



經濟部水利署

臺北辦公室

地址：臺北市信義路三段41之3號9-12樓

網址：<http://www.wra.gov.tw>

總機：(02)37073000

傳真：(02)37073166

免費服務專線：0800212239

臺中辦公室

地址：臺中市黎明路二段501號

總機：(04)22501250

傳真：(04)22501635

免費服務專線：0800001250

北區水資源局

地址：桃園縣龍潭鄉佳安村佳安路2號

網址：<http://www.wranb.gov.tw>

總機：(03)4712001

傳真：(03)4713343

免費服務專線：0800-200233

定價：新臺幣 500元  
EBN：10103E0009

## 北區河川水文觀測站網檢討及規劃— 以水資源開發需求角度委託專業服務

Long-term development and promotion of fluvial  
environment monitoring network – expert  
consultancy and applications for sustainable usage  
of water resources in Northern Taiwan.



主辦機關：經濟部水利署北區水資源局

執行單位：國立臺灣大學

中華民國 103 年 12 月

# 北區河川水文觀測站網檢討及規劃

## — 以水資源開發需求角度委託專業服務

Long-term development and promotion of fluvial environment monitoring network – expert consultancy and applications for sustainable usage of water resources in Northern Taiwan.

主辦機關：經濟部水利署北區水資源局

執行單位：國立臺灣大學

中華民國 103 年 12 月

# 摘 要

## 一、計畫緣起與目的

台灣地區之水資源環境日趨複雜，水資源之政策須為前瞻性之規劃與調整，並考量短、中、長期之用水需求作最佳決策，北區水資源局(以下簡稱本局)轄管自中港溪以北至秀姑巒溪以北，包含新竹縣、新竹市、桃園縣、新北市、台北市、基隆市、宜蘭縣、花蓮縣及連江縣等地區之水資源管理、調配及開發，近年北部地區公共用水需求持續成長，加之氣候變遷澇旱加劇，今日抗旱，明日防汛的情景日益頻繁出現。本局轄區內包含台灣政治、經濟乃至科技重心，穩定水資源供應確保用水無虞，開發新興及傳統水資源增加調配彈性乃至水資源永續經營為本局重要工作職掌及願景。

本計畫的目的從水資源開發需求角度出發，檢討評估北區河川現有水文觀測站觀測品質、站網佈設合理性及觀測方法之適切性，研提具體改善建議措施及實施計畫，據以長期推動，以提昇水文觀測品質及水資源開發評估可靠度。

## 二、河道大斷面測量、平時流量量測及含砂量採樣

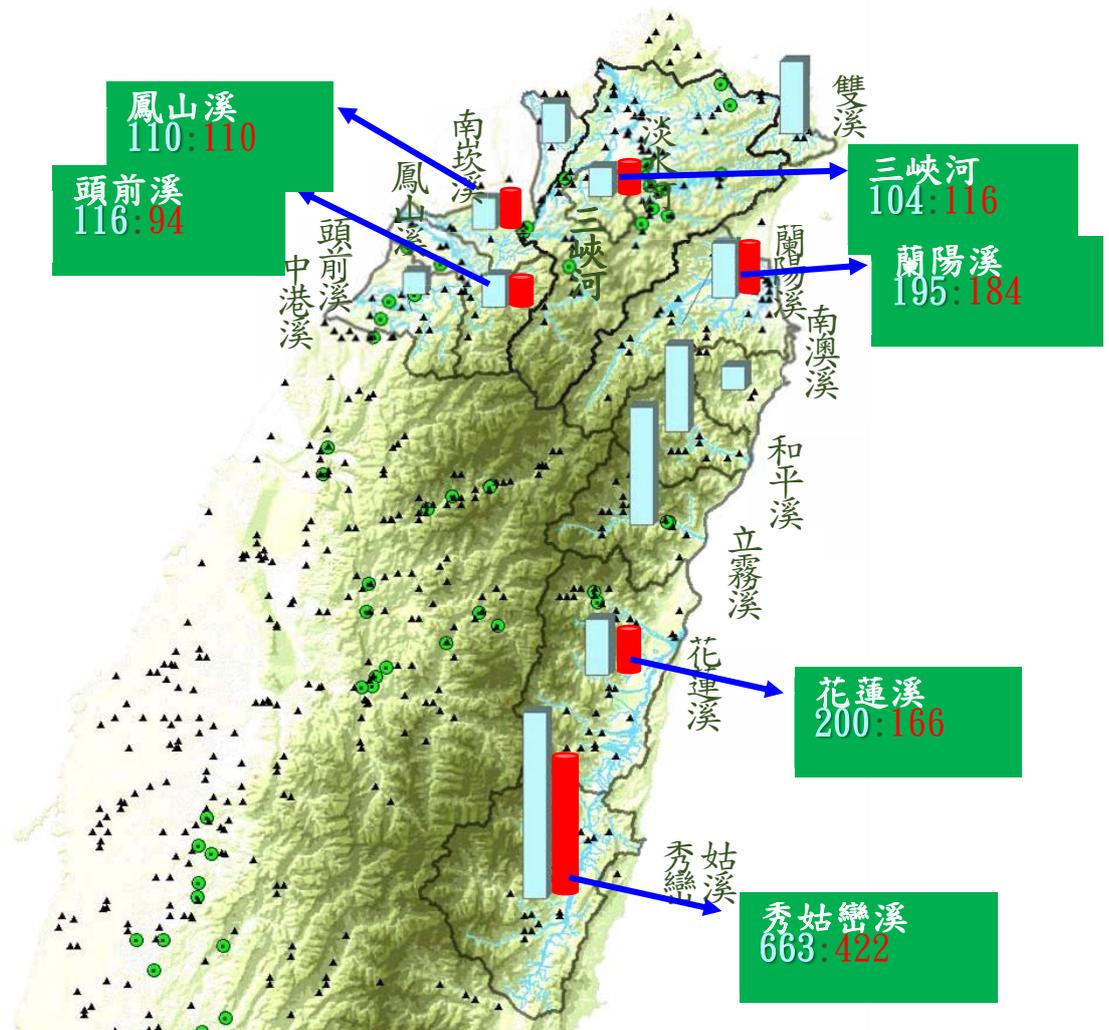
### (一)北區河川地面潛能水量分析

根據水利法施行細則(93年修訂版)中第十五條：通常保持之水量，其水源為地面水者，指流量超越機率百分之八十五之水量。本計畫以此為標準，統一自經濟部水利署建置之「水文資訊網整合性服務系統」下載水文資料，計算北區水資源局管轄河川內最上游測站之超越機率百分之85之流量，進行潛能水量推估。以Q85推估之水資源為總量的分析之外，為補充北區河川中低流量水資源評估，本計畫利用SOBEK水文分析，結果如摘表1所示。其SOBEK模擬結果如下：

- Sobek 得出水資源多均小於  $Q_{85}$
- 三峽河稍大於  $Q_{85}$
- 中低流量趨勢同與  $Q_{85}$

摘表 1 北區河川年蘊涵潛能水量

分區	流域	測站	(年)蘊含水量(百萬)		壩	堰	人口數
			Q <sub>85</sub> 超越機率流量	SOBEK 中低流量			
蘭陽區	蘭陽溪	家源橋	195	184	2	4	45 萬
	南澳溪	山腳	82	X			
	和平溪	和平北溪	306				
	雙溪(距離太遠引水困難)	雙溪(2)	257				
花蓮區	秀姑巒溪	卓清合流	663	422	5	x	33 萬
	花蓮溪	馬鞍溪	200	166			
新竹區	鳳山溪	新埔(2)	110	110	4	1	259 萬
	頭前溪	內灣	116	94			
	中港溪	南庄(2)	86	X			
桃園區	南崁溪(水質髒)	南崁溪橋	140	X			
淡水河區	三峽河(大漢)	三峽(2)	104	116.56	10	6	668 萬
	打鐵坑溪(大漢)	X	3.31	X			
	新店溪	x	x	翡翠水庫			
	基隆河(水質髒)	五堵	11	X			



摘圖 1 北區河川年蘊涵潛能水量圖

## (二) 關鍵開發區域之觀測位置選定

### 1. 水資源量推估

#### (1) 降雨逕流水文模式推估流出量

本計畫先經由實際測量將 SOBEK 模式參數檢定與驗證比對，然後進行各關鍵區域潛能水量之統計與分析。

而 SOBEK 水理模式分析依實際河川情況進行模式建置，其功能包含：

- 明渠流或管流（如水力發電廠發電排水）
- 需可模擬超臨界流（大壩溢洪道、山區陡坡）
- 亞臨界流
- 複雜之河川網路（主支流、合、分流）

SOBEK 模式經過檢定後，主要有四大結果：

- 中低流量水資源分析
- 監測的關鍵點
- 水文站的需求
- SI 缺水指數分析

## (三) 觀測方式評估

### 1. 三峽河

大豹溪坡陡流急(平均流速 1 m/s，水深約 2m)，不利於人員現場量測；但大豹溪兩岸距離不長，橋樑皆為拱橋，所以溪中流速並不受橋墩影響，可在橋上直接以 ADCP 量測水深與各斷面平均流速。除採用手持式流速儀外，當水深及流量較大時，將同時採 ADCP 以獲取更多垂向測線分布流速資料。

### 2. 打鐵坑溪

一號水橋位於桃園大圳導水路下方，平均坡降為 1/300，其平均水深約為 30cm~40cm。打鐵坑溪由於平均水位淺以及有連續跌水工構造物，故不適用於坡度面積法，適合施測人員直接站在跌水工量測，並以拉一斷面，兩邊以鉚釘固定，每 50cm 河寬施測流速剖面及表面流速，實施流速-面積法，推估出流量。

### 三、水文觀測站技術改善及建議措施

#### (一)現有水文(雨量、水位及流量)觀測技術比較

##### 1.國內

###### (1)雨量量測

全面採用傾斗式雨量計。

###### (2)水位量測

主要分為：浮筒式、壓力式、超音波與雷達波水位計，目前絕多數測站採用雷達波水位計進行自計量測，零星測站視需求則有不同選擇(如：上游測站常以既有壓力式水位計搭配雷達波水位計互相比對)。

###### (3)流速量測

傳統以鉛魚、旋杯與旋槳式流速儀進行；近年來常以手持式 SVR 雷達測速槍取代。

###### (4)流量量測

一般中低流量常用流速面積法、表面流速法，洪水期間常用浮標法。

##### 2.國外

本計畫蒐集美國 USGS、日本交通省與大陸水文部最新相關資料與規範：

###### (1)雨量量測

同樣以傾斗式雨量計為大宗與駐站人員記錄雨量筒數值；由於國外有降雪影響，除傾斗式雨量計本身有加熱功能以外，需人員以雨量筒(有加熱功能者)相互比對。也由於傾斗式雨量計容易低估，近年有逐漸改採用自記式秤重式雨(雪)量計取代既有傾斗式雨量計之趨勢。而除採用上述雨量計之外，各國建置雷達雨量計系統，結合上述地面觀測雨量系統，進行資料精度比對後上傳至資料庫，並應用於降雨監測及防災預報方面。

###### (2)水位量測

由於國外河川流況相較我國穩定，所以大多數水位量測儀器除採用數位化自記式以外並可參考下摘表 2 因地制宜。

摘表 2 水位觀測方式參考表

選擇 條件	浮筒式 (含斜井方式)	雷達 水位	氣泡 水位	電子 水尺	超音波
穩定河床	✓	✓			
穩定河床邊坡陡直	✓	✓			
穩定河床河岸漫坡			✓	✓	
不穩定河床		✓			✓
山溪性、淺水小變幅				✓	✓
大變幅		✓	✓		

(參考資料：大陸水利部)

(3) 流量量測

人員量測， ADCP 量測深度最小 20 公分至最長 80 公尺，配合 GPS 定位可應付各種流況(中低、洪水)且施測歷時短、人員操作容易及現地可由模組直接獲得流量等優點，已成為各國目前建議人員流量量測主流方式，其餘方法可參照下摘表。

摘表 3 流量量測方法參考表

條件 選擇	斷面齊整 河道沖淤 不大	水位漲 落率大	測驗人 員充足	交通 便利	特點說明
坡度面積法	✓	✓			需雙水位監測，糙率變化小，需進行人工率定
超音波多普勒 定點測流法	✓			✓	可選用斜測、橫向、座底方式，含時差法，需進行人工率定
量水建築物法	✓			✓	基建投資偏大，需進行人工率定
非接觸式雷達 表面流測流法	✓	✓			漂浮物多，洪水期儀器入水測驗困難的適用，需進行人工濾定
聲學波多普勒 動船測流法 (ADCP)	✓		✓	✓	施測歷時短，適於巡測
橋上測流法			✓	✓	橋樑、交通條件有要求
纜道測流法			✓		
船測法和浮標 法			✓		

(參考資料：大陸水利部)

#### (4)自記量測

以往舊有水位塔及自記式水位計逐漸改以非接觸式雷達波流量儀(Non-contact discharge measurement)取代：透過內建模組直接得到合理之流量並匯回其資料；近幾年，USGS 部分測站與大陸部分水文局也採此方向進行。

### (二)上游集水區控制點與關鍵開發域之觀測位置及方式建議

#### 1.水文觀測站設站原則

根據水利署 102 年「地面水文觀測手冊」規定，一般站址之設置以符合下列條件為原則：

- (1)水流不紊亂
- (2)水流不湍急或過度緩慢
- (3)水路及河床變動較少
- (4)不受迴水影響
- (5)豐枯水期皆能觀測
- (6)觀測時危害較少
- (7)觀測便利

#### 2.中央氣象局劇烈天氣監測系統(QPESUMS)、FEWS (Flood Early Warning System)平台

為加強災害性天氣的監測與極短期預報能力，中央氣象局整合氣象雷達、雨量站等多重觀測資料及地理資訊發展劇烈天氣監測系統(Quantitative Precipitation Estimation and Segregation Using Multiple Sensor；QPESUMS)。而近年來水利署利用 FEWS\_Taiwan 平台完成全台 26 流域洪水預報系統的建置工作，並陸續使用水利署既有測站與氣象局 QPESUMS, WRF, ETQPFS 等不同觀測與預報降雨組合資訊作為洪水預報的降雨量資料來源。

#### 3.上游集水區控制點潛能水量與觀測方式建議

##### (1) SOBEK 模式可行性驗證：

以大豹溪之湊合橋與打鐵坑溪之第一水橋附近作為控制點巡測流量，並透過其結果率定 SOBEK 模式所需參數：經率定後，模擬流量值已逐能接近量測結果；若未來持續觀測，可使率定之參數值更符合實際結果。

(2) 關鍵開發區域：

已藉由 FEWS\_TAIWAN 平台提供之水文資料，使用率定後之 SOBEK 模式推估得每月平均中低流量。並根據收集之國內外現行之量測方法與水利署「台灣水文觀測長期發展計畫第二期(104年-109年)」建議，針對關鍵區域流量量測提出建議：

A. 人員巡測

採定時巡測方式

(a) 若水位夠深( $>20\text{cm}$ )且底床無礫石干擾施測時，能採用適當之 ADCP 為最佳，但施測點建議尋找水深處，以利 ADCP 操作。

(b) 在小溪流水位不深( $0 \leq h \leq 60\text{cm}$ )時，也可以人員操作表面流速儀配合箱尺方式進行流速量測較為簡便、成本也較低。

B. 自計量測

儀器更新或配合水位計以表面流速法或坡度面積法等方式：

(a) 架設新式雷達波流量儀，直接量測每日流量。

(b) 架設雷達波水位計，再以人員手持表面流速槍之方式於橋上推估流量。

依照北區河川 SOBEK 控制點，作為架設流量水文站之依據(如摘圖 2)。目前建議湊合橋、第一鐵橋、五峰大橋、關西、家源橋、馬鞍溪橋及崙天大橋增設水文站，其他北區河川已有充足水文站，故不建議增設。



摘圖 2 各集水區控制點觀測建議

(三)北區水資源局既有測站技術改善與建議

本計畫根據水利署「台灣水文觀測長期發展計畫第二期(104年-109年)」與北水局目前既有量測方法，建議改進方向如下：

1. 所有儀器應該經過 TAF 的 ISO 認證
2. 量測人員皆先通過教育訓練合格，以確保資料品質。
3. 雨量：將雨量站加入 QPESUMS，檢視用 QPESUMS 替代可能，及提升儀器觀測能量與精度。
4. 傳輸設備汰舊換新
5. ADCP 量測

根據本計畫收集國外目前觀測建議與水利署「台灣水文觀測長期發展計畫第二期(104年-109年)」既定方向，均建議：

人員量測：採定時巡測方式；若水位夠深(>20cm, ADCP 限制)且底床無礫石干擾施測時，能採用便攜式 ADCP (小河、小渠專用) 為最佳，但施測點建議尋找水深處，以利 ADCP 操作。在小溪流水位不深( $0 \leq h \leq 60\text{cm}$ )時，也可以人員操作表面流速儀配合箱尺方式進行流速量測較為簡便、成本也較低。

6. 自記量測

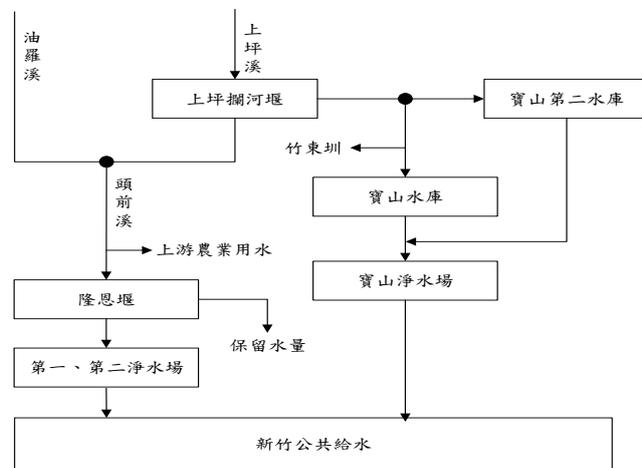
既有水文測站儀器汰舊換新、既有水位計校正、回傳系統汰換或改用更先進之儀器(如：雷達波流量計)暫緩辦理非接觸式自動流量觀測站之建置工作，以既有測站儀器校驗及設備更新改善為主。而署內也以完成以纜車或水文纜道替代橋梁辦理全洪程流量觀測之可行性評估，另於曾文溪橋建置可掛載拖曳式 ADCP 之量測平台，於台東大橋建置固定式觀測系統，完成現地流量測驗輔助工具或設備之檢討及功能改善。

#### 四、水文觀測站資料品質及不同缺水指數(SI)供水能力之檢討分析

本計畫針對桃園地區打鐵坑溪及三峽河等水資源關鍵開發區域進行研究。同時，北區水資源局所管理之新竹寶山第二水庫羅東堰等地區，亦納入討論。首先，建立不同區域之供水系統模型，分析各種方案下之供水能力及缺水情勢。最後，進一步評估水文觀測資料精度需求對於供水系統之影響。

新竹地區之水資源架構如摘圖 3 所示，水源設施主要集中於頭前溪水系，主要水源為上坪溪及油羅溪之入流量。油羅溪(2004 年至 2012 年)與上坪溪(2006 年至 2012 年)年平均流量分別約 10.1 億噸與 8.8 億噸。在 2006 至 2013 年期間，新竹地區並無嚴重缺水風險(日供給量 43 萬噸)，8 年之缺水指標約為 0.002 (缺水率 0.17%)；未來需求(假設日供給量 50 萬噸)下之缺水指標為 0.061 (缺水率 1.6%)。

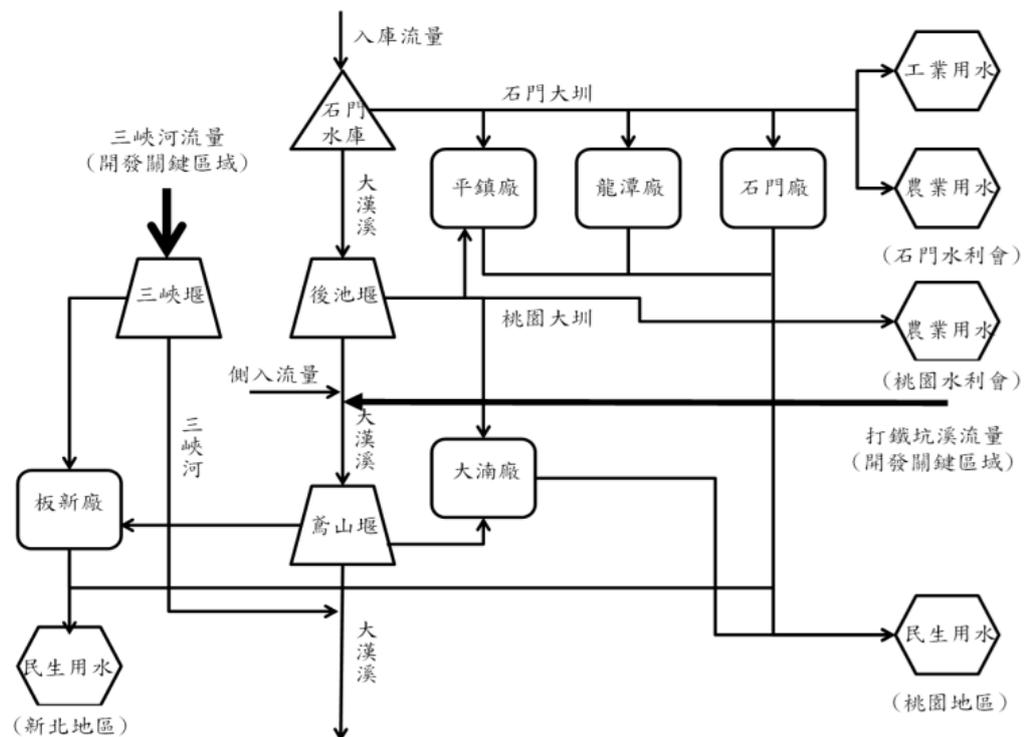
一般而言，水資源系統分析及缺水指數評估部分，水資源規劃時基本設計需有 20 年以上之資料。新竹地區因歷史資料長度不及 10 年，亦未遭遇 1996 或 2003 年之乾旱事件，分析結果僅作為初步參考，其代表性仍需進一步檢視。



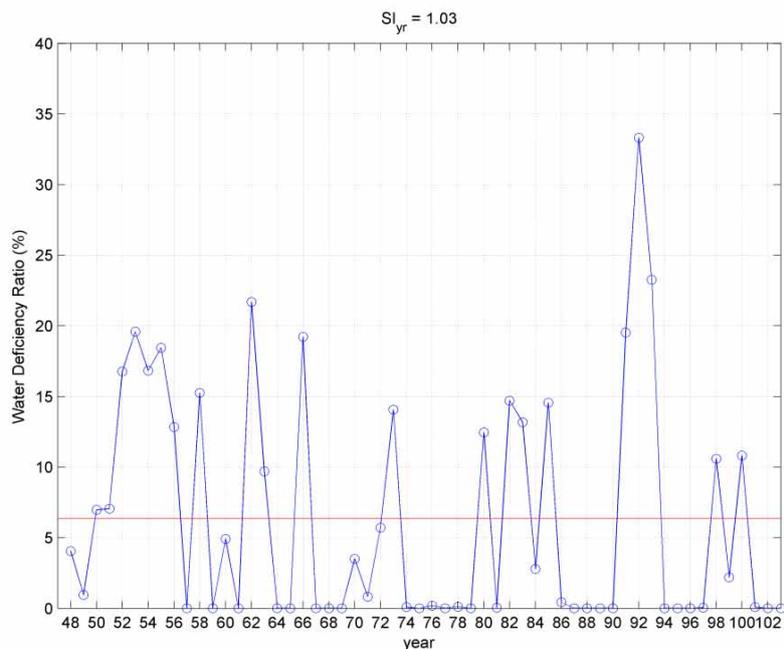
摘圖 3 新竹地區之水資源架構

桃園地區之水資源架構如摘圖 4 所示，石門水庫年平均流量約 14.7 億噸。此外，歷年流量變化呈現緩慢上升之趨勢。在供給現況(1958 年至 2014 年之歷史流量)與現有需求(民國 101 年計畫配水量)條件下，桃園地區(包含板新區域)之缺水指標約為 1.03(平均缺水率為 6.4%)，其中，2003 年之缺水率高達 33.3% (見圖 5)。現有供水條件下，分別考慮水庫日益淤積與未來(民國 120 年)之用水需求，缺水指標則分別增加至 1.24 與 2.96 (缺水率分別為 7.4% 與 13.2%)。同時考量三峽河調整池及板新一期工程，將能有效改善現有需求條件下之缺水指標(下降至 0.15)。受氣候變遷影響下，枯水時期之入流量將更為減少，現有供水條件之缺水指標將增加至 1.25 (缺水率 7.5%)。整體而言，水資源關鍵區域的開發，對於缺水之情勢有顯著的影響與改善，詳見摘表 4。

