 卷，第 3 期，2011 年 9 月。
 18. 陳柔瑾，「FLO-2D 數值模擬預測極端降雨引發水庫下游淹水之範圍研究—以鯉魚潭水庫為例」，國立中興大學土木工程學系所碩士論文，2013。
 19. 曾明性、陳德宗、蘇世傑，「網際專家系統與網際地理資訊系統於邊坡崩塌潛勢評估的研究」，第七屆人工智慧與應用研討會，2002。
 20. 黃俊傑，「洪水時期水庫最佳操作之研究—以石門水庫為例」，中原大學土木工程研究所碩士論文，2004。
 21. 黃錦桐，「北部集水區流域降雨發生情況與逕流量變化之研究」，淡江大學水資源及環境工程學系碩士班碩士論文，2008。
 22. 經濟部水利署水利規劃試驗所，「氣候變遷對石門水庫供水風險之影響分析」，2007。
 23. 鄭力嘉，地理資訊系統於石門水庫集水區降雨逕流分析之應用，2005。
 24. 鄭文明，「水庫上限對枯水期缺水風險之分析」，水利會訊第十二期，p.199~215，2009。
 25. 鄭竣騰，「應用 HHT 分析洪水與乾旱特性之研究，以石門水庫入流量為例」，淡江大學水資源及環境工程學系碩士班碩士論文，2013。
 26. 賴裕森，「以 SCS 曲線值法推求翡翠水庫集水區逕流係數之研究」，國立中興大學水土保持學系碩士論文，2000。
 27. 謝平城、褚思穎，「後龍河流域逕流係數與逕流曲線值之研究」，水土保持學報，第 40 卷，第 2 期，p.205~221，2008。
 28. 謝嘉蓉，「合理化公式應用於台灣集水區適應性之研究—以翡翠水庫為例」，國立台灣大學森林環境暨資源學研究所碩士論文，2008。
 29. 羅育華，HEC-HMS 結合 ArcGIS 於新店溪上游之應用，2010。