水資源開發關鍵區域水文觀測資料需求建議部分，以現況供水條件而言，40%之流量變化(±20%)，於桃園與新竹地區僅分別造成 10.5% 與 1.4% 之缺水差異，水文流量觀測誤差對系統之影響應不顯著。



摘圖 4 桃園地區供水系統最佳化分析網路圖



摘圖 5 石門水庫 1958 年至 2014 年各年平均缺水率  
(供給現況及現有需求條件)

摘表 4 桃園地區缺水率之綜合分析

情境假設條件	水資源供給情況	
	現有需求條件	未來需求條件
水資源供給現況	6.4 %	13.2 %
水資源關鍵區開發後	0.4 %	2.9 %
水資源供給現況+氣候變遷	7.5 %	—
水資源關鍵區開發後+氣候變遷	—	3.7 %

## 五、研提北區河川水資源觀測站網長期推動建議或計畫

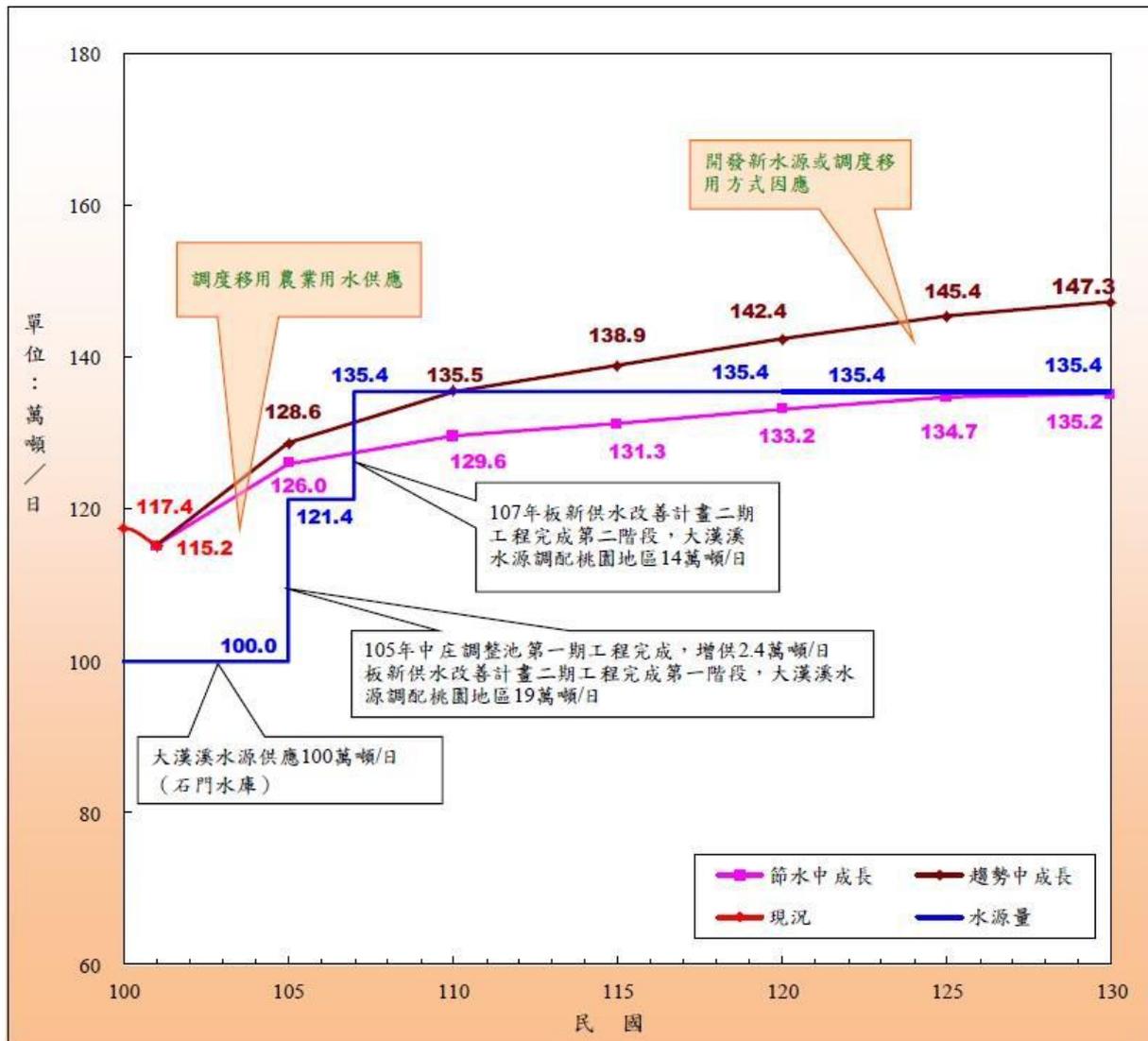
### (一) 計畫緣起

本計畫依據未來環境預測及前期計畫執行檢討等之評析結果，進一步歸納出水文發展長期所面臨之問題，以為後續策略分析及工作項目規劃依據，茲將各面向之重點課題分述如下：

#### 1. 北區水資源量需求增加

如摘圖 6 所示，桃園地區於民國 130 年水源量為每日 135.4 萬立方公尺，需求大於供給，本地區農業

用水量經由水庫供仍居水庫用水近半數，用水量可觀，因此缺水時農業用水之移用，已成目前缺水因應之必要措施。目前北水局之水文觀測站皆設在石門水庫內，測站數量並未有太大之變動，然而逐漸受重視的北區水資源量，依據各北區河川之蘊含水量多寡，透過 SOBEK 模式選定控制點，選定河流交匯處來架設水文觀測站，做為可開發水資源量的依據。



資料來源：103 年水規所北部區域整體水資源經理策略檢討

摘圖 6 桃園地區公共給水系統水源供應分析圖

## 2. 量測技術日益增進

因應氣候變遷之影響，對於未來水文環境可能產生之時空間變化，更需有全面性之監測技術。而偏遠山區及重點河川地區之水文觀測空間解析度不足，結合 QPESUMS 增設雨量站改善以往無法發揮整體站網

應有之功能，加上國內普遍缺乏大型實驗室或試驗基地，對於水文模式發展所需之環境因子監測、水文觀測技術改善與輔助工具、設備之長期研發試驗等工作仍有檢討之空間。

### 3. 水文資料不確定性

因應水文分析對於網格式資訊的迫切需求，水文及地文資料的供應必須從「點」逐漸擴展到「面」，又目前雨量、水位等資料均已提升至每 10 分鐘供應之能力，在觀測尺度改變致使時空間資料量大幅增加之同時，其盤點及處理方式上應予以重新檢視。而各管理單位的觀測目的及方法不同，對於資料品質的要求不一，因此 QA/QC 機制尚待整合及建立。

## (二) 計畫目標

基於長期推動方向延續性，同時有效整合有限資源，延續並發揮長期計畫之功效，北區河川水資源觀測站網長期推動計畫可訂定三大目標：

1. 持續水文觀測業務，厚實基礎建設根基：新設水文測站、更新維護與儀器購置
2. 建構水文服務體系，擴展資料應用領域：資料品管 QA/QC 機制
3. 擘畫水文科技藍圖，挹注技術創新能量：QPESUMS 與量測技術更新檢討

## (三) 執行策略及方法

本計畫政策目標欲達成，依續三大分析歸類為三大問題及因應方法如摘表 5：

**摘表 5 三大問題及因應方法**

問題	方法
北區水資源量需求增加	新設水文測站、更新維護與儀器購置
量測技術日益增進	QPESUMS 與量測技術檢討分析
水文資料不確定性	資料品管 QA/QC 建立

## (四) 期程與經費需求

本計畫自民國 104 年度至 109 年度止，預計分 6 年完成新設水文測站、測站維護改善及 TAF 認證等工作。依據前述發展主軸及其下之策略、推動措施，逐年依序辦理相關工作俾收成效，其分年實施進度如摘表 5 所示。

惟計畫實施執行後，部分工作恐因實際狀況之需求及或現實環境之限制而必須提前或延後，甚至無法完全據以推動者，將逐年依工作成果、效益以及改善措施等，修正後續工作內容或實施期程。

本計畫執行以中央管河川流域為主要範圍，辦理水文觀測、分析及研究等相關工作，故所需經費建請由中央政府公務預算中全額籌應。

各年度經費編列如摘表 7，合計新台幣 5,620 萬元。

**摘表 6 各項策略與推動措施之分年實施進度表**

策略	推動措施	順序	年度					備註	
			104	105	106	107	108		109
新設水文測站、更新維護與儀器購置	三峽河水文站設置	(次優先)	●	●					30 萬/年
	頭前溪水文站設置	(次優先)			●	●			30 萬/年
	儀器購置計畫	(最優先)	●	●	●	●			200 萬/年
	測站更新維護管理	(最優先)			●	●			200 萬/年
QPESUMS 與量測技術檢討分析	TAF認證	(最優先)	●	●	●	●	●	●	200 萬/年
	人員訓練	(最優先)	●	●	●	●	●	●	100 萬/年
	QPESUMS 資料導入與臨時雨量站設置驗證	(最優先)	●	●					250 萬/年
自動化資料品管機制導入	資料生產履歷制度推動	(一般)	●	●	●	●	●	●	100 萬/年
	自動化資料品管機制導入	(一般)	●	●	●	●	●	●	100 萬/年
	預期績效指標及評估基準	(一般)	●					●	100 萬/年

**摘表 7 台灣水文觀測計畫(104 年~109 年)各年度經費編列**

項目	年度	經費	項目	年度	經費
1	104	1180 萬元	4	107	1030 萬元
2	105	1080 萬元	5	108	600 萬元
3	106	1030 萬元	6	109	700 萬元

**關鍵詞：**流量量測，缺水指數， $Q_{85,sobek}$

# Abstract

## 1. Objectives

Water resources management includes policies and applications in various interval. For the purpose of efficient usage, best policy must be organized and convert into different regime. Northern Region Water Resource Office, MOEA has ruled and managed rivers in northern Taiwan including Hsinchu, Taoyuan, Taipei, Keelung, Yilan, Hualien and Matsu area. Generally, water resources management, development and distribution are specific dimensions of the application. Recently, demand of water resources in public use in northern Taiwan has increasing significantly. In addition, northern Taiwan is the main cluster of high-tech industry, political and commercial activities. However, frequency of natural hazards and extreme precipitation events has increasing equally. To be specific, objective of the manager has focused on sustainable usage, hazard prevention and recovery management has turned to be the objectives of policies in the near future.

The objectives of this project is based on ideas of water resources development and Generally, assessment of applicability of the hydrological monitoring network and applications is the main outcomes of the project. These results will be apply with the policies which promotes the hydrological monitoring network.

## 2. River channel profile, discharge and sediment content analysis

(1) Potential water resources analysis of Northern Taiwan River system.

According to the no.15 regulations of Water Act(2004 edition). The definition of constant maintained yield is described as “ The constantly maintained yield referred to in the preceding paragraph refers to yield of surface water with flow exceedance probability of 85% or higher.” This project has followed the same standard, collected hydrological data from the dataset of Water Resources Agency, MOEA. The analysis of this project is to calculate the probabilities of exceeds over 85%’s discharge in the upper part of the river system in northern Taiwan. The results is the basic to collocate the quantity of potential water resources. In addition, for the analysis in the low discharge river system, this project operated SOBEK hydrology analysis for instead. Results has indicated several outcomes which listed as below.

- (a) Results of quantity of water resources by SOBEK analysis has generally lower than the results of Q-85 analysis
- (b) Sanxia River's collocation of SOBEK analysis is higher than Q-85 analysis
- (c) Result of low-discharge river system of these two analysis had shown similar trends

### **3. Analysis the surface water potential discharge in the rivers of the northern region**

This project applied the SOBEK-Scramento rain-fall model with the precipitation observation data and the calibrated parameters to simulate the middle and low discharge for the water resource analysis in the middle and upstream basins of the Lanyang River, Hualian River, Siouguluan River, Touqian River and Fengshan River.

The analysis result of the surface water potential discharge in the middle and upstream basins of the rivers of the northern region is as shown in the Table 1. The simulated results of the middle and low discharge is close to the value of the  $Q_{85}$ . Most of the river basin discharge are slightly less than the value of  $Q_{85}$ , except the Sanxia River that the discharge is greater than the value of  $Q_{85}$ . It showed that the maintain water of the middle and low discharge is enough to the surface water demand for the using of water right people. Table 1 shows that the water resources of the key region, Sanxia River, has significantly abundant amount of water resource. The annual contain amounts is close to the effective capacity of Shi-Men Reservoir. Thus, the Sanxia River has the potential utilization of water resources. But, the discharge of Datiekeng River flow into the Yushan Weir. We do not suggest to exploit water resources of the Datiekeng River. For the Touqian River basin, we do not suggest to develop new water resources facilities. The Shangping River with the great discharge in the upstream of Touqian River has a significant variation of discharge and can influence the risk of the water supply. Therefore, the discharge of Shangping River should be monitored to accurate the amount for the supply of water resources

Table 1 Estimation of Surface Water Availability for Northern Region Rivers in Taiwan

Area	Watershed	Station	(Year) Surface Water Availability (10 <sup>6</sup> )		Dam	Weir	Population (10 <sup>4</sup> )
			Q <sub>85</sub> exceedence probability discharge	SOBEK mid-to-low discharge			
<b>Lanyang</b>	Lanyang River	Jiayuan bridge	195	184	2	4	45
	Nan'ao River	Shanjiao	82	X			
	Hopin River	Hopin north River	306				
	Shuangxi River ( <b>too far to diversion</b> )	Shuangxi (2)	257				
<b>Hualian</b>	Siouguluan River	Zhuoqing heliu	663	422	5	x	33
	Hualian River	Maan River	200	166			
<b>Hsinchu</b>	Fengshan River	Xinpu (2)	110	110	4	1	259
	Touqian River	Neiwan	116	94			
	Chunggang River	Nanzhuang (2)	86	X			
<b>Taoyuan</b>	Nankan River ( <b>unclean</b> )	Nankan bridge	140	X			
<b>Tamsui</b>	Sanxia (Dahan)	Sanxia (2)	<b>104</b>	<b>116.56</b>	<b>10</b>	6	668
	Datiekeng River (Dahan)	X	<b>3.31</b>	<b>X</b>			
	Xindian River	x	<b>x</b>	<b>Feitsui Dam</b>			
	Keelung River ( <b>unclean</b> )	Wu-Du	<b>11</b>	<b>X</b>			

This project proposed the control point as the discharge measurement station by the modeling result of SOBEK. The control points, CouHe bridge, DiYi water bridge, WuFeng bridge, GuanXi, Jiayuan bridge, Maan River bridge and LunTian bridge, are suggested as the hydrological observation station. Other northern region rivers have an enough hydrological observation station, Therefore we do not consider to build new observation stations.

#### 4. Technology improvement and suggestion for the Current Observation Station of the Northern Region Water Resources Office

This project gathered and reviewed the domestic and international references of current hydrological measurement technology (rain, water level and discharge). Evaluating the current status in the existing hydrologic measurement technology

and methodology is performed. Some suggestions are as follows:

In case of precipitation measurement: (1) To calibrate the tipping-bucket rain gage in laboratory by TAF accreditation. To replace older transmission equipment for the rain gage. (2) To merge the calibrated rain gage system of Northern Region Water Resources Office in mountain area with the QPESUMS precipitation system can get further accuracy for the RADAR precipitation prediction in mountain area.

In case of discharge measurement (include the flow velocity and water level):

(1) Measurement by worker: Using the ADCP to measure the discharge is the best way and can be found by compared the discharge measurement methodology as shown in Table 2. To measure and analysis data of the river cross section area, water depth, and flow velocity can estimate the discharge by using the ADCP data analysis module or the velocity-area method.

(2) Automatic measurement system: Using the calibrated radar level meter, replacing the older transmission equipment or using the more advanced discharge measurement meter (use of radar for non-contact discharge measurements)

**Table 2 Discharge measurement comparison table**

Select Condition	Unobstructed river & small sedimentat	Large water level difference	Adequate People	Convenient location	Comment
Slope-area method	✓	✓			Need two water level, Roughness microvariation and need man-made calibration
Doppler flow measurement	✓			✓	Can measurement in any direction and need man- made calibration
Water level tower	✓			✓	A high amount of money in building and need man- made calibration
Non-contact surface velocity measurement	✓	✓			Measurement error is big in flood(flotsam) and need man-made calibration
ADCP Moving Boat	✓		✓	✓	No take too much time at measurement, good choice in hydraulic survey
Discharge measurement on bridge			✓	✓	Convenient location
Flow-gauging system method			✓		
Moving Boat and buoy method			✓		

## **5. Analysis of hydrological data, water supply capacity, and shortage index (SI)**

In this project, we studied the key water resources development area in Taoyuan area, i.e. the Datiekeng creek and Sanxia river. Besides, the Baoshan second reservoir and Luotung weir, in the charge of the Northern Region Water Resources Office, Water Resources Agency, are examined for the water supply in Hsinchu. First, we developed optimization models for water supply systems in different regions and analyzed the water supply capability as well as the water shortage conditions under various scenarios. Last, we evaluated the impact of hydrological observations (e.g. required accuracy) to the water supply systems.

The framework of the water supply system in Hsinchu area is shown in Figure 1. Most water resources facilities are located in the Touqian river system. The major water source includes the flow discharges of the Shangping river and Youluo creek. The mean annual flows are about 1.01 billion and 880 million tons in the Youluo creek (over 2004-2012) and Shangping river (over 2006-2012), respectively. There is no serious risk of water shortage in Hsinchu area during the period of 2006-2013 (given daily water supply of 430 thousand tons). The water shortage index averaged 8 years is about 0.002 (or the water deficiency rate is 0.17%). For the future demand with daily water supply of 500 thousand tons, the water shortage index is about 0.061 (or the water deficiency rate is 1.6%). Noted that 20-yr (or more) data is typically required for water resources system analysis and water shortage index assessment when considering the basic design in water resources planning. In this study, the analysis for Hsinchu area only provides preliminary results for the reference due to the length of the historical data less than 10 years and the studied period free from the 1996 (or 2003) drought event. Its representativeness still needs further examination.

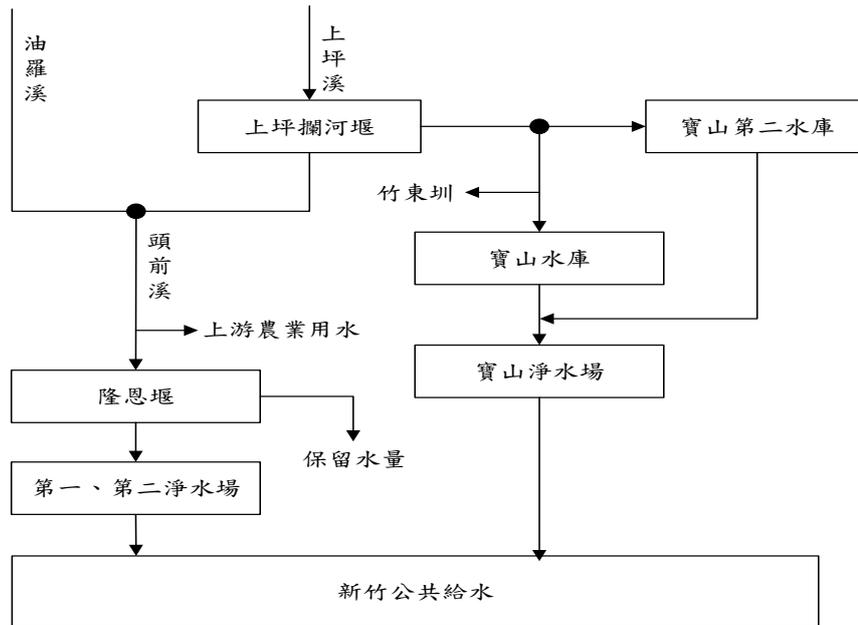


Fig. 1 The framework of the water supply system in Hsinchu area

The framework of the water supply system in Taoyuan area is shown in Figure 2. The mean annual flow into the Shimen Reservoir is about 1.47 billion tons. In addition, flow variations present a slowly rising trend over the last 60 years. Given the current water supply (historical flow during 1958-2014) and present water demand (in 2012 water usage plan), the water shortage index in Taoyuan area (including Banxin region, part of the new Taipei city) is about 1.03 (or the averaged water deficiency rate is about 6.4 %), where the water deficiency ratio in 2003 is extremely high up to 33.3% (see Figure 3). Under the current water supply condition with the reduced reservoir storage (due to sedimentation) and increased future water demand (in year 2030), the water shortage indices can increase to 1.24 and 2.96 (water deficiency ratios are 7.4% and 13.2%), respectively. When taking the water supply/diversion amount from the development of the SanXia river and Banxin project into account, the water deficiency under the present demand can be effectively improved with the shortage index down to 0.15. Besides, the river flow affected by climate change will reduce in the dry period. As a consequence, the water shortage index will increase to 1.25 (or water deficiency ratio is 7.5%). Overall, development of those key water resources areas can significantly improve the water shortage situation (as shown in Table 3).

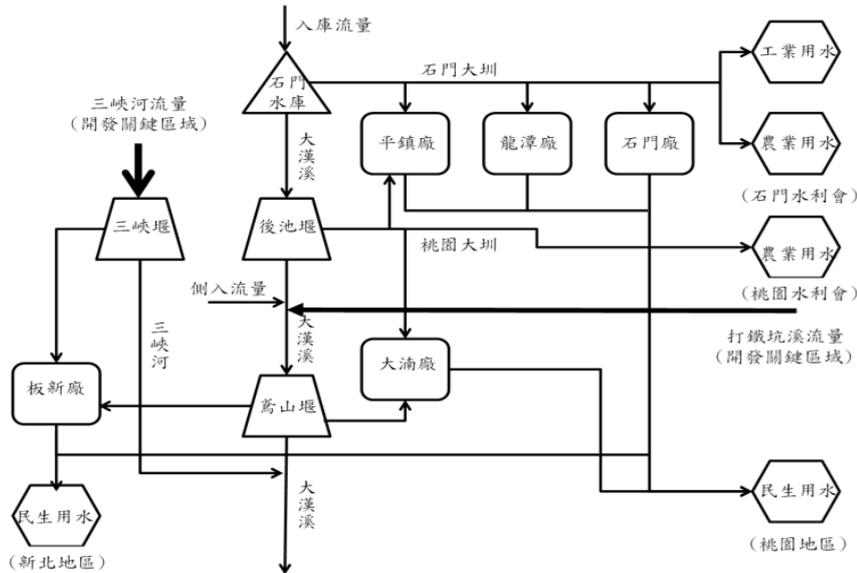


Fig. 2 The framework of the water supply system in Taoyuan area

For the accuracy of hydrological observations, 40% flow variations (i.e.  $\pm 20\%$ ) under present water supply and demand would lead to 10.5% and 1.4% differences of water shortage in Taoyuan and Hsinchu areas, respectively. Generally, the influence of hydrological observation errors on the water supply systems should be insignificant.

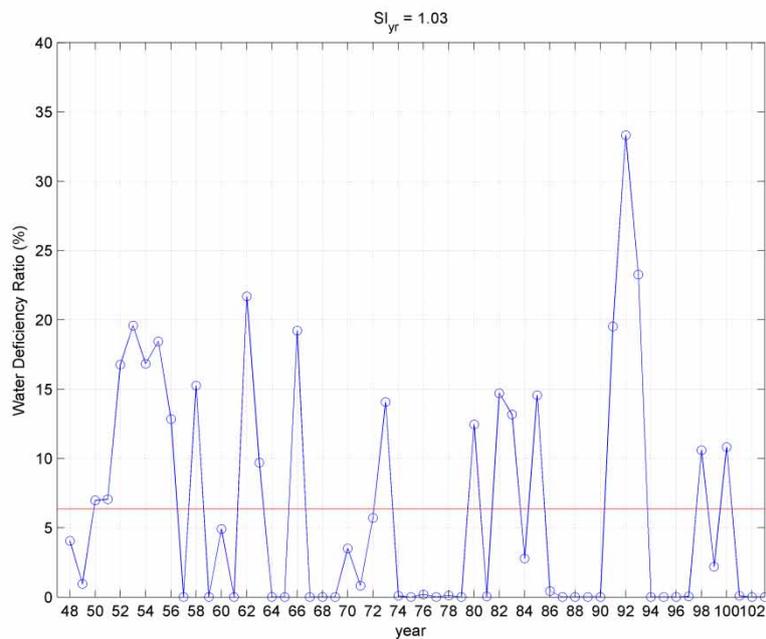


Fig. 3 The mean water deficiency ratio for the water supply area of the Shimen Reservoir from 1958 to 2014 (under current water supply and water demand)

Table 3. Analysis of water deficiency ratio in Taoyuan area

Scenarios	Water demand	
	Present(2012)	Future(2030)
Current water supply	6.4 %	13.2 %
Water resources development	0.4 %	2.9 %
Current water supply + Climate change	7.5 %	—
Water resources development + Climate change	—	3.7 %

\* Water resources development: the water supply/diversion amount from the development of the SanXia river and Banxin project

## 6. Long-term development and promotion of fluvial water resources monitoring network in northern-Taiwan.

(1) This project has based on the prediction of future environment regime and reviewed results of former term project to validated the issues of long-term development hydrological management. To be specific, this project has proposed several issues and objectives which will be applied in various dimensions for policy making and improvement in the future.

### A. Increasing of the demands

Total demand in Taoyuan region in 2041AD is 1.354 million cubic metres per day. Generally, the demand has exceed supply significantly. For the instance, agricultural usage has occupied more than half of the supply of reservoir system, management policies for the shortage regime is to modified the ratio of distribution between public and agricultural use. Present setting of monitoring network of the agency has mainly distributed in the reservoir of Shimen Dam for several decaeds. However, for the purpose of improvement of the network, this project has proposed several possible spots by the results of SOBEK analysis which indicated the junctions which has indicated potential water resources properly.

### B. Improvements of the monitoring techniques.

For the response of climate change, scenes of hydrological environment might change significantly, the importance is axiomatic of developing new monitoring techniques. However, important fluvial system and remote fluvial system has lack of precise record of hydrological data. In addition, converting QPESUMS for the improvement of monitoring system has not

becoming effective results due to the lack of depots for large-scale experiments and demonstration for the possible scenes. In conclusion, preliminary results has shown that the techniques of long-term monitoring network still need more investment of relating experiments and demonstration in various parts.

### C. Uncertainty of hydrological data

Responde to the urgent requests of analysis of hydrological datasets. Raster imagery dataset need more improvements to upgrade the efficiency and resolution in both of time and spatial scale. That is, hydrological data must be converted form “point” to “plane” dimension. Recent techniques has improved the time resolution into 1 record per 10 minutes. While the upgrades of time and spatial resolution has finished. Analysis and manipulation of data must be unified crossing different managements and offices to validate the standard of quality check.

#### (2) Goal

For the purpose of long-term promotion and converting various dataset efficiently for the sustainable development of water reosurces. This project had three main goals for the term-results.

A.Continuing hydrological monitoring, investigating infrastructures: setting new hydrological station, renewing instrument and maintenance services.

B. Developing hydrological service system, expand add-value applications of hydrological data: Data quality check and standard operating procedures.

C. Invention of new hydrological analysis techniques: Review and improvements of QPESUMS analysis and measurement methods.

#### (3) Procudures and methods

For the goals of this project, three main issues and procedures are listed in table 4

Table 4 3 problems and 3 ways

problems	ways
Increasing of the demands	setting new hydrological station, renewing instrument and maintenance services.
Improvements of the monitoring techniques	Review and improvements of QPESUMS analysis and measurement methods.
Uncertainty of hydrological data	Data quality check and standard operating procedures

### (3) Procedures and methods

This project will be executed in 6 year (From 2015 to 2020). Generally, setting new hydrological station, maintenance and TAF certification will be finished annually in each fluvial system. However, for the unexpected situation might be happened during actions, detail steps and term objectives will be modified by the scenes in each year.

To be specific, this project has focused on fluvial system by central government. This study has asked central government for the general founding which includes instruments, constructions and analysis costs in the future, the total amount of founding is 56.2 million NTD.

**Keywords: discharge measurement, shortage index,  $Q_{85}$ , sobek**

# 結論與建議

## 一、結論

- (一)已完(整蒐集北區中央管河川之重要堰壩、河川特性及河床底質資料，以及北區河川各轄管單位水文站及雨量站，包括本局、台電、中央氣象局、各地方水利會及河川局等；本局既有觀測系統包括水位流量站 5 站、雨量站 16 站資料等也完整蒐集。
- (二)三峽河(湊合橋與金敏橋)已完成量測 18 次平時流量量測及含砂量採樣。金敏橋之斷面寬度為 17 公尺，斷面最深可達至 2.2 公尺，平均流量為 4.45cms；湊合橋之斷面寬度為 22 公尺，斷面最深可至 1.9 公尺，其左右岸深度約為 0.5 公尺，平均流量為 8.68cms；打鐵坑溪斷面寬度約為 8 公尺，斷面深度最深為 0.6 公尺，平均流量為 0.55cms；含砂量採樣皆無明顯懸浮物質，水質良好。
- (三)本計畫選定兩處關鍵區域（三峽河、打鐵坑溪），應用 SOBEK-Scramental 降雨逕流模式，利用降雨、流量觀測資料與模式模擬結果，進行參數檢定，並根據檢定完成之參數，模擬三峽河湊合橋、打鐵坑溪第一水橋附近控制點之年平均流量，分別為 205 及 3.31 百萬立方公尺，經查石門水庫有效庫容為 209 百萬立方公尺，所以於三峽河湊合橋控制點之年流量若能有效蓄積，相當接近石門水庫有效庫容量；另打鐵坑溪年流量低，且水量已納入鳶山堰系統，不作另行開發。經本計畫研究結果發現，三峽河上游湊合橋位置，建議可設置為觀測點，將可估算三峽河之水資源量，進而掌握下游三峽堰之入流量。
- (四)SOBEK 模式經過檢定後，其模擬結果主要有四大應用：
1. 中低流量水資源分析：可得知  $Q_{85}$  以及 Sobek 所模擬出來的水資源，其中 Sobek 得出水資源多均小於  $Q_{85}$ 、三峽河稍大於  $Q_{85}$  及中低流量趨勢同  $Q_{85}$ 。
  2. 監測的關鍵點：藉由 Sobek 所模擬出來的水資源結果，可決定設置監測控制點的位置為何。
  3. 水文站的需求：依據 Sobek 模擬結果，可視當地水資源多寡，增設水文站，如三峽河為大豹溪與五寮河交匯處，流量充沛，但並無水文站。
  4. SI 缺水指數分析：Sobek 模擬出來的流量值，可當 SI 缺水指數的資料輸入，並考慮流量量測(高估或低估)之誤差對供水系統所造成之影響。

- (五)應用 SOBEK-Scramental 降雨逕流模式及水利署已檢定完成參數，針對蘭陽溪、花蓮溪、秀姑巒溪、頭前溪、鳳山溪，利用降雨觀測資料，模擬該等流域中上游區域之中低流量水資源分析，發現各流域中上游區域之中低流量模擬值與 Q85 值相近。除三峽河略大於 Q85，大部分流域均略小於 Q85，顯示該中低流量之保持水量足以供給地面水水權人所必需，而三峽河之水資源量更顯充沛。
- (六)本計畫蒐集國內外水文量測(雨量、水位及流量)技術，經本計畫分析後，針對北區水資源局既有測站之觀測技術與方法之改進，初步建議如下：
- 1 雨量:既有測站雨量計送至 TAF 認證機構檢校與傳輸設備汰舊換新。而中央氣象局劇烈天氣監測系統(QPESUMS)之雷達降雨值修正僅使用氣象局測站(多半在平地)，而北區水資源局測站多半於山區，若能將北區水資源局既有測站配合檢校過之雨量計資料納入考慮，則可提升山區降雨量測準確度
  - 2.流量(含流速、水位):以人員操作並拖曳 ADCP 量測河道之斷面、水深與流速，透過內建模組直接推算流量或是以流速面積法推估流量。
  - 3.自記量測系統:水位計校正、回傳系統汰換或改用更先進之儀器(如:雷達波流量計)。
- (七)依現有水文資料可進一步以水資源模式優選出最佳配水，在考慮流量量測之誤差(高估或低估)對供水系統所造成之影響時，初步以石門水庫入流量改變正負 20%(即 80~120%之入流條件)進行測試分析，缺水指數最高為 3.85，最低為 0.84，其差異約為 3；缺水率最高為 19.62%，最低為 9.17%，其差異可達 10%。修正缺水指標有 20%的機率可以超過 3.1(即平均缺水率為 17.6%)以及有 10%的機率可以超過 6.2(即平均缺水率為 24.9%)。
- (八)水文流量觀測誤差( $\pm 20\%$ )對系統之影響不顯著，40%流量變化，於桃園地區造成 10.5%缺水差異，於新竹地區僅有 1.4%。
- (九)蓄水設施之流量掌握因其可以於乾旱其間調配水量，相對於未控制流量川流取水之流量對於缺水指數之影響更為重要，對於缺水指數數值之影響，視應依不同系統予以分析方能確定。
- (十)新竹頭前溪流域無新開發之設施，上坪溪之流量變動顯著影響供水風險，另外上坪溪也屬於流量較大之主流，也為其需要精確掌握流量的原因之一。

(十一)依據北區河川 SOBEK 控制點，可作為架設流量水文站之依據。

目前建議湊合橋、第一鐵橋、五峰大橋、關西、家源橋、馬鞍溪橋及崙天大橋增設水文站，其他北區河川已有充足水文站，故不建議增設。

(十二)北區河川長期推動建議或計畫主要以三大方向為主：一為新設水文測站、更新維護與儀器購置，依據潛能水量分析的區域選定結果，做為架設水文站的考量，並固定維護水文站。二為 Qpesums 與量測技術更新檢討，藉由架設臨時水位站比對 Qpesums 上的資料進行驗證差異，以調整雨量觀測盲區之站網分布。三為自動化資料品管機制導入，持續進行水文資料及人工品管審核作業，與水文資料 QA/QC 相關功能。

## 二、建議

(一)根據大豹溪之湊合橋與打鐵坑溪之第一水橋附近作為控制點施測流量，並透過其結果率定 SOBEK 模式所需參數：經率定後，模擬流量值已逐能接近量測結果；若未來持續觀測，可使率定之參數值更符合實際。

(二)針對北區水資源局既有測站觀測方法提出建議：

1. 雨量：既有測站雨量計送至 TAF 認證機構檢校、既有回傳系統汰換更新，以利往後結合中央氣象局劇烈天氣監測系統 (QPESUMS)
2. 流量：既有測站水位計送至 TAF 認證機構檢校、既有回傳系統汰換更新；與廠商定期配合，進行 ADCP 巡測，取得斷面與流量資料以利後續率定流量-水位曲線。

(三)對於水資源開發觀測站網之位置，主要關鍵點為取水點之流量控制，包括未控制流量之取水與蓄水設施之取水或入流。蓄水設施之流量掌握因其可以於乾旱其間調配水量，故相對於未控制流量川流取水之流量對於缺水指數之影響更為重要，然對於缺水指數數值之影響，視開發項目之定位、於系統中之重要程度、現有供水狀況及風險等有所不同，無絕對之關係，應依不同系統予以分析方能確定。未來規劃上，建議可依此原則，主要著重於蓄水設施取水點之流量控制，次之為川流取水之取水控制以掌握關鍵之水文資訊。

(四)打鐵坑溪建議測量方式：建議採巡測方式進行流量量測，不建議另設測站：因平日水深不高，水位計容易測不準，採用直接量測為佳。若水量多或水位夠深時能採用便攜式 ADCP（小河、小渠專用）能為最佳，但施測點建議改為第一水橋，以利 ADCP 操作。由於水位不深(40~60cm)，也建議以人員操作表面流速儀配合箱尺方式進行流速量測較為簡便。

(五)三峽河建議測量方式建議採巡測方式進行流量量測，不建議另築測站：因觀測點處正好位於湊合橋，交通便利易巡測、儀器架設便利。量測方式以直接量測或間接量測皆可。直接量測可以一般 ADCP 進行巡測；若水位淺，建議以表面流速儀方式進行流速量測。未施測期間之每日流量水位變化，可參考三峽(2)流量站。間接量測可在湊合橋架設新式雷達波流量儀，直接量測每日流量。或是架設雷達波水位計，再以人員手持表面流速之方式於橋上推估流量（但該處易有渦流影響，故不太建議）。

(六)上坪溪建議測量方式：建議採巡測方式進行流量量測，不建議另築測站：因控制點處正好位於五峰大橋附近，交通便利易巡測、儀器架設便利。若水量多或水位夠深時(一般 ADCP 水深需大於 60 公分，或是採用便攜式 ADCP)，可以 ADCP 進行巡測；若水位淺，也建議以表面流速儀方式進行流速量測。未施測期間之每日流量水位變化，也可參考下游不遠處之上坪流量站。或是在五峰大橋架設流量儀，直接量測每日流量。

(七)依據北區河川長期推動建議或計畫三大方向，建議可編列預算六年共五千六百二十萬元，並依照推動措施優先度分為

- 1.最優先：儀器購置計畫、測站更新維護管理、TAF 認證、人員訓練、Qpesums 資料導入與量測分析。
- 2.次優先：三峽河、頭前溪水文站設置
- 3.一般：資料生產履歷制度推動、自動化資料品管機制導入、預期績效指標及評估基準

# 目 錄

摘 要 .....	摘-1
Abstract .....	A-1
結論與建議 .....	結-1
目 錄 .....	I
圖 目 錄 .....	III
表 目 錄 .....	XI
第壹章 前言 .....	1-1
1.1 計畫緣起 .....	1-1
1.2 計畫範圍與內容 .....	1-2
1.3 計畫成果 .....	1-3
1.4 工作流程 .....	1-4
1.5 國內外相關文獻蒐集探討 .....	1-4
1.6 報告章節摘要說明 .....	1-15
第貳章 北區河川基本水文、河相、重要構造物、測站及地面潛能水量調 查分析 .....	2-1
2.1 北區中央管河川基本資料調查 .....	2-3
2.2 重要堰、壩、橋梁等構造物調查 .....	2-26
2.3 河川特性 .....	2-32
2.4 既有水文測站調查 .....	2-56
2.5 北區水資源局水文觀測系統(以石門水庫上游集水區為例) .....	2-61
第參章 河道大斷面測量、平時流量量測及含砂量採樣 .....	3-1
3.1 北區河川地面潛能水量分析 .....	3-1
3.2 關鍵開發區域之觀測位置選定 .....	3-5
3.3 關鍵開發區域相關規劃說明 .....	3-38
3.4 觀測方式評估 .....	3-42
3.5 河道大斷面測量 .....	3-45
3.6 流量量測及含砂量採樣結果 .....	3-52
第肆章 水文觀測站技術改善及建議措施 .....	4-1
4.1 現有水文(雨量、水位及流量)觀測技術比較 .....	4-1
4.2 上游集水區控制點與關鍵開發區域之觀測位置及觀測方式建議 .....	4-65
4.3 北區水資源局既有測站技術改善與建議 .....	4-96
一、雨量 .....	4-97
第五章 水文觀測站資料品質及不同缺水指數(SI)供水能力之檢討分析 .....	5-1
5.1 新竹地區水資源系統 .....	5-7
5.1.1 研究範圍及設施背景資料概述 .....	5-8

5.1.2 水文流量蒐集與分析 .....	5-9
5.1.3 用水需求量蒐集與分析 .....	5-19
5.1.4 區域供水模型建立 .....	5-22
5.1.5 水資源系統分析及缺水指數評估 .....	5-25
5.2 桃園地區水資源系統 .....	5-31
5.2.1 研究範圍及設施背景資料概述 .....	5-31
5.2.2 水文流量蒐集與分析 .....	5-33
5.2.3 用水需求量蒐集與分析 .....	5-48
5.2.4 區域供水模型建立 .....	5-52
5.2.5 水資源系統分析及缺水指數評估 .....	5-56
5.3 水資源開發關鍵區域水文觀測資料需求建議 .....	5-92
第陸章 研提北區河川水資源觀測站網長期推動建議或計畫 .....	6-1
6.1 計畫緣起 .....	6-2
6.2 計畫目標 .....	6-5
6.3 執行策略及方法 .....	6-6
6.4 期程與經費需求 .....	6-24
第柒章 技術轉移及教育訓練 .....	7-1
參考文獻 .....	參-1
附錄一 會議意見回覆對照表 .....	附 1-1
附錄二 102 年水庫年報 .....	附 2-1
附錄三 外業實作數量 .....	附 3-1
附錄四 超音波式輸砂計量系統研發 .....	附 4-1
附錄五 教育訓練 .....	附 5-1
附錄六 供水能力及缺水指標(SI)案例分析 (現況供給現況需求) .....	附 6-1
附錄七 教育訓練簽到單 .....	附 7-1
附錄八 雙溪水庫量測建議 .....	附 8-1

# 圖目錄

圖 1-1	工作計畫流程圖 .....	1-4
圖 1-2	旋杯式流速儀 .....	1-7
圖 1-3	常見浮標類別及樣式 .....	1-7
圖 1-4	聲波杜卜勒流速儀 .....	1-8
圖 1-5	雷射杜卜勒流速儀 .....	1-8
圖 1-6	浮筒式水位計 .....	1-10
圖 1-7	超音波水位計 .....	1-10
圖 1-8	雷達波水位計 .....	1-10
圖 1-9	壓力式水位計 .....	1-10
圖 2-1	北區河川中央管河川水系位置圖 .....	2-1
圖 2-2	馬祖列島與台灣本島相對位置圖 .....	2-2
圖 2-3	淡水河流域範圍圖 .....	2-5
圖 2-4	磺溪流域範圍 .....	2-8
圖 2-5	鳳山溪流域範圍 .....	2-10
圖 2-6	頭前溪流域範圍 .....	2-12
圖 2-7	中港溪流域範圍 .....	2-14
圖 2-8	蘭陽溪流域範圍圖 .....	2-16
圖 2-9	和平溪流域範圍 .....	2-18
圖 2-10	花蓮溪流域範圍 .....	2-21
圖 2-11	秀姑巒流域範圍 .....	2-23
圖 2-12	北區河川橋梁分佈圖 .....	2-31
圖 2-13	頭前溪河道斷面歷年變化圖 .....	2-37
圖 2-14	宜蘭河河道變遷圖 .....	2-42
圖 2-15	羅東溪河道變遷圖 .....	2-42
圖 2-16	河川基本型態(A~G)分類圖 .....	2-43
圖 2-17	河段區位特性一覽圖 .....	2-47
圖 2-18	周邊土地利用特性一覽圖 .....	2-47
圖 2-19	和平溪水系縱斷面概圖 .....	2-49
圖 2-20	和平溪流域河川蜿蜒度分類圖 .....	2-49
圖 2-21	和平溪河系周邊土地利用分類圖 .....	2-50
圖 2-22	花蓮溪水系主、支流水道縱坡圖 .....	2-52
圖 2-23	秀姑巒溪河系已公告河川區域之河道高程縱剖面圖 .....	2-54
圖 2-24	北區河川雨量站分佈圖 .....	2-60
圖 2-25	北區河川水文站分佈圖 .....	2-60
圖 2-26	石門水庫集水區河川水位與流量站分佈圖 .....	2-64

圖 2-27	石門水庫集水區雨量站分佈圖 .....	2-64
圖 3-1	北區河川年蘊涵潛能水量圖 .....	3-2
圖 3-2	蘭陽區各月潛能水量( $Q_{85}$ ) .....	3-3
圖 3-3	花蓮區潛能水量( $Q_{85}$ ) .....	3-3
圖 3-4	桃竹區潛能水量 .....	3-4
圖 3-5	淡水河區潛能水量 .....	3-4
圖 3-6	Sacramento 降雨逕流模式 .....	3-6
圖 3-7	三峽河上游大豹溪和五寮溪集水區之大豹及熊空山雨量站 .....	3-16
圖 3-8	Sacramento model 參數輸入示意圖 .....	3-16
圖 3-9	雨量站 10 年時雨量組體圖：(A)大豹(B)熊空山(C)福山 .....	3-17
圖 3-10	湊合橋控制點 10 年之流量歷線圖 .....	3-18
圖 3-12	打鐵坑溪溪模擬結果與雨量、實測流量比較 .....	3-18
圖 3-13	北區潛能水量與人口密度圖 .....	3-20
圖 3-14	流域鄰近水文站位置圖 .....	3-24
圖 3-15	三峽河流域主要支流控制點面積範圍圖 .....	3-25
圖 3-16	大豹溪現勘位置圖 .....	3-26
圖 3-17	湊合橋現勘位置圖(圓號為測點) .....	3-27
圖 3-18	湊合橋現勘照片 .....	3-27
圖 3-19	金敏橋及大義橋現勘位置圖(圓號為測點) .....	3-28
圖 3-20	金敏橋現勘照片 .....	3-28
圖 3-21	大義橋現勘照片 .....	3-29
圖 3-22	東眼橋現勘位置圖(圓號為測點) .....	3-29
圖 3-23	東眼橋現勘照片 .....	3-29
圖 3-24	三峽河抽水站及取水口 .....	3-30
圖 3-25	打鐵坑溪現勘位置圖 .....	3-31
圖 3-26	大坪紅橋現勘位置圖 .....	3-32
圖 3-27	打鐵坑溪現勘照片 .....	3-32
圖 3-28	石門大圳取水口現勘位置圖 .....	3-33
圖 3-29	石門大圳現勘照片 .....	3-33
圖 3-30	清水坑遊客服務中心現勘位置圖 .....	3-34
圖 3-31	石門大圳現勘照片 .....	3-34
圖 3-34	頭前溪流域圖 .....	3-37
圖 3-35	淡水河流域可能壩堰址位置示意圖 .....	3-39
圖 3-36	工程佈設圖 .....	3-41
圖 3-37	大豹溪量測處 .....	3-44
圖 3-38	ADCP 操作示意圖 .....	3-44
圖 3-39	打鐵坑溪觀測示意圖 .....	3-45
圖 3-40	RIEGL VZ-400 與 FARO Focus 3D 資料畫面 .....	3-48

圖 3-41	湊合橋與金敏橋測量示意圖 .....	3-50
圖 3-42	Sontek M9 回傳資料畫面(水深).....	3-50
圖 3-43	打鐵坑溪斷面測量示意圖 .....	3-50
圖 3-44	打鐵坑溪斷面量測結果圖(20140721).....	3-51
圖 3-45	金敏橋流量.....	3-52
圖 3-46	湊合橋流量.....	3-53
圖 3-47	打鐵坑溪流量 .....	3-54
圖 3-48	水深量測及流速施測圖 .....	3-55
圖 3-49	含砂量採樣之儀器 .....	3-55
圖 3-50	含砂量採樣圖 .....	3-56
圖 4-1	傾斗式雨量計之構造 .....	4-1
圖 4-2	RA-P 記錄器外觀 .....	4-4
圖 4-3	PDA 進行資料接收之操作程序 .....	4-5
圖 4-4	水標尺及其設置 .....	4-6
圖 4-5	浮筒式水位計 .....	4-9
圖 4-6	水壓式水位計 .....	4-9
圖 4-7	超音波式水位計 .....	4-10
圖 4-8	雷達波式水位計 .....	4-10
圖 4-9	普萊氏流速儀及其構造 .....	4-13
圖 4-10	流速儀週邊設備 .....	4-13
圖 4-11	各種浮標示意圖 .....	4-14
圖 4-12	SVR 雷達測速槍.....	4-14
圖 4-13	浮標路徑觀測示意圖 .....	4-16
圖 4-14	平均斷面法之流量計算示意圖 .....	4-19
圖 4-15	浮標施測上下斷面平均面積法示意圖 .....	4-23
圖 4-16	USGS 水文站數據傳輸方式 .....	4-25
圖 4-17	DAA H-3553 氣泡式水位計.....	4-26
圖 4-18	RLR-0003 雷達波水位計 .....	4-26
圖 4-19	RLR-0003 雷達波水位計設置圖 .....	4-28
圖 4-20	RLR-0003 雷達波水位計原理 .....	4-28
圖 4-21	The Imaging Source 工業彩色相機運用於水位量測 .....	4-29
圖 4-22	USGS 人員小水深以電子水尺進行量測 .....	4-30
圖 4-23	USGS 橋測車 .....	4-31
圖 4-24	USGS 過河纜道 .....	4-31
圖 4-25	USGS 人員使用 ADCP 情形 .....	4-33
圖 4-26	USGS 不同 ADCP 用於水文站流量量測 .....	4-33
圖 4-27	USGS 以 ADCP 量測 Pearl River 流量 .....	4-34
圖 4-28	USGS 人員於遠端操作纜線牽引 ADCP 自動施測流量 .....	4-34

圖 4-29	OTT ADC 可攜式超聲波多普勒流量計 .....	4-35
圖 4-30	SOMMER RQ30 雷達波流量計 .....	4-36
圖 4-31	大陸常用雨量筒 .....	4-37
圖 4-32	SL3-1 傾斗式雨量計 .....	4-37
圖 4-33	Pluvio 稱重雨雪量計 .....	4-39
圖 4-34	安岩®AL-2 型水位計(浮筒式水位計).....	4-43
圖 4-35	SEBAPULS 雷達水位感測器 .....	4-44
圖 4-36	KH.WQX-1 型氣泡式水位計 .....	4-45
圖 4-37	SSCK-12AA 磁致伸縮式電子水尺 .....	4-46
圖 4-38	電子水尺安裝示意圖 .....	4-47
圖 4-39	電子水尺現地示意圖 .....	4-47
圖 4-40	RQ-24 非接觸雷達流量計 .....	4-52
圖 4-41	RG-24 非接觸雷達流量計於大陸應用情況 .....	4-53
圖 4-42	秤重式雨量計 .....	4-55
圖 4-43	三維雨量計 .....	4-55
圖 4-44	日本雷達雨量計觀測局 .....	4-56
圖 4-45	日本建設省管轄雷達雨量計涵蓋範圍 .....	4-56
圖 4-46	雷達雨量計與降雨關係及範圍 .....	4-57
圖 4-47	磁力浮筒式水位計設置實例 .....	4-57
圖 4-48	日本水位、水情即時回報系統(I) .....	4-58
圖 4-49	日本水位、水情即時回報系統(II) .....	4-58
圖 4-50	日本水位、水情即時回報系統(III) .....	4-59
圖 4-51	日本水位、水情即時回報系統(IV) .....	4-59
圖 4-52	洪水時 ADCP 巡測概念圖 .....	4-60
圖 4-53	日本各種單次觀測方式之適用範圍概念圖 .....	4-61
圖 4-54	日本水中流速計 .....	4-61
圖 4-55	水文站標準布置圖 .....	4-67
圖 4-56	中央氣象局劇烈天氣監測系統 QPESUMS 首頁畫面 .....	4-69
圖 4-57	FEWS 模組架構 .....	4-73
圖 4-58	FEWS_TAIWAN 系統架構圖 .....	4-73
圖 4-59	FEWS 資料處理架構圖 .....	4-73
圖 4-60	FEWS_TAIWAN .....	4-74
圖 4-61	淡水河流域 FEWS .....	4-74
圖 4-62	濁水溪流域 FEWS .....	4-75
圖 4-63	輸入流程 .....	4-75
圖 4-64	地圖資訊介面 .....	4-76
圖 4-65	觀測水位資料 .....	4-76
圖 4-66	同時比較兩測站的資料 .....	4-77

圖 4-67	選擇預報流程 .....	4-77
圖 4-68	預報管理介面 .....	4-78
圖 4-69	預報結果.....	4-78
圖 4-71	大豹溪每月中低流量平均(SOBEK).....	4-80
圖 4-72	蘭陽區水系.....	4-81
圖 4-73	蘭陽溪上游每月中低流量平均(SOBEK) .....	4-82
圖 4-74	蘭陽溪流量站分布 .....	4-82
圖 4-76	花蓮溪上游每月中低流量平均(SOBEK) .....	4-84
圖 4-77	花蓮溪上游流量站分布 .....	4-84
圖 4-78	秀姑巒溪上游每月中低流量平均(SOBEK) .....	4-85
圖 4-79	秀姑巒溪上游流量站分布(灰圈處水位站).....	4-85
圖 4-80	鳳山溪上游每月中低流量平均(SOBEK) .....	4-87
圖 4-81	鳳山溪上游水位站分布 .....	4-87
圖 4-84	大豹溪測量與模擬結果 .....	4-91
圖 4-85	打鐵坑溪測量與模擬結果 .....	4-91
圖 4-86	大豹溪控制點位 .....	4-92
圖 4-90	頭前溪上游每月平均中低流量(SOBEK) .....	4-94
圖 4-92	經濟部水文技術改善既定方向(104~109 年) .....	4-96
圖 4-93	經濟部水文技術改善實施整體架構圖 .....	4-96
圖 4-94	傾斗式雨量計系統誤差造成觀測雨量低估情形 .....	4-97
圖 4-95	台大水工所檢校實驗室成果 .....	4-98
圖 4-96	蘇拉颱風 QPESUMS 雷達降雨圖於北區河川範圍.....	4-99
圖 4-97	鎮西堡實測 (上)與 QPESUMS (下)小時雨量資料直條圖 .....	4-99
圖 4-98	鎮西堡實測 (橫)與 QPESUMS (縱)小時雨量決定係數圖 .....	4-100
圖 4-99	霞雲實測 (上)與 QPESUMS (下)小時雨量資料直條圖 .....	4-100
圖 4-100	霞雲實測 (橫)與 QPESUMS (縱)小時雨量決定係數圖 .....	4-101
圖 4-101	雨量誤差與修正建議 .....	4-102
圖 4-102	洪水時 ADCP 巡測概念圖.....	4-106
圖 4-103	ADCP 洪水測量構成.....	4-106
圖 4-104	現地洪水量測配置 .....	4-107
圖 4-105	ADCP 航跡(紅)與 RTK-GPS(藍)修正後航跡.....	4-107
圖 4-106	利用 RTK-GPS 於高流速航跡直線化修正.....	4-108
圖 4-107	SOMMER RQ30 雷達波流量計 .....	4-110
圖 5-1	本工作大項之整體研究架構.....	5-5
圖 5-2	供水系統單元示意圖 .....	5-6
圖 5-3	新竹地區、頭前溪水資源系統架構 .....	5-8
圖 5-4	油羅溪 2004 年至 2012 年各旬入流量 .....	5-12
圖 5-5	油羅溪 2004 年至 2012 年各旬入流量歷年平均 .....	5-12

圖 5-6	油羅溪 2004 年至 2012 年各旬入流量標準差 .....	5-12
圖 5-7	油羅溪 2004 年至 2012 年各旬入流量及信心區間 .....	5-13
圖 5-8	油羅溪 2004 年至 2012 年落於信心區間外之各旬入流量 .....	5-13
圖 5-9	油羅溪 2004 年至 2012 年各旬入流量變化 .....	5-13
圖 5-10	上坪溪 2006 年至 2012 年各旬入流量 .....	5-14
圖 5-11	上坪溪 2006 年至 2012 年各旬入流量歷年平均 .....	5-14
圖 5-12	上坪溪 2006 年至 2012 年各旬入流量標準差 .....	5-14
圖 5-13	上坪溪 2006 年至 2012 年各旬入流量及信心區間 .....	5-15
圖 5-14	上坪溪 2006 年至 2012 年落於信心區間外之各旬入流量 .....	5-15
圖 5-15	上坪溪 2006 年至 2012 年各旬入流量變化 .....	5-15
圖 5-16	油羅溪入流量歷年統計數據 .....	5-16
圖 5-17	油羅溪入流量趨勢分析 .....	5-16
圖 5-18	上坪溪入流量歷年統計數據 .....	5-17
圖 5-19	上坪溪入流量趨勢分析 .....	5-17
圖 5-20	油羅溪流量超越機率曲線 .....	5-18
圖 5-21	上坪溪流量超越機率曲線 .....	5-18
圖 5-22	新竹地區公共用水供需圖 .....	5-20
圖 5-23	頭前溪各水源設施運用流程圖 .....	5-24
圖 5-24	桃園地區主要設施配置圖 .....	5-32
圖 5-25	石門水庫 1958 年至 2014 年各旬入流量 .....	5-37
圖 5-26	石門水庫 1958 年至 2014 年各旬入流量歷年平均 .....	5-37
圖 5-27	石門水庫 1958 年至 2014 年各旬入流量標準差 .....	5-37
圖 5-28	石門水庫 1958 年至 2014 年各旬入流量及信心區間 .....	5-38
圖 5-29	石門水庫 1958 年至 2014 年落於信心區間外之各旬入流量 .....	5-38
圖 5-30	石門水庫 1958 年至 2014 年各旬入流量變化 .....	5-38
圖 5-31	鳶山堰 1958 年至 2014 年各旬入流量 .....	5-39
圖 5-32	鳶山堰 1958 年至 2014 年各旬側入流量歷年平均 .....	5-39
圖 5-33	鳶山堰 1958 年至 2014 年各旬側入流量標準差 .....	5-39
圖 5-34	鳶山堰 1958 年至 2014 年各旬側入流量及信心區間 .....	5-40
圖 5-35	鳶山堰 1958 年至 2014 年落於信心區間外之各旬側入流量 .....	5-40
圖 5-36	鳶山堰 1958 年至 2014 年各旬側入流量變化 .....	5-40
圖 5-37	三峽河 1958 年至 2014 年各旬入流量 .....	5-41
圖 5-38	三峽河 1958 年至 2014 年各旬入流量歷年平均 .....	5-41
圖 5-39	三峽河 1958 年至 2014 年各旬入流量標準 .....	5-41
圖 5-40	三峽河 1958 年至 2014 年各旬入流量及信心區間 .....	5-42
圖 5-41	三峽河 1958 年至 2014 年落於信心區間外之各旬入流量 .....	5-42
圖 5-42	三峽河 1958 年至 2014 年各旬入流量變化 .....	5-42
圖 5-43	石門水庫入流量歷年統計數據 .....	5-43

圖 5-44	石門水庫入流量趨勢分析 .....	5-43
圖 5-45	鳶山堰側入流量歷年統計數據 .....	5-44
圖 5-46	鳶山堰側入流量趨勢分析 .....	5-44
圖 5-47	三峽河流量歷年統計數據 .....	5-45
圖 5-48	三峽河流量趨勢分析 .....	5-45
圖 5-49	石門入庫流量超越機率曲線 .....	5-47
圖 5-50	鳶山堰側入流量超越機率曲線 .....	5-47
圖 5-51	三峽河流量超越機率曲線 .....	5-47
圖 5-52	桃園地區公共用水供需圖 .....	5-49
圖 5-53	各旬需水量變化 .....	5-49
圖 5-54	桃園地區供水系統最佳化分析網路圖 .....	5-53
圖 5-55	2002 年庫容、入流量、溢流量、需求供給及缺水率變化 .....	5-58
圖 5-56	2003 年庫容、入流量、溢流量、需求供給及缺水率變化 .....	5-59
圖 5-57	2007 年庫容、入流量、溢流量、需求供給及缺水率變化 .....	5-60
圖 5-58	2012 年庫容、入流量、溢流量、需求供給及缺水率變化 .....	5-61
圖 5-59	1958 年至 2014 年石門水庫各旬蓄水量 .....	5-62
圖 5-60	1958 年至 2014 年石門水庫各旬供水量 .....	5-63
圖 5-61	石門水庫 1958 年至 2014 年各年平均缺水率 .....	5-64
圖 5-62	石門水庫 1958 年至 2014 年各旬平均缺水率 .....	5-64
圖 5-63	水率超越機率圖 .....	5-65
圖 5-64	石門水庫 1958 年至 2014 年之逐年逐旬缺水率 .....	5-66
圖 5-65	石門水庫 1958 年至 2014 年各年平均缺水率 .....	5-66
圖 5-66	石門水庫 1958 年至 2014 年各旬平均缺水率 .....	5-67
圖 5-67	平均缺水率超越機率圖 .....	5-67
圖 5-68	石門水庫 1958 年至 2014 年之逐年逐旬缺水率 .....	5-69
圖 5-69	石門水庫 1958 年至 2014 年各年平均缺水率 .....	5-69
圖 5-70	石門水庫 1958 年至 2014 年各旬平均缺水率 .....	5-70
圖 5-71	平均缺水率超越機率圖 .....	5-70
圖 5-72	石門水庫 1958 年至 2014 年之逐年逐旬缺水率 .....	5-72
圖 5-73	石門水庫 1958 年至 2014 年各年平均缺水率 .....	5-72
圖 5-74	石門水庫 1958 年至 2014 年各旬平均缺水率 .....	5-73
圖 5-75	平均缺水率超越機率圖 .....	5-73
圖 5-76	石門水庫 1958 年至 2014 年之逐年逐旬缺水率 .....	5-74
圖 5-77	石門水庫 1958 年至 2014 年各年平均缺水率 .....	5-75
圖 5-78	石門水庫 1958 年至 2014 年各旬平均缺水率 .....	5-75
圖 5-79	平均缺水率超越機率圖 .....	5-76
圖 5-80	石門水庫 1958 年至 2014 年之逐年逐旬缺水率 .....	5-77
圖 5-81	石門水庫 1958 年至 2014 年各年平均缺水率 .....	5-77

圖 5-82	石門水庫 1958 年至 2014 年各旬平均缺水率 .....	5-78
圖 5-83	平均缺水率超越機率圖 .....	5-78
圖 5-84	石門水庫 1958 年至 2014 年之逐年逐旬缺水率 .....	5-79
圖 5-85	石門水庫 1958 年至 2014 年各年平均缺水率 .....	5-80
圖 5-86	石門水庫 1958 年至 2014 年各旬平均缺水率 .....	5-80
圖 5-87	平均缺水率超越機率圖 .....	5-81
圖 5-88	石門水庫 1958 年至 2014 年逐年逐旬缺水率 .....	5-82
圖 5-89	石門水庫 1958 年至 2014 年各年平均缺水率 .....	5-82
圖 5-90	石門水庫 1958 年至 2014 年各旬平均缺水率 .....	5-83
圖 5-91	平均缺水率超越機率圖 .....	5-83
圖 5-92	石門水庫 1958 年至 2014 年逐年逐旬缺水率 .....	5-84
圖 5-93	石門水庫 1958 年至 2014 各年平均缺水率 .....	5-85
圖 5-94	石門水庫 1958 年至 2014 年各旬平均缺水率 .....	5-85
圖 5-95	平均缺水率超越機率圖 .....	5-86
圖 5-96	石門水庫 1958 年至 2014 年逐年逐旬缺水率 .....	5-87
圖 5-97	石門水庫 1958 年至 2014 各年平均缺水率 .....	5-88
圖 5-98	石門水庫 1958 年至 2014 年各旬平均缺水率 .....	5-88
圖 5-99	平均缺水率超越機率圖 .....	5-89
圖 5-100	石門水庫 1958 年至 2014 年逐年逐旬缺水率 .....	5-90
圖 5-101	石門水庫 1958 年至 2014 各年平均缺水率 .....	5-90
圖 5-102	石門水庫 1958 年至 2014 年各旬平均缺水率 .....	5-91
圖 5-103	平均缺水率超越機率圖 .....	5-91
圖 5-104	流量延時曲線(FDC).....	5-93
圖 5-105	石門水庫 1958 年至 2014 各年平均缺水指標 .....	5-94
圖 5-106	石門水庫 1958 年至 2014 年各旬平均缺水指標 .....	5-95
圖 5-107	修正缺水指標超越機率圖 .....	5-95
圖 6-1	桃園地區公共給水系統水源供應分析圖 .....	6-4
圖 6-2	北區河川控制點觀測建議 .....	6-8
圖 6-3	北水局現有雨量站 .....	6-10
圖 6-4	現場維護保養作業基本流程 .....	6-10
圖 6-5	雨量站維護保養步驟 1：觀測站環境檢視與維護 .....	6-14
圖 6-6	雨量站維護保養步驟 2：雨量筒檢視與維護(1/2) .....	6-14
圖 6-7	雨量站維護保養步驟 2：雨量筒檢視與維護(2/2) .....	6-15
圖 6-8	雨量站維護保養步驟 3：記錄器檢視與維護 .....	6-16
圖 6-9	雨量站維護保養步驟 4：傳輸設備檢視與維護(1/2) .....	6-16
圖 6-10	雨量站維護保養步驟 4：傳輸設備檢視與維護(2/2) .....	6-17
圖 7-1	教育訓練，講師群 .....	7-5
圖 7-2	教育訓練，野外實測與討論 .....	7-6

# 表 目 錄

表 1-1	流速觀測相關文獻 .....	1-8
表 1-2	水位計相關蒐集文獻 .....	1-11
表 1-3	流量計相關蒐集文獻 .....	1-12
表 2-1	北區中央管河川流域概況表 .....	2-24
表 2-2	北區中央管河川氣象水文及取水設施彙整表 .....	2-25
表 2-3	淡水河重要堰、壩調查表 .....	2-27
表 2-4	淡水河重要堰、壩調查表(續).....	2-27
表 2-5	淡水河流域重要橋梁調查表 .....	2-28
表 2-6	礮溪流域重要橋梁調查表 .....	2-28
表 2-7	鳳山溪流域重要橋梁調查表 .....	2-28
表 2-8	頭前溪重要堰、壩調查表 .....	2-29
表 2-9	頭前溪流域重要橋梁調查表 .....	2-29
表 2-10	蘭陽溪重要堰、壩調查表 .....	2-29
表 2-11	蘭陽溪流域重要橋梁調查表 .....	2-29
表 2-12	花蓮地區重要堰、壩調查表 .....	2-30
表 2-13	花蓮地區重要橋梁調查表 .....	2-30
表 2-14	馬祖地區重要堰、壩調查表 .....	2-30
表 2-15	礮溪主流歷年河道平均坡度 .....	2-35
表 2-16	鳳山溪流域各河段平均坡降分布表 .....	2-35
表 2-17	鳳山溪流域 98 年粒徑分布表 .....	2-36
表 2-18	88 年度頭前溪各斷面河床質粒徑分析成果表 .....	2-38
表 2-19	94 年度頭前溪各斷面河床質平均粒徑與代表粒徑分析成果表 .....	2-38
表 2-20	88 年與 94 年河床質資料表較表 .....	2-38
表 2-21	底質型態分類系統表 .....	2-39
表 2-22	中港溪主流各樣點物理因子調查結果表 .....	2-40
表 2-23	河川流路型態特性(Lane)表.....	2-44
表 2-24	本土化河川主流型態分類表 .....	2-45
表 2-25	河川基本型態分類表 .....	2-46
表 2-26	和平溪河川型態調查成果表 .....	2-48
表 2-27	和平溪之河段區位與周遭土地利用表 .....	2-50
表 2-28	水面寬及流速測線間距對照表 .....	2-57
表 2-29	北區河川各轄管單位水文站及雨量站彙整表 .....	2-58
表 2-30	北區河川各轄管單位水文站及雨量站彙整表(續).....	2-59
表 2-31	石門水庫上游集水區雨量站儀器設備之概況表 .....	2-62

表 2-32	石門水庫集水區水位與流量站基本資料 .....	2-62
表 2-33	石門水庫集水區雨量站基本資料 .....	2-63
表 3-1	北區河川年蘊涵潛能水量 .....	3-2
表 3-2	Sacramento model 參數設定值及範圍 .....	3-14
表 3-3	Sacramento model 參數使用值 .....	3-14
表 3-4	三峽河流域各控制點面積一覽表 .....	3-23
表 3-5	大豹溪各觀測點流況 .....	3-30
表 3-6	打鐵坑溪各觀測點流況 .....	3-35
表 3-7	近年水規所北區水資源規劃資料 .....	3-38
表 3-8	針對關鍵區域使用之流速量測儀器之原理及優點 .....	3-43
表 3-9	RIEGL VZ-400 介紹 .....	3-46
表 3-10	FARO Focus 3D 介紹 .....	3-47
表 3-11	Sontek M9 介紹 .....	3-49
表 3-12	金敏橋與湊合橋之流量 .....	3-53
表 3-13	打鐵坑溪流量 .....	3-54
表 4-1	傾斗式雨量計規格一覽表 .....	4-2
表 4-2	雨量記錄器使用記載表 .....	4-4
表 4-3	水標尺樣式 .....	4-7
表 4-4	不同型式之自記水位計優缺點比較 .....	4-10
表 4-5	不同水深之流速測定方法 .....	4-15
表 4-6	流量量測記載表 .....	4-18
表 4-7	流量施測記錄 .....	4-20
表 4-8	平均斷面法流量計算表 .....	4-21
表 4-9	近年新研發（非捕式）雨量計概況表 .....	4-24
表 4-10	2014 年 USGS 水位觀測採用儀器/設備評估 .....	4-25
表 4-11	SL3-1 傾斗式雨量計規格 .....	4-38
表 4-12	Pluvio 稱重雨雪量計規格 .....	4-39
表 4-13	水位觀測方式參考表 .....	4-41
表 4-14	水位站觀測設施建設和儀器設備裝備表 .....	4-42
表 4-15	岩®AL-2 型水位計規格 .....	4-43
表 4-16	大陸流量量測方法參考表 .....	4-48
表 4-17	大陸流量測驗設施設備配置表 .....	4-48
表 4-18	大陸與 WTO 國際標準之流量量測比較 .....	4-50
表 4-19	國內外雨量監測技術比較表 .....	4-62
表 4-20	國內外水文監測技術比較表 .....	4-63
表 4-21	設站條件檢視簡表 .....	4-68
表 4-22	各分區潛能水量與需水人口 .....	4-89
表 4-23	大陸流量量測方法參考表 .....	4-104

表 4-24	高流量與洪水時期常用量測法誤差 .....	4-105
表 4-25	流量測驗設施設備配置表 .....	4-108
表 5-1	歷年各旬平均入流量與標準差 .....	5-11
表 5-2	頭前溪主要控制點下游各標的用水保留水量分析 .....	5-21
表 5-3	本模式 92 年之分析結果(單位萬立方米).....	5-27
表 5-4	本計畫模式分析頭前溪水源設施現況供水 43 萬 CMD 歷年統計 結果.....	5-28
表 5-5	本計畫模式分析頭前溪水源設施增加至供水 50 萬 CMD 歷年統 計結果.....	5-28
表 5-6	本計畫模式分析頭前溪水源設施現況供水 43 萬 CMD 旬平均統計 結果.....	5-29
表 5-7	本計畫模式分析頭前溪水源設施增加至供水 50 萬 CMD 旬平均統 計結果.....	5-30
表 5-8	歷年各旬平均入流量與標準差 .....	5-36
表 5-9	石門水庫民國 101 年平均計畫配水量 .....	5-50
表 5-10	石門水庫民國 98-102 年平均計畫配水量 .....	5-51
表 5-11	入流量與各類標的之總需求量 .....	5-52
表 5-12	民國 101 年石門水庫計畫配水量及實際用水量比較表 .....	5-57
表 5-13	趨勢中成長目標年公共用水量 .....	5-68
表 5-14	不同氣候環流模式分析之結果 .....	5-86
表 5-15	石門水庫入流量改變對缺水指數之影響 .....	5-94
表 5-16	水文條件變動下對於缺水指數、修正缺水指數、缺水率之影響 .....	5-97
表 6-1	三大問題及因應方法 .....	6-6
表 6-2	北區河川潛能水量 .....	6-7
表 6-3	定期維護表(雨量站).....	6-11
表 6-4	定期維護表(水位站).....	6-12
表 6-5	自記型壓力式水位計價目表 .....	6-18
表 6-6	壓力式水位計規格介紹 .....	6-18
表 6-7	傳輸型壓力式水位計價目表 .....	6-18
表 6-8	績效評估基準 .....	6-22
表 6-9	各項策略與推動措施之分年實施進度表 .....	6-23
表 6-10	台灣水文觀測計畫(104 年~109 年)各年度經費編列 .....	6-24
表 7-1	教育訓練課程規劃 .....	7-2
表 7-2	教育訓練交流內容 .....	7-3

# 第壹章 前言

## 1.1 計畫緣起

台灣地區之水資源環境日趨複雜，水資源之政策須為前瞻性之規劃與調整，並考量短、中、長期之用水需求作最佳決策，北區水資源局(以下簡稱本局)轄管自中港溪以北至秀姑巒溪以北，包含新竹縣、新竹市、桃園縣、新北市、台北市、基隆市、宜蘭縣、花蓮縣及連江縣等地區之水資源管理、調配及開發，近年北部地區公共用水需求持續成長，加之氣候變遷澇旱加劇，今日抗旱，明日防汛的情景日益頻繁出現。本局轄區內包含台灣政治、經濟乃至科技重心，穩定水資源供應確保用水無虞，開發新興及傳統水資源增加調配彈性乃至水資源永續經營為本局重要工作職掌及願景。

面對近年氣候變遷問題，水資源開發仍是一項長期且需持續努力的工作，而水文觀測資料為水資源開發中極重要之基本資料。如今政府日益重視防災工作，觀念已轉向防災優於救災，經由水文資料提前預警已成為必須，無論雨量、水位、流量皆被要求須快速準確得知，而目前雨量、水位觀測容易，皆有自動化直接觀測設備，惟流量部份，容易產生較大之不確定因素。近年來水利署及所屬機關皆持續辦理流量觀測技術之研究及改善計畫，其計畫目的多以「河川防災」角度為出發點，尤其針對高流量或全洪程觀測著墨甚深，然以「水資源需求」角度出發檢討水文站網乃至觀測技術者甚少。就水資源觀點而言，受限河川地勢變化陡峭及蓄水量限制，洪颶期間之高流量往往直奔入海無法有效利用，中、低流量之利用及觀測反為重點。台灣地區河川特性迥異於歐美大陸型國家，平時為涓涓細流，颶洪時期為高強度高含砂量之洪流，斷面沖淤變化甚大，流路改變快速，且豐、枯水期逕流量比例差異大，無論是採自動或人工流量觀測皆觀測不易。且除部分自動化測站外，國內之流量觀測工作，長久以來仍仰賴傳統人工觀測方式進行，中、低流量之觀測常須渡河入水，此項工作耗時、危險且精度不易控制。然採固定式自動觀測站者，水文站往往設於橋、堰等固定控制斷面，惟台灣河川同一斷面、流路變化甚大，受限儀器位置及技術，亦往往無法正確觀測中、低流量，加之流量主要仰賴間接推求之方式，量測精準度就可能造成水量誤判，影響河川水資源潛勢之推估。

本計畫從水資源開發需求角度出發，檢討評估北區河川現有水文觀測站觀測品質、站網佈設合理性及觀測方法之適切性，研提具體改善建議措施及實施計畫，據以長期推動，以提昇水文觀測品質及水資源開發評估可靠度。

## 1.2 計畫範圍與內容

本計畫為 1 年計畫，計畫範圍調查工作至少應包含北區中央管河川，模式分析應至少挑選 2 條關鍵河川或溪流，由乙方提出建議，甲方擇定，並補充該區不足之流量量測，本年度計畫內容說明如後：

1.北區河川基本水文、河相特性分析及重要堰壩橋梁等構造物調查、既有水文測站調查(至少應包含北區中央管河川)

(1)針對北區河川水文、河相特性及流域規模等進行描述分析。

(2)重要堰、壩橋、橋梁物可能之控制斷面調查。

(3)調查北區中央管河川既有水文測站(水位及流量)，並詳述其量測方法。流量採人工測量者，應確認其量測斷面位置。

2.平時流量量測及含砂量採樣(選定區域)

配合水資源開發選定關鍵區域，至少挑選 2 處(如：三峽河、打鐵坑溪、雙溪...等)補充該區不足之流量調查資料，約每月 2 次。

3.河道大斷面測量(選定區域)

配合前述選定關鍵區域(2 處)量測河道斷面。

4.水資源開發水文資料需求分析、現有水文觀測站資料品質檢討及分析不同缺水指數(SI)下之供水能力

(1)以水資源開發角度，配合水資源潛能區位分析方法，提出應有之水文資料需求建議。

(2)配合既有水文觀測資料，如中、低流量紀錄等，檢討其準確性、適用性及應用瓶頸。

(3)針對選定之水資源開發關鍵區域(考量大漢溪石門水庫系統或需求)建置模式分析不同缺水指數(SI)之供水能力，以做為評估水庫淤積、供水能力及水源運用情勢的評估。

5.研提北區河川水資源水文觀測站技術改善及建議措施

(1)現有水文(雨量、水位及流量)觀測技術比較。

(2) 配合各河川特性，以水資源開發角度考量，提出建議之水文資料觀測方式，並研提既有測站技術改善措施。

#### 6. 研提北區河川水資源觀測站網長期推動建議或計畫

配合上揭水資源開發潛能區位，研提北區河川水資源觀測站網長期推動建議。

#### 7. 技術轉移及教育訓練

資料建檔並配合本計畫調查資料、流量量測及分析模式等進行1場教育訓練。

### 1.3 計畫成果

(一) 完成北區河川基本水文、河相特性分析及重要堰壩橋梁等構造物調查、既有水位、流量、雨量測站調查。

(二) 完成18次平時流量量測及含砂量採樣。金敏橋7月平均流量3.6cms、8月5.2cms、9月13.2cms、10月5.3cms、11月2.7cms；湊合橋7月平均流量10.6cms、8月6.8cms、9月16.4cms、10月5cms、11月2.7cms；打鐵坑7月平均流量0.6cms、8月0.48cms、9月0.4cms、10月0.2cms、11月0.26cms，含砂量皆無明顯殘留物。

(三) 完成金敏橋、湊合橋及打鐵坑溪河道大斷面測量，金敏橋之斷面寬度為17公尺，斷面最深可達至2.2公尺；湊合橋之斷面寬度為22公尺，斷面最深可至1.9公尺，其左右岸深度約為0.5公尺；打鐵坑溪斷面寬度約為8公尺，斷面深度最深為0.6公尺。

(四) 完成桃園地區石門水庫及新竹地區水資源開發水文資料需求分析、現有水文觀測站資料品質檢討及分析不同缺水指數(SI)下之供水能力。

(五) 國內外現有水文觀測技術比較，及北區各大水系 $Q_{85}$ 潛能水量推估、配合SOBEK降雨逕流模式進行關鍵選定區域控制點流量推估。

(六) 國內外目前主流與研發中之水文量測(雨量、水位及流量)技術相關資料已收集完成，並根據文中先進國家量測方式，針對北區水資源局既有測站觀測方法提出1. 雨量：既有測站雨量計送至TAF認證機構檢校、結合中央氣象局劇烈天氣監測系統(QPESUMS)。2. 流量(包

含流量、水位)：人員諒測法：以人員操作並拖曳 ADCP量測河道之斷面。間接觀測法：建立傳統水位或流量測站(架設水位計、流速儀率定流量-水位曲線)。非接觸式雷達流量儀(以雷達波測得斷面水深與流速，直接測得流量)。

- (七) 北區河川長期推動建議或計畫主要以三大方向為主：一為新設水文站建置與儀器購置計畫，依據潛能水量分析的區域選定結果，做為水文測站、更新維護及儀器購置。二為Qpesums資料導入與量測技術更新，藉由架設臨時水位站比對Qpesums上的資料進行驗證差異，以調整雨量觀測盲區之站網分布。三為自動化資料品管機制導入，持續進行水文資料及人工品管審核作業，與水文資料QA/QC相關功能。

#### 1.4 工作流程

本計畫工作計畫流程如圖 1-1 所述。

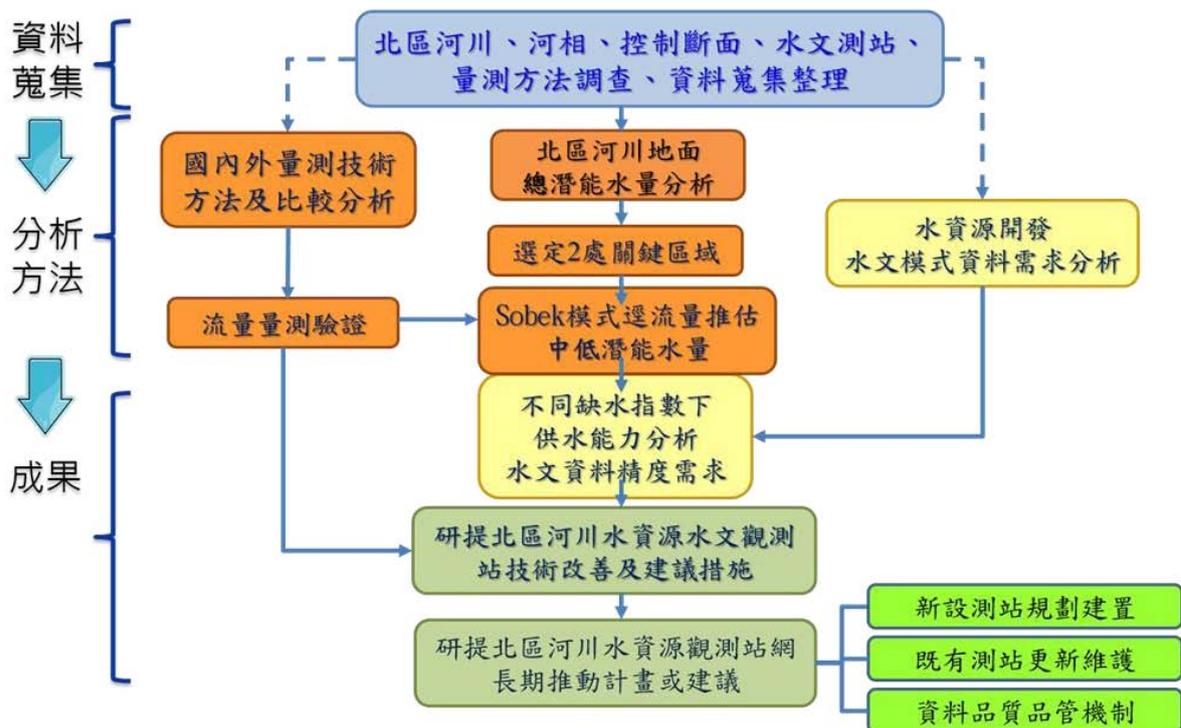


圖1-1 工作計畫流程圖

#### 1.5 國內外相關文獻蒐集探討

近幾年來的國外儀器研發方向，日本除以浮標法為標準洪水流量觀測法並檢討各類浮標係數值外，為克服浮標觀測

實務問題，同時朝超音波式、光學式流速儀，以及雷達波式流速儀等方向發展。美國 USGS ( Geological Survey, Department of the Interior, USA) 以高水流況中可精確且安全地觀測為發展主軸，規劃發展建構新型測站技術；中國大陸除漸採聲波都普勒剖面流速儀 ( ADCP ; Acoustic Doppler Current Profiler ) 及雷達波表面流速儀進行河川流量觀測外，另進行光電非接觸式表面流速量測系統之研發；美國及日本近來亦逐漸發展 LSPIV ( Large-Scale Particle Image Velocimetry, 簡稱 LSPIV ) 技術，藉河岸斜攝影像進行河川表面流速場之測定以推計流量。

綜合上述，為提昇河川流量觀測準確性及適用高流量及高流速量測環境，目前世界各國大致朝向非接觸式量測系統方向發展。以下就針對蒐集之文獻進行分類並做摘要性說明。

## 一、測量方法

一般多以水位觀測值利用原率定曲線延伸外插方式推計流量，惟此推計值之準確度較難掌握。為能克服水位觀測間接推計流量面臨問題，一般即以坡度面積法 ( Slope-Area Method )、聲波都普勒流速儀或側掃式聲波都普勒流速儀 ( ADCP 或 H-ADCP ) 等直接量測法進行流量觀測工作，期克服洪水期間無法觀測之問題。以下將介紹坡度面積法及表面流速法。

### (一) 坡度面積法

使用坡度面積法應注意適用於緩坡與邊坡均勻直河段，並選取河道上下游施測斷面。一般係應用於具穩定底床與邊坡之勻直河應可相當準確地推算流量。其中，流速之推估係以曼寧公式為之，乘以斷面積後，可得斷面平均流速  $Q$  (宋長虹等人，2010)。

### (二) 表面流速法

由微波雷達表面流速儀測得表面流速後，即可利用指數律速度剖面公式推算平均流速及水深，進而得知無因次表面速度參數與無因次水深參數之速剖關係，此關係將隨河川底床沖淤變化有關。由推算之平均流速及水深據以推計流量，其步驟有三，1. 橫斷面由表面流速分段計算水深與平均流速。2. 計算分段通水面積與平均流速之乘積。3. 總合分段流量值  $Q$ 。

## 二、水文觀測

台灣光復後歷經多次水利機關沿革改組，並實施相關水文網實施計畫之發展，水文觀測工作之規模及實施內容已日趨成熟穩定。但近年來，由於政府人力精簡及資深觀測人員老化、逐步退休之影響，無論是年輕之新進從業人員或是民間受委託之觀測單位，均面臨經驗不足與技術傳承不易之困難。因此，有必要蒐集及檢討目前相關之水文觀測實務方法與技術，以進一步探討各適宜性與限制。

### (一)流速觀測

蒐集國內相關文獻資料，經本計畫整理後，整理後詳如表 1-1 所示，流速量測係指於流量測驗時，量測其通水斷面在各測線位置之表面或不同水深處之水流速度。目前關於流速量測之方法及儀器種類繁多，且各有其優缺點與適用性，茲將其特性分述如下。

#### 1.機械式流速儀

機械式流速儀可依旋杯或輪葉轉軸而分類；垂直轉軸者如普萊氏（Price）流速儀，轉軸水平者如 Ott 或 Haskell 流速儀，目前國內使用旋杯式流速儀以普萊氏流速儀最為廣用（圖 1-2），其基本原理乃利用流速儀旋杯受水流沖擊而轉動，流速愈大其轉動愈快，反之則慢之線性關係。其流速換算乃依據流速儀承軸受水流沖擊之單位時間轉動次數轉換而得，而所能量測最大流速約為 3 m/s。施測時以單點方式量測，所需花費時間較長，不具即時性；儀器放置之深度及水平位置定位困難，需多人掌控儀器設備加以定位，且以人工方式記錄數據，人力需求較多。（國立台灣大學水工試驗所，2012）

#### 2.浮標法

浮標量測係利用水面上的浮標與水流同步移動原理，藉由測量其隨水流行經特定距離（ $L$ ）所需的時間（ $t$ ），以計算水流表面之流速，其計算式為  $V_{surf} = L/t$ 。浮標大致可分為水面浮標（surface float）、水下浮標（subsurface float）與浮桿浮標（rod float）3種，其樣式如圖 1-3 所示。國內於洪水流速測量時，一般多採用水面浮標；為減少水面浮標受風力吹送影響，浮標形狀以扁球體為佳。浮標法所在第  $i$  位置點所測得係為水表面之流速  $V_{surf}$ ，其所代表測線垂直剖面之

平均流速則可透過浮標係數加以換算，亦即該測垂線  $i$  之平均流速  $\bar{V}_i = K_f \cdot V_{surf}$ ，國內河川之浮標係數其值約介於 0.80~0.90 間，依使用浮標型式而定。該係數可利用平時經常流量，或流量較大但尚可使用流速儀觀測流量時， $\bar{V}$  及  $V_{surf}$  兩者間之相關性來求取。(國立台灣大學水工試驗所，2012)

### 3. 聲波式流速儀

聲波式流速儀中最廣為使用者為超聲波流速儀，而聲波杜卜勒流速儀 (Acoustic Doppler Current Profile) 為近十多年來發展作為量測水流流速之儀器 (圖 1-4)，其乃利用一聲納發射器發射一固定頻率之聲束進入水體，再利用特殊之聲納接收器接收回聲，並分析其頻率或相位之變化，即可同時測知單一垂線上多點之三維流速、方向與水深。

### 4. 光波式流速儀

雷射杜卜勒流速儀 (Laser Doppler Velocimeter, LDV) 屬光波式流速儀之一種，主要用於實驗室高精度流速量測 (洪健豪，2003)，如圖 1-5 所示。該儀器與聲波式流速儀均有不干擾流場之優點，惟水中之泥沙等懸浮物質則可能對其量測精度造成影響。

### 5. 微波雷達表面流速量測系統

微波雷達為一功率強大之表面流速量測系統，其可於短時間內測得河川斷面之水流表面流速分佈，而水深與平均流速等資料，則需利用測得之表面流速，分別採用指數流速公式及對數律推估而得 (李明靜等人，2000)。



圖1-2 旋杯式流速儀

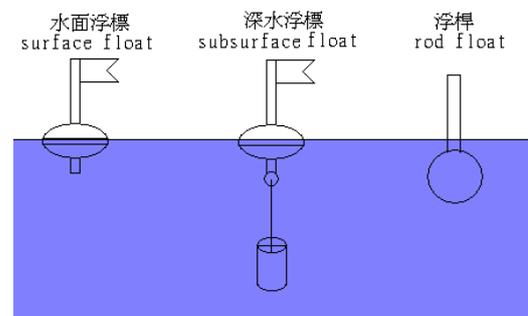


圖1-3 常見浮標類別及樣式



圖1-4 聲波杜卜勒流速儀



圖1-5 雷射杜卜勒流速儀

表1-1 流速觀測相關文獻

項次	文獻名稱	文獻說明	來源	年份
1	因應臺灣特性之水文觀測儀器檢校環境建置與檢校技術研發先期計畫	此文獻主要目的是協助水利署規劃並建置水文觀測技術及儀器之檢校環境。水文觀測基本資料係政府在水資源調配利用、防災預警及各項水利工程規劃設計、決策研擬最重要之依據。	台灣	2013
2	應用 ADCP 於量測天然河川流速分布之研究-以曾文溪流量站為例	內容指出新式水文量測儀器聲波都普勒流速儀 ADCP 及手持式 ADV 在天然河川上量測之效用，並將儀器應用在曾文溪流域內五個水位站之現地流量觀測分析結果與河川局以普萊氏流速儀實測結果作比較，結果顯示在中低流量時，兩種新式儀器量測之流速與流量皆與普萊氏流速儀測得之結果相當吻合。	台灣	2000
3	三維光滑明渠紊流流場之量測與分析	本文獻利用楊（1998）二維光纖雷射杜卜勒流速儀（2D-FLDV）之光滑底床量測結果，進行全斷面流場資料分析。在底床剪應力方面，以 Knight（1984）及 Rajaratnam（1969）之試驗資料重新分析，獲得矩形斷面之底床及邊壁剪應力分佈。就平均速度剖面而言，以 Yoon（1970）、邱（1986）及胡（1995）三家流速分佈理論，針對垂線最大流速發生於液面及液面下之物理現象，進行預測結果之比較探討。	台灣	2003
4	由水面流速分布推定河川斷面水深及流量之研究	內容指出利用測得之表面流速，分別採用指數流速公式及對數律推估而得。	台灣	2000
5	用實測表面流速推估高流量之研究	內容指出以連續波微波雷達表面流速儀搭配水位計等非接觸式儀器設計建構全自動量測系統，其所測得渠道高流量期間表面流連及水位之短期距資料，則由重直剖面速度分布經驗公式轉換為平均流速進而推得流量。藉由渠道試驗，以入流量為參考基準'探討非接觸式量測系統所測得高流量資料之準確性，研究過程採用表面流速儀分別以 30、45 及 60 度。等三種俯角測得一表面流速，流量推估結果與入流量比較之平均差異分別為 34.9%、14.4%及-0.6%。	台灣	2011

## (二) 水位觀測

水位觀測方式有很多種，目前常見的有浮筒式水位計、超音波水位計、雷達波水位計及壓力式水位計等，其蒐集之文獻如表 1-2。茲將其優缺點分述如下。

### 1. 浮筒式水位計

浮筒式水位計的顯著優點在於精度高、性能穩定，感應方式簡單可靠，易於維護修理，且價格低廉，如圖 1-6；它的缺點是使用時必須建測井，因建水位井而干擾了水體的原先狀態，增加投資，有時費用很大，而且有些位置不可能建井，因為這些因素而限制了儀器的使用(姚永熙，1996)。

### 2. 超音波水位計

超音波水位計是將具有一定頻率、功率和寬度的電脈衝信號換成同頻率的聲脈衝波，定向朝水面發射，此聲波碰到水面後被反射回換能器，經過反應時間可用公式推估水位高度；主要優點為測量過程中不需要接觸水面，不受到高速水流及飄流物堵塞影響，且不需要建立觀測井，可節省大量經費，如圖 1-7。缺點為容易受到水面溫度及降雨造成水面擾動，對水波產生減衰效應(肖忠，2001)。

### 3. 雷達波水位計

雷達水位計是一種節能、高精度非接觸式水位測量儀器，採用採用脈衝雷達進行測量。不需要建測井，安裝方便，可直接測量自然河道水位，還可實現水位數據的遠傳及自動化處理，具有水位跟蹤速度快、非接觸性測量，以及受風、雨、沙、溫度、漂浮物影響小的特性，如圖 1-8；缺點為價格昂貴，儀表需要設置的參數較多，一旦出現問題比較難發現問題原因為何(李月清，2012)。

### 4. 壓力式水位計

壓力式水位計其是利用均勻液體的壓強與高度成正比的關係，透過測量液體底部的壓力來計算水位高度；根據被測介質的密度及液體測量範圍計算出壓力或壓差範圍，再選用壓程、精確度等性能合適的壓力表或差壓表，且不需要水位井，如圖 1-9；缺點主要

為受介質密度和溫度影響很大，所以常常精度比較差，而為消除這些影響，需要很多其他測試儀表(鮑良純，1995)。

### (三)流量觀測

流量是水利工程及水文分析中最重要資料，各種水資源管理、洪水預報以及防洪工程建設均需要準確、豐富的流量資訊作參考，蒐集文獻詳表 1-3。受氣候、測量手段、測量安全、回應時間等限制，洪水期流量測驗一直是水文測量的難點，茲將優缺點分述如下。

#### 1. 聲學多普勒流速剖面儀(ADCP)

ADCP 利用聲學多普勒效應進行測流。它的換能器能發出一定的頻率的脈衝，該脈衝碰到水體中的懸浮物質後產生後散射回波信號，該信號為 ADCP 所接收。由於懸浮物質隨流而漂移，使該回波信號的頻率與發射的頻率之間產生一個頻差，即多普勒頻移，根據這一頻率的大小及符號即可得知流速和流向，進而推算出流量；缺點為需接觸流體測量，水流湍急、水體渾濁、雜物堆積均會影響其使用(王才軍等人，2009)。



圖1-6 浮筒式水位計



圖1-7 超音波水位計



圖1-8 雷達波水位計



PROCAL / GW200

圖1-9 壓力式水位計

表1-2 水位計相關蒐集文獻

項次	文獻名稱	文獻說明	來源	年份
1	浮筒式水位計綜述	浮筒式水位計的顯著優點在於精度高、性能穩定，感應方式簡單可靠，易於維護修理，且價格低廉，它的缺點是使用時必須建測井，因建水位井而干擾了水體的原先狀態，增加投資，有時費用很大，而且有些位置不可能建井，因為這些因素而限制了儀器的使用。	中國	1996
2	超音波長期自記水位計誤差分析及精度評估	內容指出 CCS- II 型超聲波長期自記水位計是一種專為無人值守水文測量系統配套設計的水位測量儀器,由於 CCS-II 型超聲波長期自記水位計採用了 9x9x9 中值濾波嵌套抗干擾措施的技術,對差異較大的數據進行自動篩除,在汛期水位變化比較平緩時,經在長江寸灘、高場等測站重複測量驗證 30 次以上,重複測量最大誤差不超過 2 cm,系統誤差在 1 cm 之內。	中國	2001
3	雷達波水位計在拉賀練水文站的應用分析	根據雷達水位計在拉賀練水文站的應用，分別與人工水尺、浮筒式遙測水位進行比測分析，置信水平 95% 的綜合不確定度為 2.3 cm，系統誤差為-0.2 cm，均小於水位觀測標準規定的不確定度和誤差，滿足規範要求，測驗結果合格，雷達水位計可正式使用，數據可用於報汛、資料整編及其他分析。建議今後在主槽變化快，水位井的進水控制難度大的新建站點或改造中，在相同經濟條件下優先考慮雷達水位計。	中國	2012
4	含沙量對壓力式水位計精度測量的影響	內容指出不溶於水的純淨泥沙漂浮於水中，在沒有加速運動的條件下不影響靜水壓力值，即對壓力水位計測量精度無影響。溶於水的可溶性物質直接影響壓力式水位計的精度。	中國	1995

表1-3 流量計相關蒐集文獻

項次	文獻名稱	文獻說明	來源	年份
1	河川表面流速與流量非接觸式量測方法之發展及應用	內容指出河川於紊流流況下，垂向流速分布為對數律與冪次律型態，若將河川橫斷面視為若干矩形分區所組成，則依據該分區所測得之水面流速與粗糙長度，可推得該區表面流速與平均流速及水深，乃可求得分區流量再累加得斷面流量。	台灣	2003
2	雷達波流速儀在中小河流流量測驗中的應用分析	內容指出針對目前大部分中小河流仍採用轉子式流速儀或浮標法測流，ADCP在大洪水和有漂浮物無法入水測驗的問題，提出應用雷達波流速儀在中小河流進行流量測驗。	中國	2012
3	複合式河川流量自動化觀測系統建構與應用	文獻指出於曾文溪以非接觸式連續波微波雷達表面流速儀量測表面流速搭配雷達波水位計量測水位變化以推計流量，再輔以坡度面積法建構複合式自動化水位流量觀測系統，經96及97年於數場颱風暴雨期間以表面流速法及坡度面積法進行觀測資料分析推計流量，並與河川局實際流量觀測作業測得之流量資料比對後，其成果初步顯示運用此兩種方法推計洪水流量具實務可行性。	台灣	2010
4	高水位時期河川流量觀測	內容指出使用改良後之聲波杜普勒剖面測速儀Min ADP安裝於一60 lb重的載具上，並以貨車之懸吊系統量測高水位時期的流量，使用時只需浸沒接觸水面即可於短時間內測取所需之流速資料及水深。並使用於魚堀溪之大林橋、北勢溪之水源橋與金瓜寮溪之金瓜寮三站於高水位時期進行流量量測，皆可順利於短時期量測到流量，說明此法可準確並可靠的應用於高水位時期之流量量測。	台灣	2007
5	利用複合式量測方法推估河川流量之研究	內容指出612豪雨與天秤颱風等二場颱風之資料進行驗證，顯示此複合式量測方法具有全天候觀測流量能力，能掌握洪水過程流量變化並克服傳統量測作業未能取得高流量實測資料之瓶頸，故可大幅提高觀測效率與準確度及工作人員之安全性，應為可行之現場全洪程流量觀測方法。	台灣	2014

### 三、水資源分析

水庫系統的管理的實踐與相關的模式分析通常都是在考慮儲水量與入流量的情況下分配不同用水標的的用水量，在最小化缺水及洪水事件的風險、最小化對於環境帶來的影響下如何最佳使用水資源，因此常常利用模擬分析以及最佳化分析兩種手段來進行決策依據，水資源的系統分析方法在 Ralph A. Wurbs (1993) 中提及評估水庫系統操作的電腦模型已發展得相當廣泛，針對不同的偏好以及運用上可以將系統分析模型分成兩種類型模擬模型與最佳化模型，在系統的行為分析上模擬模型可以有較好的分析，而在最佳化模型上可以幫助我們做對於系統的最佳決策。

模擬模型就是再現系統的特性，用來預測在一系列的限下系統的行為的分析方法，模擬分析方法可以將水庫系統的序率性以及動態性充分表達出來，適合分析多水庫系統的操作，但是並不能確保模擬出來的結果是整個系統的最佳操作原則，當模擬的流量資料長度不夠，可能出現歷史資料尚未出現過的極端情形，如此一來將造成水庫系統在操作上的困擾及可信度，周乃昉 (2010) 說明模擬分析方法可以將系統的特性及細節作相當仔細的探討，但缺點在於在不同系統尚無法直接套用。

而最佳化分析方法是利用數學運算來進行決策，利用定義的決策變數使目標函數最佳化的方法，分析時利用數學方程式來描述目標函數及系統運作的程序，並利用一套求解技術找出使目標含數值最佳的一組決策變數，一般在利用此方法時必須對問題作合理適度的簡化，並且是當描述目標函數與系統之間的關係，以便能有效的求解，廖培明 (2002) 說明最佳化分析有明確的限制是以及目標函數，可以建立數學模式，經過電腦的運算可以有效率的得到最佳的決策。

John W. Labadie (2004) 將現行的各種最佳化模型在多水庫系統上的運用進行了相當完整的闡述，多水庫的最佳化操作需要倚靠最佳化模型進行理型的管理及操作決策，並將多水庫系統的高維度、動態性、非線性函數、序率等特性利用現行的最佳化模型進行運算，提供我們相當有利的工具在最佳化的操作，也提出基因演算法及類神經網路等較新穎的演算法在複雜的水資源系統上的運用；藉由在決策者與系統的發展間的交互互動改善最佳化模型的信賴度，改善了最佳化模型在操作上的方便性。

其最佳化模型的運用上如 Mohammad Mortazavi, George Kuczera, and Lijie Cui (2012) 即利用多目標最佳化來解決複雜都市的缺水問題，在滿足以歷史的流量資料當作依據在滿足未限制的需求下，都市中的缺水應對策略如何運作如各用水標的的用水限制的啟動機制以及各項備用水設施的運轉情形，其目標是使各用水標的在用水限制下的金錢損失下最小，備用水設施運轉費用最小，藉由將各項衝突的決策方式(如生態限制下與經濟發展，限制頻率與用水設施所帶來的現在價值等)接轉換成費用來進行最佳化配置，提供了多目標最佳化在水資源利用的實際操作案例；而在水庫操作上常常需要利用動態規畫的方法來進行決策，而動態規畫在最佳化的操作上常常碰到數值問題無法解決。

動態規劃上所碰到的問題的解決方案如， Cheng-Shuang Peng and Nathan Buras (2000) 利用非線性程序來解決動態程序再多水庫系統最佳化會出現的發散現象，並將不同單位的決策變數如何結合在同一個目標函數內來進行最佳化操作，在非線性程序模型中利用時間序列模型生成流量到各項儲水設施來模擬未來系統的操作原則，在此模型中可允許決策者在不同的替代操作下調整操作目標。

經過模擬模型或者最佳化模型我們可以知道水資源系統中的最佳操作以及此系統的行為，當有突發事件發生的時候如某個設施無法供水或者輸水管線損害等，整個系統的行為及其績效都有很嚴重的打擊，那麼整個系統的穩定性或脆弱度該如何評估， Alireza Yazdani and Paul Jeffrey (2012) 將供水系統內各項設施利用點與線的方式進行描述，並且給予各設施權重，其權重根據該設施的供水程度來做評判，並套用在兩個實際的供水系統上，分析了這兩個供水系統的穩定性及脆弱度，讓我們可以針對重點較脆弱的系統進行維護。

## 1.6 報告章節摘要說明

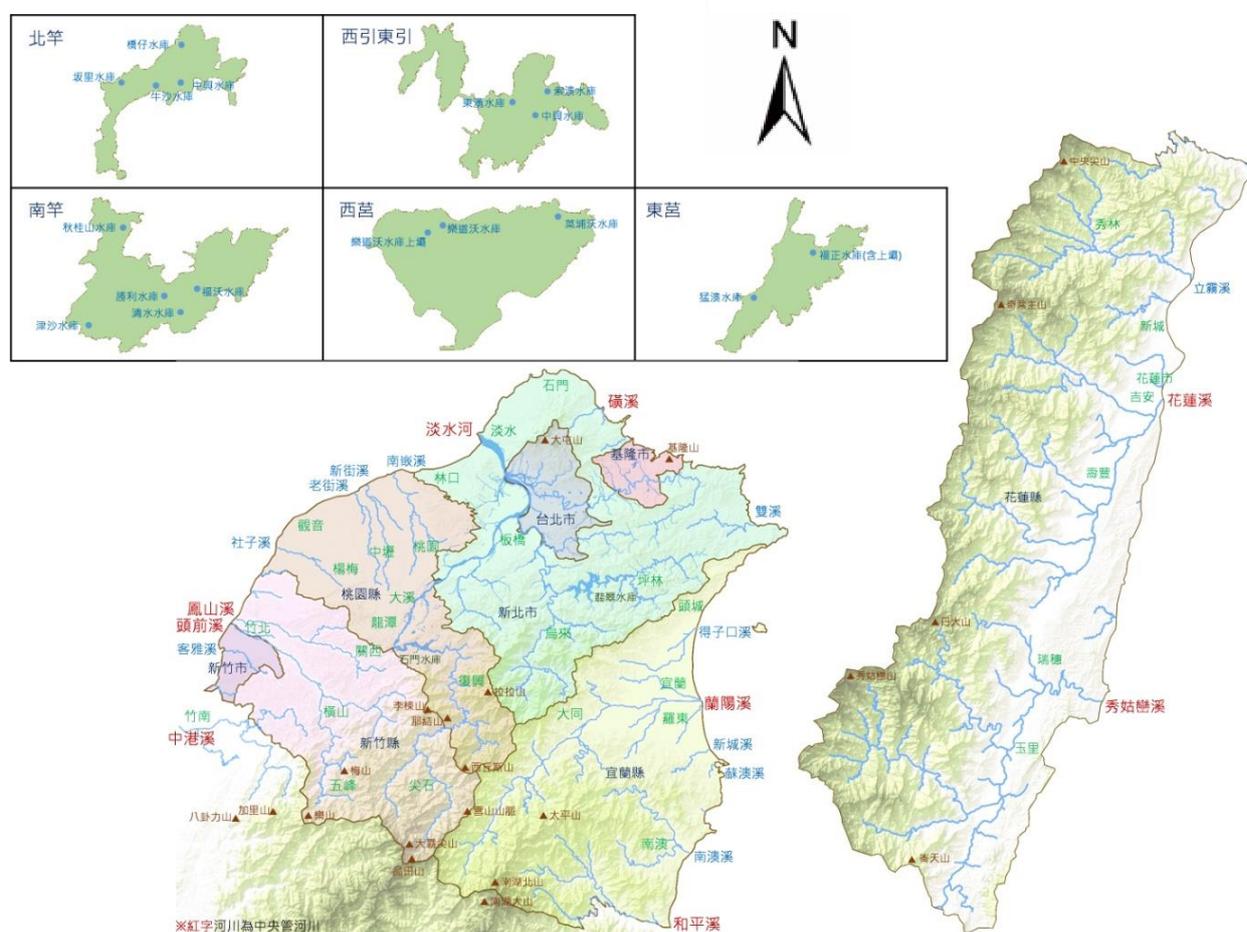
從北區河川水文基本特性的蒐集及地面潛能水量推估，進而針對關鍵區域選定(三峽河、打鐵坑溪)，在選定區域使用光達機器、ADCP 及手持式流速儀量測水位、流量及流速後，比較潛能水量及量測值之差異，可當水資源模式的資料來源。

水資源開發水文資料需求分析、現有水文觀測站資料品質檢討及分析不同缺水指數(SI)下之供水能力主要工作大項包括：一、以水資源開發角度，進行水資源潛能分析，並提出需求建議；二、檢討既有之水文觀測資料準確性、適用性及應用瓶頸；三、使用模式分析水資源開發關鍵區域不同缺水指數(SI)之供水能力，以評估水庫淤積、供水潛能及水源運用情勢；在研究流程架構上，第一步先蒐集基本水文資料，接著進行初步品質評估與分析該區域水源變化特性及其供水潛能。再進一步建立水資源開發區域之模型，進行不同之系統配置及水源開發方案下之供水能力模擬及缺水指數(SI)分析。最後，結合第三章現地量測資料與第四章水文資料之可靠性以及誤差估計，探討其對區域供水系統之影響，以瞭解水資源開發角度下之水文資料需求，並提出應有之建議。

北區河川長期推動計畫主要以三大方向進行，一、雨量觀測站維護與更新計畫：持續辦理現觀測業務及維護管理，以及雨量站的更新選址作業。二、新設水位站建置及儀器購置計畫：針對北區中央管河川進行潛能水量分析，進而選擇蘊含水量豐富的河川作為架設水文站的依據；壓力式水位計的估價，可供儀器成本評估參考；三、水文資料品質品管機制導入之建議。

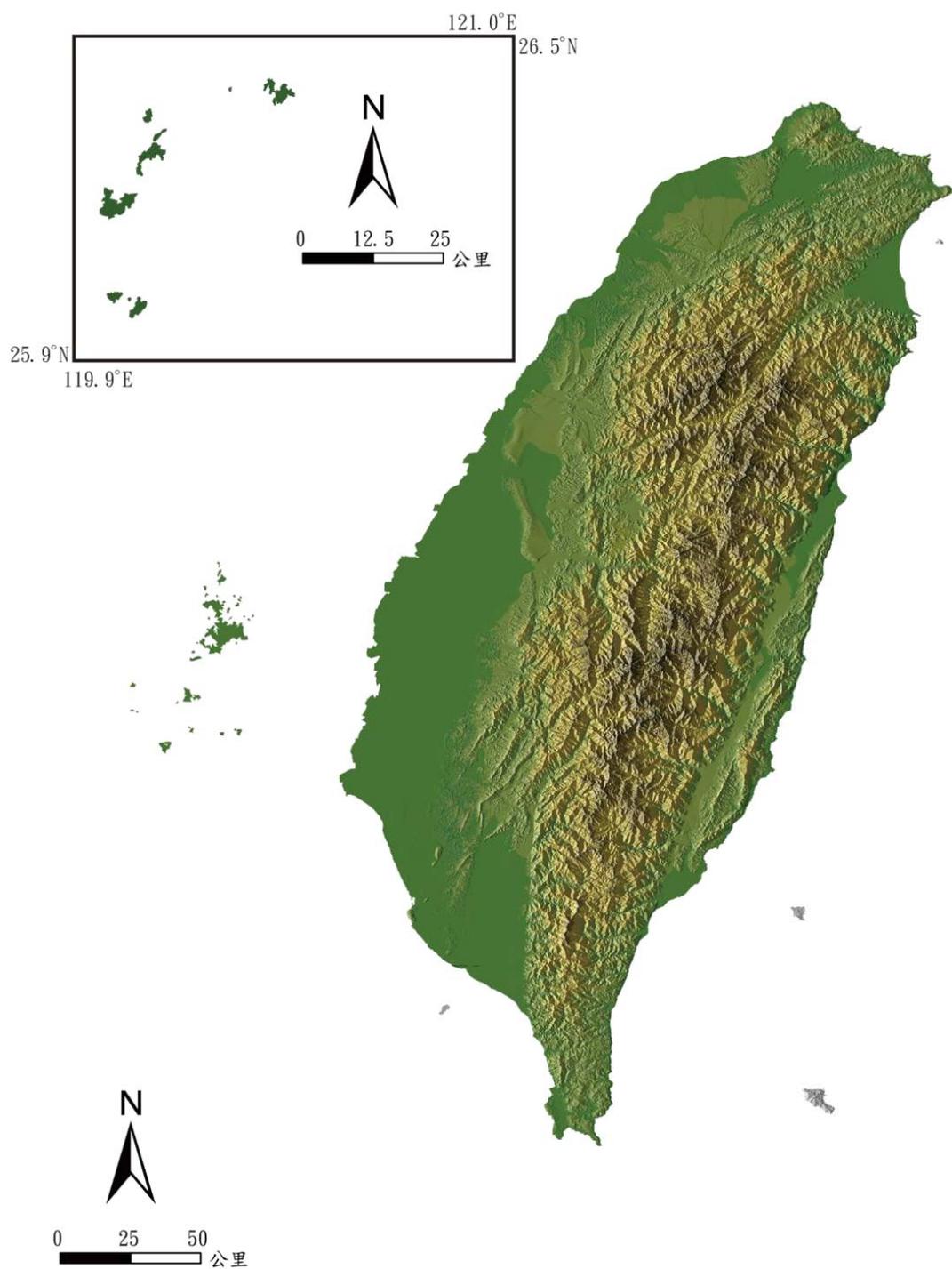
## 第貳章 北區河川基本水文、河相、重要構造物、測站及地面潛能水量調查分析

經濟部水利署北區水資源局為台灣北區水資源管理重要權責主管單位，其治理界限以行政區劃分包括：台北市、新北市、桃園市、新竹縣、新竹市、基隆市、宜蘭縣、花蓮縣及連江縣，其中包括九條中央管河川，分別為淡水河、磺溪、鳳山溪、頭前溪、中港溪、蘭陽溪、和平溪、花蓮溪及秀姑巒溪等九條中央管河川，北區河川水系及行政區示意如圖 2-1、圖 2-2，上述中央管河川之基本資料如下表 2-1、表 2-2：



資料來源：本團隊繪製

圖2-1 北區河川中央管河川水系位置圖



資料來源：本團隊繪製

圖2-2 馬祖列島與台灣本島相對位置圖

## 2.1 北區中央管河川基本資料調查

### 一、淡水河

#### (一)流域概況

淡水河位於台灣北部新北市、台北市、基隆市、桃園縣、新竹縣及宜蘭縣境內，主流發源於品田山(標高3,529公尺)，自大漢溪、新店溪於板橋區江子翠合流點以下始稱淡水河如圖 2-3，流至關渡附近再匯入基隆河，於淡水注入台灣海峽。流域面積約 2,726 平方公里，主流長度約 159 公里，河床平均坡降為 1/122。

流域內主要支流有大漢溪、新店溪及基隆河等三大支流，並以大漢溪為主流(即最大支流)；淡水河流域涵蓋台北市、新北市(三峽、鶯歌、樹林、土城、板橋、三重、新莊、蘆洲、五股、八里、淡水、新店、深坑、汐止、瑞芳、平溪、泰山、石碇、坪林、中和、永和)、基隆市、桃園縣(復興、龍潭、大溪、龜山)、新竹縣(尖石、關西)等三十個鄉鎮。

#### 1.大漢溪

大漢溪原名大嵙崁溪，發源於品田山(標高3,529公尺)，至秀巒村一段稱塔克金溪，在秀巒匯合薩克央溪後，北行約 1 公里轉東流，至三光與三光溪會合，復轉向北流經高義村至拉號上游附近又轉西流，至石門壩址再轉東北流，此河段流勢湍急，河谷狹窄，兩岸多懸崖；石門以下則山勢收斂，河谷漸寬，流速趨緩，支流永福溪(又稱烏塗堀溪)、橫溪及三峽河相繼匯入，至板橋市江子翠匯入主流淡水河，流域面積約 1,163 平方公里，主流長度約 135 公里，河床平均坡降約 1/37。大漢溪流域行政區，包括新竹縣之尖石鄉、關西鎮與桃園縣之復興鄉、龍潭鄉、龜山鄉、大溪鎮及台北縣之三峽鎮、鶯歌鎮、樹林鎮、土城鄉、板橋市、新莊市、三重市等十三鄉鎮市。

#### 2.新店溪

新店溪上游南勢溪發源於棲蘭山(標高 2,130 公尺)，河道於深谷中蜿蜒北行，流經烏來與龜山兩地分別有支流桶後溪及北勢溪由東來會，北勢溪匯流處以下河段即稱為新店溪。上游兩岸山巒起伏為峽谷地形，至新店碧潭大橋以下始出山區；溪水奔流至景美，由東

向有支流景美溪匯入，最後於江子翠與大漢溪會合成淡水河，流域面積約 910 平方公里，主流長度約 82 公里，河床平均坡降約 1/74。

新店河流域行政區域，包括台北市及台北縣之板橋、中和、永和、新店等市和烏來、深坑、石碇、坪林、雙溪等鄉。碧潭以上河段屬山區地形，除零星平地有村落，田園散布外，大都為闊葉林區，沿溪兩岸風景秀麗，為天然優良休閒遊憩場所；但為台北市、縣共同水源區，故不適合大規模觀光事業發展。碧潭以下多屬平地區域，各項發展與大台北都會區聯結，工商業發達，人文薈萃，鐵、公路交通四通八達。

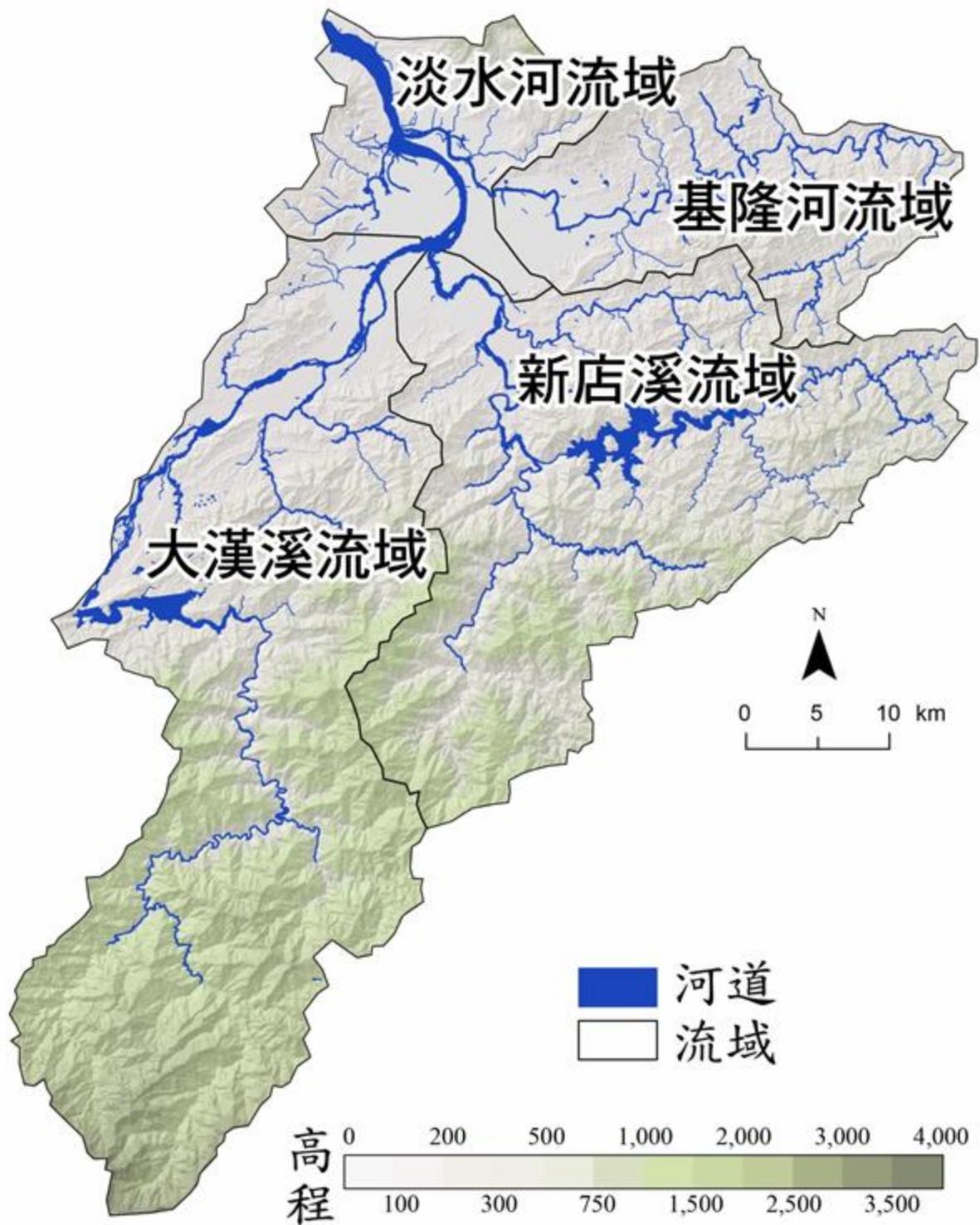
### 3. 基隆河

基隆河發源於台北縣平溪鄉青桐山，自上游而下有桀魚坑溪、東勢坑溪、深澳坑溪、暖暖溪、鶯歌石溪、瑪陵坑溪、友蚋溪、北港溪等支流匯入，於關渡附近匯入淡水河。流域除下游台北盆地及中、上游局部狹小之河床平原外，餘皆台地、丘陵與山地。流域面積約 490 平方公里，主流長度約 86.4 公里，河床平均坡降約 1/213。

基隆河流域行政區，包括台北縣平溪鄉、瑞芳鎮、汐止市、基隆市及台北市。土地利用與經濟皆已高度開發利用，住家、工廠林立、橋梁密集，尤以台北縣汐止鎮及基隆市七堵與暖暖區為甚，社會型態趨向工商社會。

## (二) 氣象水文

淡水河流域屬亞熱帶型氣候，冬暖夏熱，相對溼度高。年平均溫度為 21.9°C，最冷為 1 月之 15.1°C；最熱為 7 月之 28.3°C；4 月份至 11 月份，月平均溫度超過 20.0°C。冬季受東北季風、夏季因西南氣流及颱風挾帶之豪雨等影響，流域內四季有雨，無明顯乾季，年平均降雨量約 2,092 毫米，年總降雨日數約 163 日，每月降雨日數約 9 至 17 日。



資料來源：2012 淡水河氣候變遷計畫，水規所

圖2-3 淡水河流域範圍圖

## 二、磺溪

### (一)流域概況

磺溪流域位於台灣北部，發源於大屯火山群七星山北麓，河道蜿蜒於峽谷中，經三和橋出山谷後河幅始漸開闊，進入金山沖積平原河幅寬廣，再經南勢、下六股，於社寮與來自西北向之支流清水溪與西勢溪會合後注入東海。幹流長約 13.75 公里，流域面積約 50.8 平方公里，其中標高 100 公尺以上山區佔全流域面積 83%，平均坡降約 1/15。

流域範圍如圖 2-4，涵蓋台北市士林、北投區及新北市金山區等行政區，流域內交通以公路為主，下游有省道台 2 線以南北橫越，由金山可北通石門、淡水，南抵野柳、基隆；由下游往上游右岸有省道台 2 甲線東西向連貫，可達陽明山、台北。

本流域內經濟型態多以農業、漁業為主，水田之主要作物為水稻，其他耕地多為紅心甘藷、筴白筍、跳石芋頭與箭竹筍等經濟農作物，尤以紅心甘藷為金山鄉之名產。近年來金山鄉農會推動一年一度金山甘藷節，亦帶動本地區觀光農業之發展。

漁業部分，磺港漁港為一中型漁港，也是金山最大漁港，除了漁產豐富外，更有其他漁港所沒有的溫泉資源，新北市政府及金山區公所等單位鑑於目前的漁業經營日益困難，傳統漁業朝觀光休閒轉型是必然的趨勢，讓磺港漁港結合漁業、溫泉及周邊景點等條件，朝向漁業轉型及漁港多元利用，讓漁業得以永續經營方向而努力。

依據流域內金山區統計工廠登記家數，總計家數僅 12 家，工廠設置並不多。而商業區則位於人口集中之金山區市區，另果金山、馬槽、八煙等地有豐富的溫泉資源，今多發展為著名之溫泉區，帶動當地觀光休閒遊憩行業。

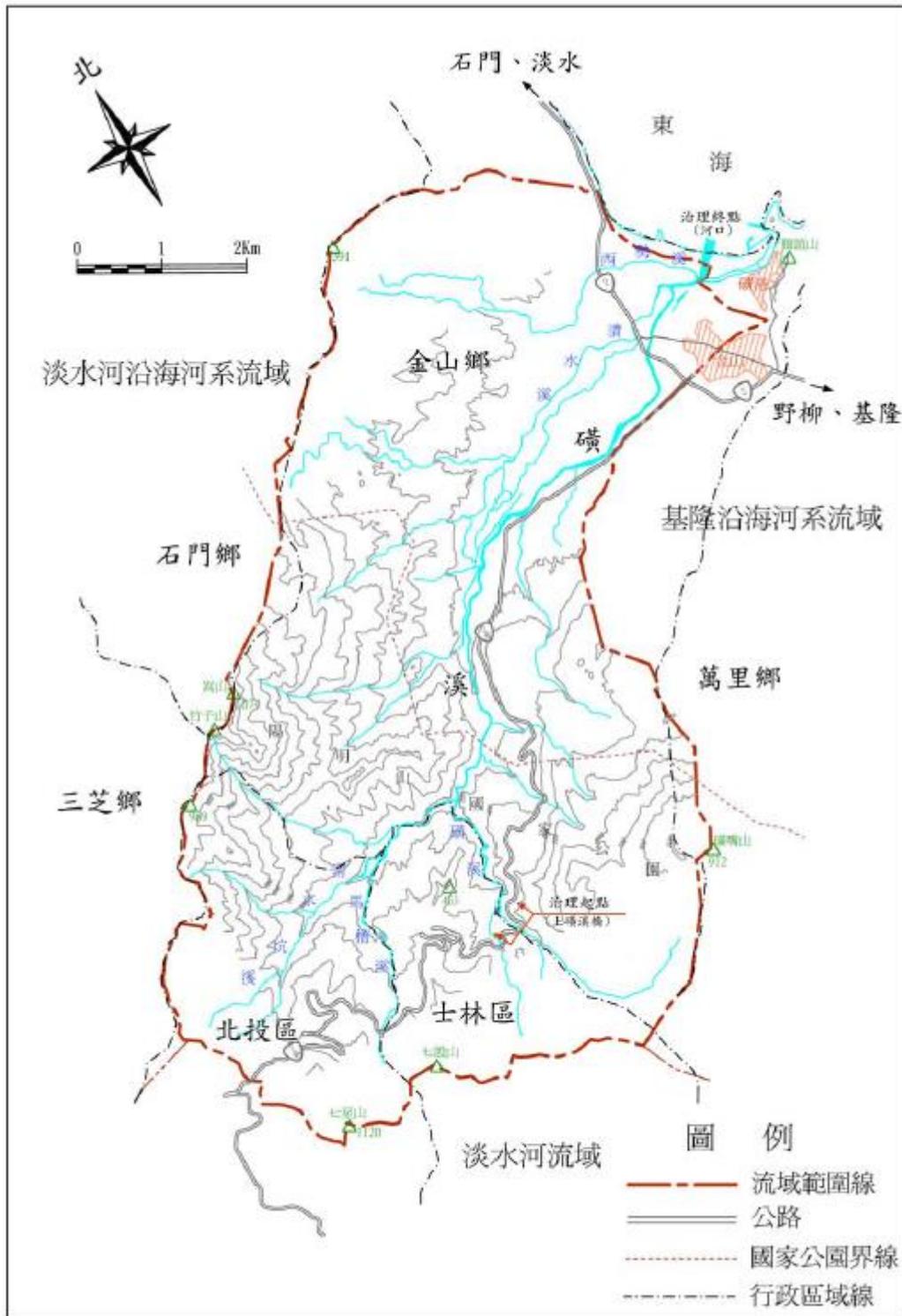
### (二)氣象水文

本流域屬亞熱帶型氣候，每年 11 月至翌年 4 月盛行東北季風，因地形的影響氣流往上抬升，故流域雨量豐沛。而每年 5 月至 10 月間盛行西南風，受台灣地形的影響，西南氣流受中央山脈阻隔，雨量較少，另夏季颱風多由台灣東部及東北部登陸，因磺溪流域地

處迎風面，且無地形阻隔，颱風之強風豪雨常直接侵襲本流域。

本流域年平均溫度約  $22.5^{\circ}\text{C}$ ，全流域最冷的時節是冬季 12 月至隔年 3 月，山區月平均氣溫約  $9.8\sim 12.8^{\circ}\text{C}$ ，平地月平均氣溫約  $15.8\sim 17.6^{\circ}\text{C}$ ；最熱的時間是 6~9 月，全流域月平均溫度約  $21.9\sim 29^{\circ}\text{C}$ 。

本流域之降雨除氣旋雨、雷雨及颱風雨外，大都受季風支配，冬季雨量豐沛，夏季則雨量少。一般而言，以 11 月至整年 4 月最為豐沛，且 7、8、9 月多颱風，亦常可導致大雨；大致上 6 月至 8 月為旱期，若無颱風侵襲，降雨量不大。北部山區相對濕度月平均約為 86~90%，平原濱海地區約為 80%。



資料來源：98年水規所礮溪治理規劃檢討水文分析報告

圖2-4 礮溪流域範圍

### 三、鳳山溪

#### (一)流域概況

鳳山溪流域如圖 2-5，位於台灣北部桃園縣、新竹縣境內，主流發源於那結山(標高 1,320 公尺)，向西流經間尖石鄉、關西鎮、新埔鎮、湖口鄉與竹北市，於嵌子腳附近匯入頭前溪。流域面積約 250 平方公里，主流長約 46 公里，河床平均坡降約 1/225。

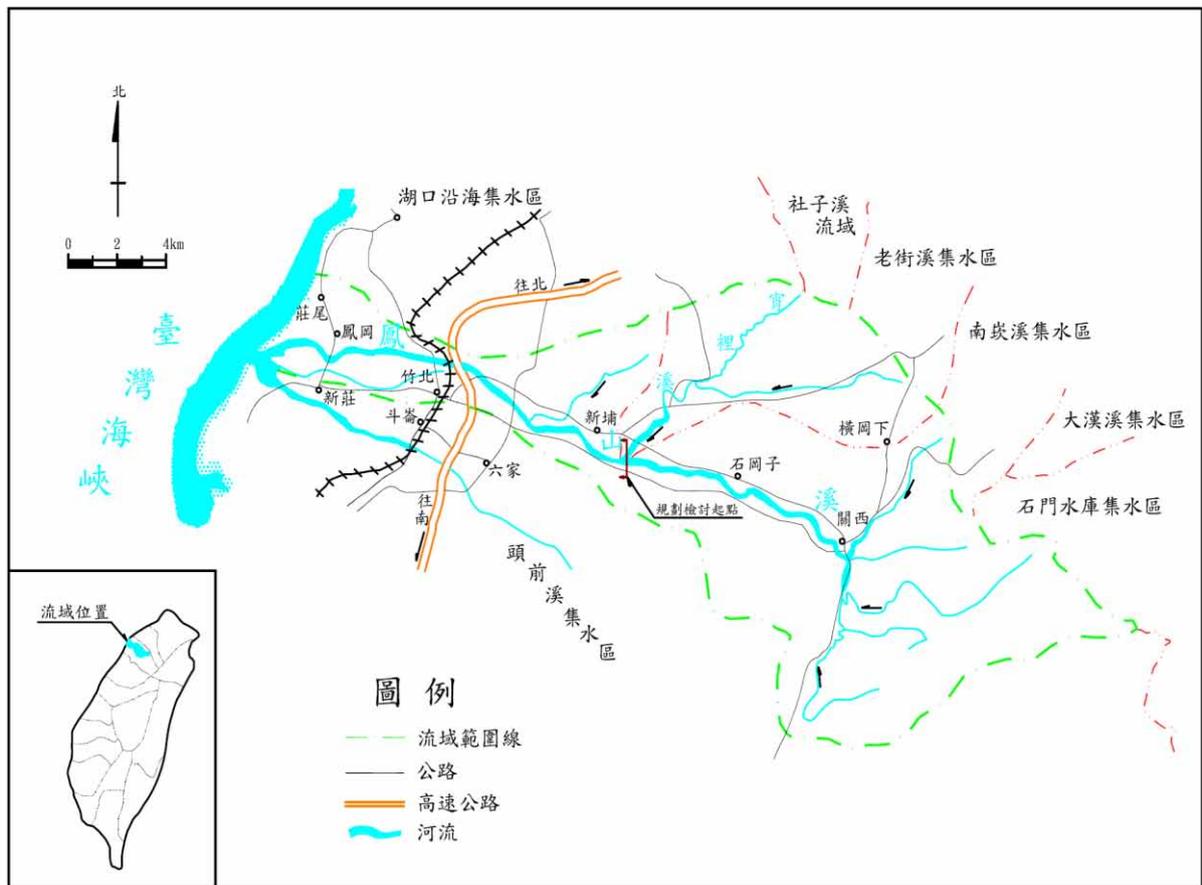
流域內有重要支流有太平窩溪、霄裡溪及下橫坑溪；鳳山溪流域範圍涵蓋新竹縣尖石、關西、新埔、橫山、湖口、竹北及桃園縣龍潭等七個鄉(鎮、市)。

鳳山溪流域上游尖石地區居民以原住民為主，仰賴農、林、觀光休閒農業為主要經濟活動。中游之關西、新埔地區居民以客家人為主，主要經濟活動以觀光休閒農業、種植果樹、農業、林業、工業為主。下游之湖口、竹北地區，居民以閩客各半為主，主要經濟活動以工商業、休閒農業及農業為主。

南北向的交通為縣道 115，由楊梅經新埔連接芎林鄉；東西向的交通為縣道 118，連接關西鄉與竹北市，並連接中山高竹北交流道和北二高關西交流道，為新埔對外聯絡重要的道路。這兩條主要交通沿著鳳山溪和霄裡溪的河谷而行，眾落多分布於此，在靠近山區的零星眾落也是藉由這兩條主要動線聯絡。

#### (二)氣象水文

鳳山溪流域屬亞熱帶氣候，年平均降雨量為 1,608 毫米，平均降雨日數 167 天。受季風及颱風之影響，雨量集中於 7、8、9 月，月平均降雨量為 96 毫米至 270 毫米，月平均降雨量為 683 毫米。



資料來源：民國 99 年第二河川局「河川生態工程對水域流場與物理棲地條件影響之評估與研究」—以頭前溪與鳳山溪為例(2/2)

圖2-5 鳳山溪流域範圍

## 四、頭前溪

### (一)流域概況

頭前溪位於台灣西北部新竹縣、市境內，主流發源於雪山山脈鹿場大山(標高 2,616 公尺)，流經五峰鄉、橫山鄉，在竹東鎮與油羅溪會合，以下始稱頭前溪。自會流點再向西流經竹東鎮、芎林鄉、竹北市、新竹市後，於南寮附近鳳山溪匯入後約 500 公尺注入台灣海峽。流域面積約 566 平方公里，幹流長約 63 公里，河床平均坡降約 1/190，如圖 2-6 所示。

流域內主要支流有上坪溪及油羅溪等；流域範圍涵蓋新竹縣尖石、五峰、橫山、竹東、芎林、竹北市及新竹市等七個鄉(鎮、市)。

頭前溪流域因石油、天然氣、煤、石灰石及石英砂等礦產，帶動工業促進地區繁榮；流域內工廠密布，規模較大者如台灣水泥、亞洲水泥、新竹玻璃等，分別於竹東及橫山設廠，產量頗豐。此外機械器具、食品加工、化學、金屬、紡織工業等，皆具相當規模。自新竹科學園區成立後，更促進工業升級，也成為台灣地區最重要的重鎮之一。

民國 80 年起，新竹都會區三級產業人口大幅增加，其產業結構的轉變，反映在傳統製造業的式微、高科技產業的興起以及傳統農業向休閒農業轉型等三個方面。

流域內主要交通，南北向有國道 1、國道 3、省道台 1 號、台 3 號、台 61 號及縱貫鐵路和高速鐵路等貫穿，東西向有省道台 6 號、縣道 120 號、122 號及鐵路內灣支線等連繫。

### (二)氣象水文

頭前溪流域屬亞熱帶氣候，年年平均降雨量為 2,508 毫米，平均降雨日數為 139 天。受季風及颱風之影響，雨量集中於 2 月至 9 月，而每年 10 月至翌年 1 月份左右為乾季，降雨量低於全年之 20%。年平均溫度為 22.0℃，年平均蒸發量為 119 毫米。



資料來源：民國 99 年第二河川局「河川生態工程對水域流場與物理棲地條件影響之評估與研究」—以頭前溪與鳳山溪為例(1/2)

圖2-6 頭前溪流域範圍

## 五、中港溪

### (一)流域概況

中港溪位於台灣西北部苗栗縣境內(如圖 2-7)，主流發源於鹿場大山(標高 2,616 公尺)，經由鹿場向北流至東河再折向西流至南庄，在南庄會合南河溪後稱為南庄溪，流抵獅頭山再折向西流向三灣，復轉北流至銅鑼圈會合峨嵋溪而成為中港溪，向北流至珊瑚湖附近再改向西流至斗煥坪、頭份、竹南而於尖山下承匯南港溪後，於竹南溫仔頭注入台灣海峽。流域面積約 446 平方公里，主流長約 54 公里，河床平均坡降約 1/150。

流域內主要支流有南庄溪、東河溪、峨嵋溪及南港溪。流域範圍涵蓋苗栗縣南庄、三灣、頭份、竹南、造橋、後龍及新竹縣北埔、峨眉、寶山等鄉鎮等九個鄉(鎮、市)。

境內上游多為林地，以人工闊葉林為主，其他有人工針葉林、桂竹、天然林等；中游多為農業區，以稻米為主要作物，雜作、木薯、荔枝、梨、番石榴、柑桔、龍眼等次之，特用作物則有茶、甘蔗、香茅等；下游地區工廠林立為農工重地，流域內工業區絕大部分集中於竹南、頭份二鎮。

國道及省道為中港溪流域主要的聯外道路，其中省道及縣道亦兼具有與各鄉鎮間聯繫功能，跨越中港溪之國道 1 號、國道 3 號、縱貫鐵路海線及山線，為苗栗縣內北、中、南地區間連絡要道；省道台 1 線、台 3 線、台 6 線、台 13 線、台 13 甲線等 5 條主要省道貫穿苗栗縣，124 縣道為聯絡省道台 1 線與台 3 線之東西向聯絡道路。

### (二)氣象水文

流域氣候依地形大致可分為兩區：沿海平原及鄰近丘陵地帶屬於亞熱帶氣候，高山屬於溫帶型氣候，流域年平均雨量約 2,390 毫米，年平均溫度為 21.2℃。

由於降雨時空分布不均，69.5% 以上集中於 5 月至 9 月間。河川地表逕流根據斗煥坪流量站之流量記錄資料，平均年逕流量約為 408.98 百萬立方公尺，而豐水期 5 月至 9 月逕流量佔 76.1% (311.23 百萬立方公尺)，枯水期 10 月至翌年 4 月佔 23.9% (97.75 百萬立方公尺)。

# 中港溪流域概況圖

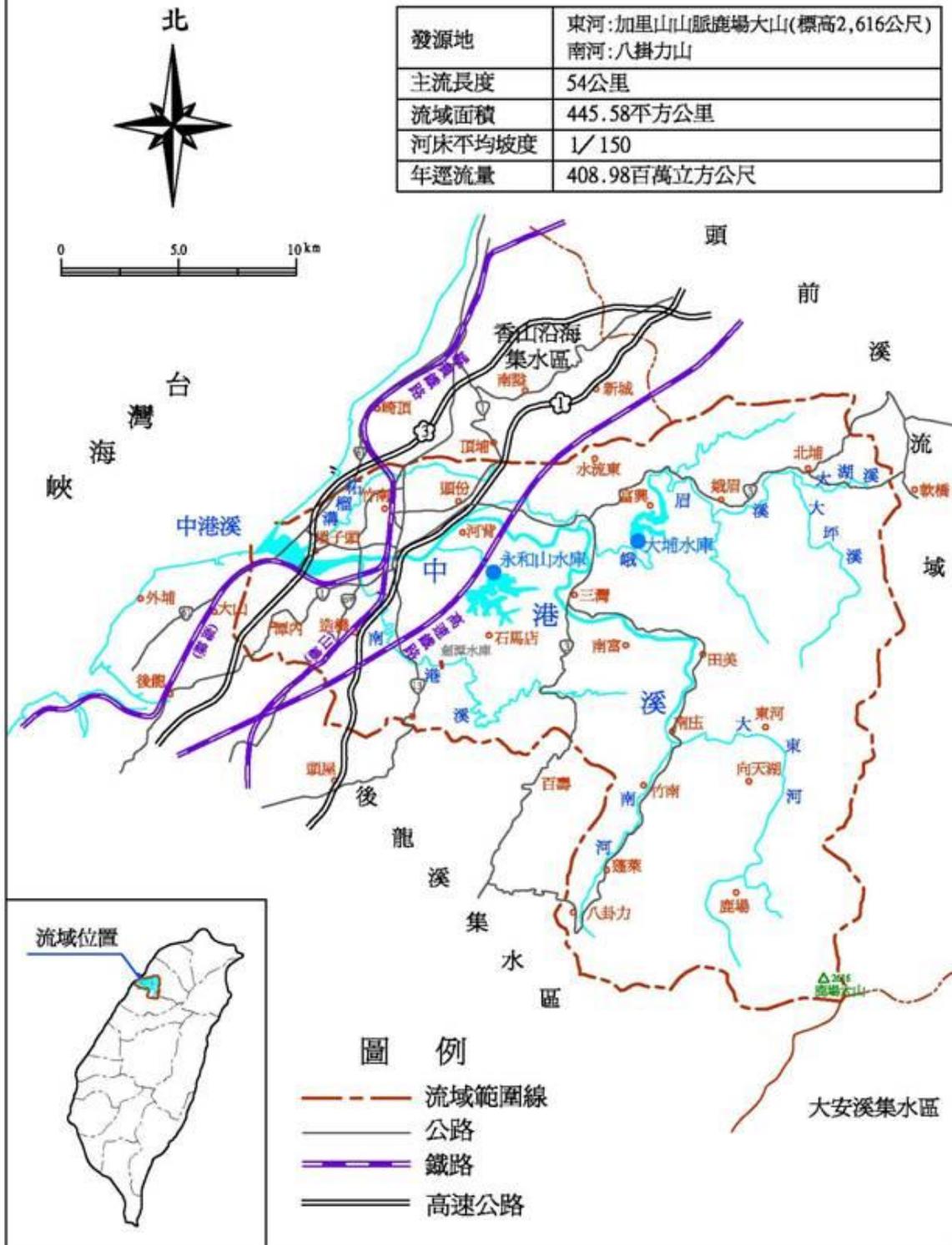


圖2-7 中港溪流域範圍

## 六、蘭陽溪

### (一)流域概況

蘭陽溪(原名為宜蘭濁水溪)位於台灣東北部宜蘭縣境內，為宜蘭縣最大河川(如圖 2-8)。蘭陽溪發源於南湖大山北麓(標高 3,536 公尺)，蜿蜒於雪山山脈與南湖大山山脈之間，蘭陽溪往東北流至三星鄉破布烏始入平地，溪流分岐成辮狀流路，流至蘭陽大橋附近形成主流，東北流向至壯圍鄉東港村後注入太平洋，流域面積約 978 平方公里，主流長約 73 公里，河床平均坡降約 1/55。

流域內主要支流有馬當溪、逸久溪、米磨登溪、四重溪、土場溪、天狗溪、碼崙溪、梵梵溪、清水溪、粗坑溪、羅東溪、宜蘭河、冬山河等，流域範圍涵蓋大同、三星、員山、礁溪、宜蘭、冬山、羅東、壯圍及五結等九個鄉(鎮、市)行政區。

流域下游為溪流泥砂沖積而成之蘭陽平原，地勢平坦，土壤肥沃，且交通發達，經濟基礎向來以農業為主。本流域主要作物有水稻、甘薯、蔬菜、落花生及柑、李、桃、香瓜、哈密瓜、西瓜等水果。

流域內工廠林立，工商業日漸發展，市郊原有農地逐漸轉變為住宅及工商建築用地，自從北宜高速公路完工通車後，更帶來無限商機，促進整個大宜蘭地區繁榮。

目前宜蘭聯外交通主要有北宜高速公路、北宜公路(台 9、台 9 甲)、北濱公路(台 2)、台 7 甲、台 7、鐵路宜蘭線及東部幹線等，尤以北宜高速公路於西元 2004 年底通車後，使得台北至宜蘭間行程縮短約 50 分鐘，公路運輸之方便性大為提昇。

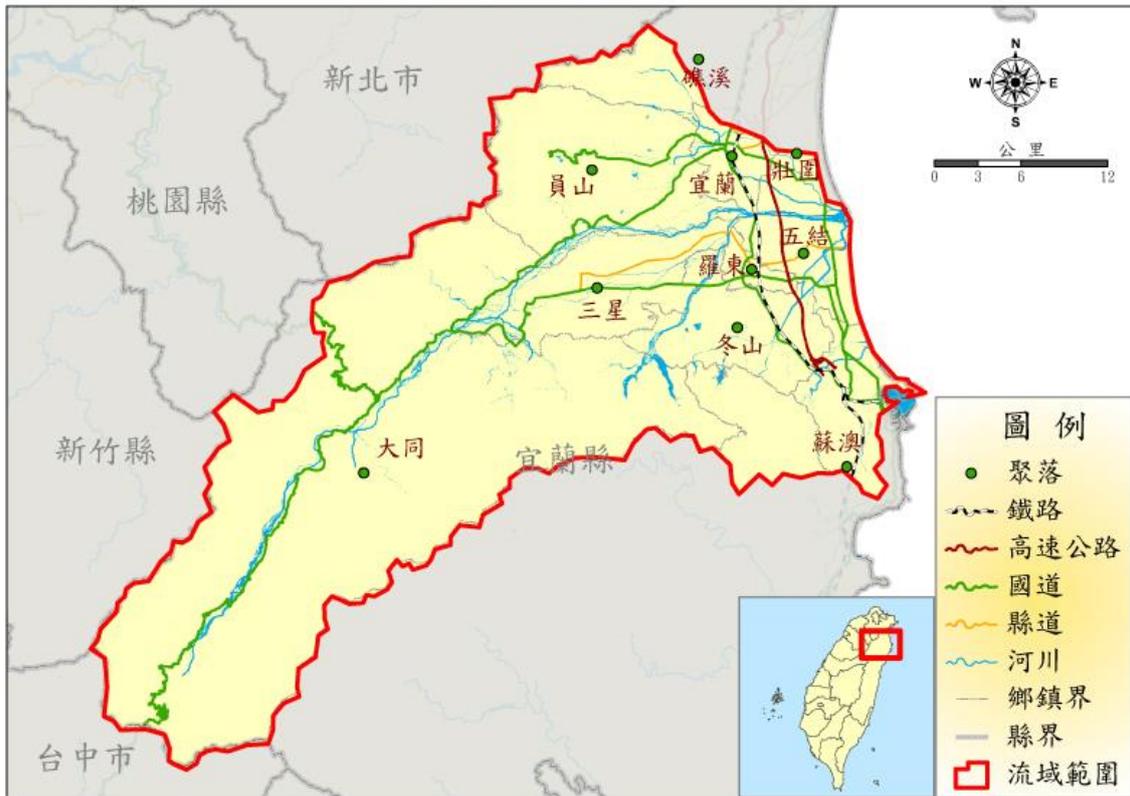
### (二)氣象水文

蘭陽河流域屬亞熱帶氣候，年平均溫度為 22°C，以 7 月份 35°C 為最高，1 月份之 19°C 為最低，歷年來平均氣壓為 1013.1 毫巴，氣壓穩定；年平均相對濕度為 85.9%，較本省平均之 84%略高。本區之風速不大，以 7、8、9 月較高，平均風速約為 1.8 公尺/秒；年平均降雨量為 3,200 毫米，年間以 9、10、11 月降雨量最高，約佔全年降雨量之 43.6%。

宜蘭地區水資源蘊藏豐富，河川逕流量豐沛，年

逕流量在蘭陽大橋站最大達 2,733 百萬立方公尺，惟河道坡陡流急，主河道流路短促，貯留能力不佳，目前境內尚無蓄水庫供調蓄豐水期之用。

### 蘭陽溪流域交通與聚落分布圖



資料來源:交通部運輸所 余紀忠文教基金會 製 中華民國100年10月

圖2-8 蘭陽溪流域範圍圖

## 七、和平溪

### (一)流域概況

和平溪位於台灣東北部宜蘭縣、花蓮縣境內，和平溪發源於中央山脈南湖大山(標高 3,536 公尺)，自大濁水橋以下，左岸屬南澳鄉，大多緊鄰高山峭壁，腹地狹小；右岸屬秀林鄉，腹地較廣。上游主要支流為和平南溪與和平北溪，匯流後為和平溪，於花蓮縣秀林鄉和平村注入太平洋；流域面積約 562 平方公里，主流長約 48.2 公里，河床平均坡降約 1/37，如圖 2-9。

流域範圍涵蓋宜蘭縣南澳及花蓮縣秀林等二個鄉(鎮、市)行政區。

本流域由於山多平地少，腹地狹小且土壤貧瘠農產品少，加上颱風、地震等天然災害頻繁，雖有發達之鐵、公路交通，(除早期為木材集散地外)經濟活動有限。

本流域蘊藏豐富的天然資源，尤以礦業資源，如加以有效開發將可促進地方經濟繁榮，提高人民生活水準及增加就業機會。

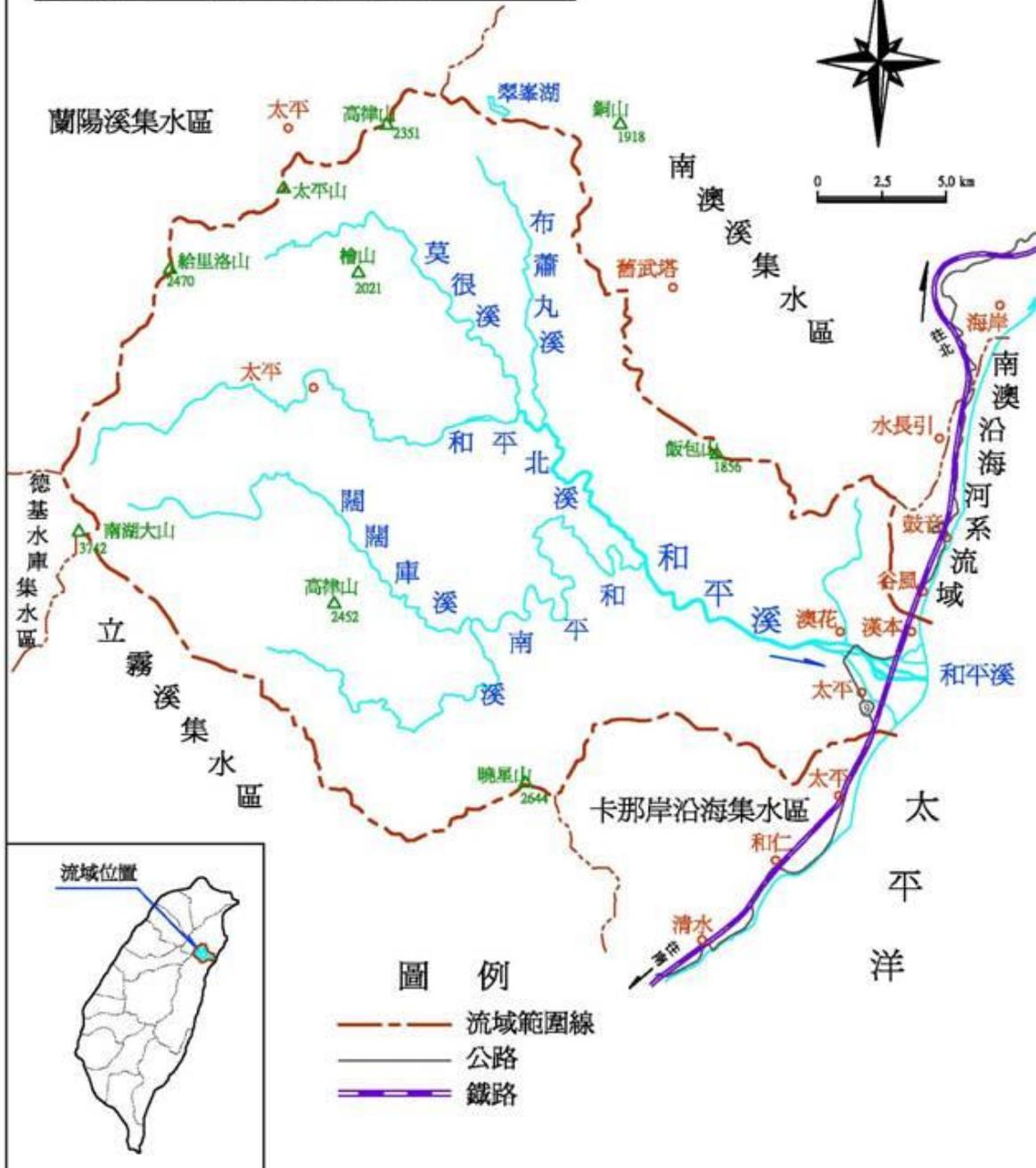
花蓮地區交通發達，本流域和平村為蘇花公路之重站，自從北迴鐵路及北宜高速公路通車後，本地區之交通更為便捷，隨著水泥專業區之開發及專用港口之建設，交通運輸更加頻繁。

### (二)氣象水文

和平溪流域屬亞熱帶氣候，其雨季大多集中於每年 6 月至 11 月間，12 月至 5 月則為旱季，年平均降雨量約 2,500 毫米，月平均氣溫約 23°C。

# 和平溪流域概況圖

發源地	中央山脈南湖大山(標高3,742公尺)
主流長度	48.20公里
流域面積	561.60平方公里
河床平均坡度	1/37
年逕流量	1,252百萬立方公尺



資料來源：台灣河川復育網

圖2-9 和平溪流域範圍

## 八、花蓮溪

### (一)流域概況

花蓮溪(原名紅巖溪)位於台灣東部花蓮縣境內，花蓮溪發源於中央山脈之拔子山(標高 1,755 公尺)，於大豐山附近出谷入平原後沿海岸山脈西麓流經光復鄉、鳳林鎮、壽豐鄉及吉安鄉，於花蓮市南郊注入太平洋；流域面積約 1,507 平方公里，本流全長約 57 公里，河床平均坡降約 1/285，如圖 2-10。

流域內主要支流有光復溪、馬鞍溪、萬里溪、壽豐溪及木瓜溪等，流域範圍涵蓋花蓮縣光復、鳳林、壽豐、吉安及花蓮等五個鄉(鎮、市)行政區。

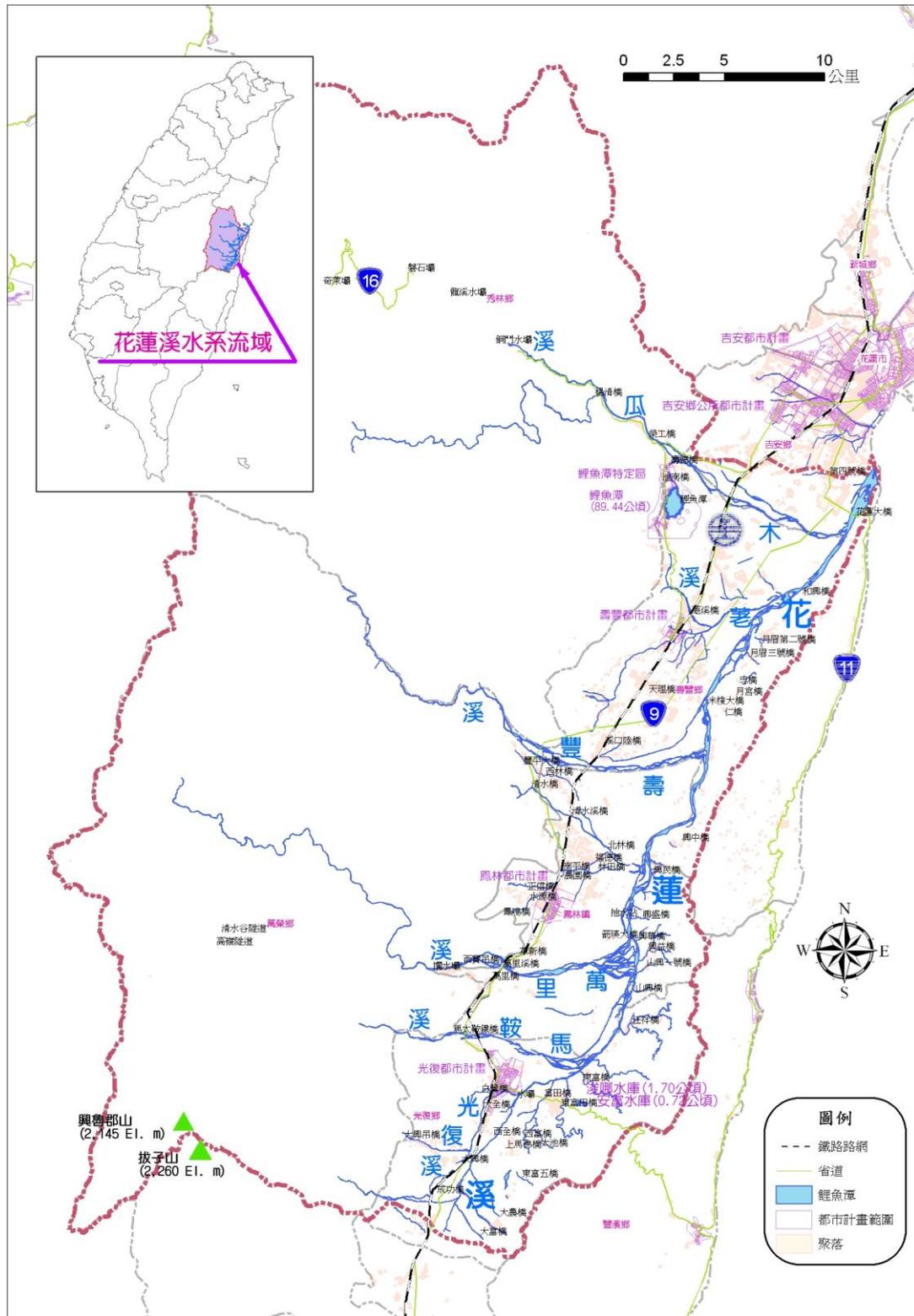
本區域氣候溫和，水資源蘊藏甚豐，農業發達，有志學、平林、壽豐、萬榮等開發區，尤其是吉安一號米及壽豐地區無子西瓜等聞名全省。主要農產品有稻米、甘藷、花生、玉米、西瓜、蔬菜、文旦柚、相桔、花卉等。養殖業有壽豐養豬專業區及魚塭，盛產各種魚類、蛤捌(又名金線蛤)等，其產量大部分均銷售全省。本流域除農業外近年另有光華工業區及鳳林綜合工業區之開發。此外，大理石等礦業亦頗發達。

花蓮溪流域主要交通運輸系統包含公路及鐵路運輸兩大部分，由於地形上受中央山脈及海岸山脈阻隔，使得交通運輸系統發展受限。公路運輸方面，以花蓮市為樞紐，對外聯絡北部、中部及台東各區域，主要道路包括台 9 線(蘇花公路)及台 11 線(海岸公路)，為花蓮生活圈內花蓮、光復及玉里三個次生活圈間之聯絡道路系統。台 9 線由花蓮通往蘇澳段，為與北部區域唯一的聯絡孔道，並為重要觀光道路；由花蓮市至台東縣卑南段，為海岸山脈東側沿海地區之主要南北向幹道，因其貫穿東海岸風景特定區亦為重要的觀光道路。次要道路系統包括縣 193 及縣 195，縣 193 北起三棧，南至吉安鄉光華工業區；縣 195 則北起吉安鄉花蓮大橋，南迄玉里鎮玉里大橋、其餘尚包括有花 4、花 5、花 6 及花 8 等次要道路系統，就整體公路系統而言，各級道路皆能提供一定的服務水準，惟因地形限制及地質不穩定，部分路段路況不佳，常受天候影響而坍方，阻絕交通。鐵路運輸主要以花蓮市為分界點，以北為北迴線，以南為花東線等兩大路線，全線幾乎與台 9 線平

行。

## (二)氣象水文

花蓮河流域位於台灣東部，屬亞熱帶氣候，冬季東北季風盛行，大量水氣受阻於山脈，普遍帶來降雨，夏季則因雷雨及颱風侵襲，雨量更多。平均年總降雨量為 2,550 毫米，每年 6 月至 11 月為豐水期，降雨量佔全年總雨量之 69%，12 月至翌年 5 月為枯水期，降雨量佔全年總雨量之 31%，與河川之流量分布相符合。年平均氣溫為 22.8℃，年平均相對濕度約 80.8%。



資料來源：民國 99 年第九河川局「花蓮溪水系治理規劃檢討(1/3)」  
**圖2-10 花蓮溪流域範圍**

## 九、秀姑巒溪

### (一)流域概況

秀姑巒溪位於台灣東部花蓮縣境內，發源於中央山脈崙天山南麓(標高 2,360 公尺)，東流入花東縱谷後，受海岸山脈阻擋，轉沿縱谷平原向北流，沿途匯納兩側支流，至玉里與支流樂樂溪匯流後河道逐漸加寬，於流經瑞穗大橋收納支流富源溪後，折轉向東流，並以其巨大侵蝕力橫切海岸山脈，河寬乍然縮成百米峽谷，在豐濱鄉大港口附近注入太平洋。流域面積約 1,790 平方公里，主流全長約 81 公里，河床平均降坡約 1/34(如圖 2-11 所示)。

流域內有主要支流樂樂溪、卓溪、豐坪溪、紅葉溪及富源溪等，流域範圍涵蓋花蓮縣富里、卓溪、玉里、瑞穗、萬榮、光復、豐濱、台東縣海端及池上等九個鄉(鎮、市)行政區。

本流域居民大多以務農業為主，其農產品以稻米、鳳梨、甘蔗、玉米、金針、菸葉和西瓜等為大宗，其中品質優良之富里米及金針早已聞名全省。瑞穗早期完成之旱作噴灌計畫及土地銀行鶴岡示範茶場之推廣種茶等工作，均導引本地區走向發展高經濟價值之作物。本地區尚盛產石礦，包括白雲石礦、石棉石礦和蛇紋石礦等，蘊藏量甚豐，極具開採價值。

本流域對外之主要交通幹道為花東公路及東線花東鐵路；尤其自從東線鐵路拓寬及北迴鐵路興建後，增進東部地區對外交通之便利，促使經濟活動亦隨之頻繁；至於鄉鎮村莊間之縣道、鄉道、山區之林道及產業道路亦均已拓寬改善及興建橋梁，構成四通八達之交通網。

### (二)氣象水文

秀姑巒溪屬亞熱帶氣候，雨季大都集中於 5 月至 11 月，12 月至 4 月屬旱季，年平均降雨量約 2,700 毫米，月平均氣溫約 22.8℃，相對濕度月平均約 80.8%。



資料來源：民國 95 年第九河川局秀姑巒溪情勢調查

圖2-11 秀姑巒流域範圍

表2-1 北區中央管河川流域概況表

河川流域	發源地	標高 (m)	主流長度 (km)	流域面積 (km <sup>2</sup> )	平地面積 (km <sup>2</sup> )	山地面積 (km <sup>2</sup> )	河床平均坡降	主要支流	流經行政區
淡水河	尖石鄉 品田山	3,529	158.7	2,726.0	240	2,486	1/122	大漢溪、新店溪、基隆河、三峽河、景美溪、北勢溪、疏洪道	新北市:三峽、鶯歌、樹林、土城、板橋、三重、新莊、蘆洲、五股、八里、淡水、新店、深坑、汐止、瑞芳、平溪、泰山、石碇、坪林、中和、永和；基隆市 桃園縣:復興鄉、龍潭鄉、大溪鎮、龜山鄉 新竹縣:尖石鄉、關西鎮
磺溪	七星山	1,120	13.8	2726.0	240.0	2,486.0	1/15	-	台北市:士林、北投；新北市:金山
鳳山溪	尖石鄉 那結山	1,320	45.5	50.8	8.6	42.2	1/225	-	新竹縣:尖石鄉、關西鎮、新埔鎮、湖口鎮、竹北鎮
頭前溪	上坪溪: 鹿場大山 油羅溪: 李棟山	2,616 1,913	63.0	250.1	38.5	211.6	1/190	上坪溪、油羅溪	新竹縣:芎林鄉、竹北市、竹東鎮、橫山鄉、五峰鄉、尖石鄉
中港溪	東河: 鹿場大山 南河: 八卦力山	2,616 1,001	54.0	565.9	187.0	378.9	1/150	南庄溪、峨眉溪、南港溪	苗栗縣:南庄鄉、三灣鄉、北埔鄉、峨眉鄉、頭份鎮、竹南鎮、造橋鄉
蘭陽溪	南湖大山 北麓	3,536	73.0	445.6	53.5	392.1	1/55	宜蘭河、羅東溪、粗坑溪、大湖溪、大礁溪、小礁溪、五十溪	宜蘭縣:大同鄉、三星鄉、員山鄉、冬山鄉、羅東鎮、宜蘭市、壯圍鄉、五結鄉
和平溪	南湖大山	3,742	48.2	978.0	326.0	652.0	1/37	和平南溪、北溪	宜蘭縣南澳鄉、花蓮縣秀林鄉
花蓮溪	丹大山	3,325	57.3	561.6	4.6	557.0	1/285	光復溪、馬鞍溪、萬里溪、壽豐溪、木瓜溪	花蓮縣:光復鄉、鳳林鄉、壽豐鄉、吉安鄉、花蓮市
秀姑巒溪	崙天山	2,360	81.2	1507.1	288.3	1,218.8	1/34	樂樂溪、卓溪、豐坪溪、紅葉溪、富源溪	花蓮縣:富里鄉、卓溪鄉、玉里鎮、瑞穗鄉、萬榮鄉、光復鄉、豐濱鄉 台東縣:海端鄉、池上鄉

資料來源:「臺灣重要河川水庫總覽」,經濟部水利署,100年5月。

表2-2 北區中央管河川氣象水文及取水設施彙整表

河川流域	年平均雨量 (mm)	月平均			年降雨體積 (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	年平均逕流量 (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )			現有取水設施
		氣溫 (度)	濕度 (%)	蒸發量 (mm)		總逕流量	豐水期	枯水期	
淡水河	3,001	22.0	82	120.0	8,180	7,443	4,437	2,606	大漢溪:石門水庫(多目標)、榮華壩(發電)、鳶山堰(公共給水)、三峽河堰(公共)、後村堰(公共, 沖毀) 新店溪:翡翠水庫(多目標)、發電:阿玉壩、羅好壩、桂山壩、粗坑壩、公共:直潭壩、青潭堰、碧潭攔河堰(觀光) 基隆河:公共:新山水庫(離槽)、西勢水庫、東勢坑溪堰、瑪陵坑溪堰、員山子攔河堰(防洪)
磺溪	-	22.5	88	-	-	-	-	-	無
鳳山溪	1,978	-	-	-	-	376	311	143	無
頭前溪	2,239	18.8	-	120.1	1,267	611	623	366	上坪溪:寶山水庫(離槽, 公共)、寶山第二水庫(離槽, 公共)、燥樹排攔河堰(供給寶山及寶二水庫蓄存) 頭前溪:隆恩堰(灌溉及公共給水等多目標)
中港溪	2,391	20.9	-	123.0	884	409	512	209	南庄溪:永和山水庫(離槽, 公共, 田美攔河堰取水) 峨眉溪:大埔水庫(灌溉為主, 支援部分公共給水) 南港溪:劍潭水庫(灌溉)
蘭陽溪	3,256	22.0	86	97.0	3,188	2,773	1,747	1,026	粗坑溪:粗坑堰(公共、灌溉)、羅東堰(公共)
和平溪	2,484	23.7	-	102.2	1,394	1,252	885	367	和平南溪:南溪壩(發電)
花蓮溪	2,980	22.8	81	122.0	4,491	3,809	2,895	914	木瓜溪:龍溪壩(發電)、龍鳳壩(發電)、木瓜壩(發電)、水簾壩(發電)
秀姑巒溪	2,686	22.8	81	122.0	4,808	4,179	3,176	1,003	無

註:“-”表無資料

資料來源:「臺灣重要河川水庫總覽」, 經濟部水利署, 100年5月。

## 2.2 重要堰、壩、橋樑等構造物調查

本節蒐集北區河川重要堰壩、橋樑結構物等基本資料，依各中央管河川流域劃分，包含堰壩名稱、堰壩上游集水區面積，滿水位時之標高，設計容量、有效庫容、橋墩名稱及管理機關等，詳細說明如下：

### 一、淡水河

淡水河主要由大漢溪、新店溪、基隆河三大支流匯合而成，因幅員遼闊，故各河系水庫堰壩繁多，主要水庫堰壩有石門水庫、翡翠水庫、新山水庫，榮華壩及直潭壩等如表 2-3 及表 2-4、表 2-5 所示。淡水河流域跨河橋樑構造物，主要以淡水河、基隆河及大漢溪最多，淡水河 25 座、大漢溪 22 座、新店溪、16 座、景美溪 8 座、北勢溪 4 座、南勢溪 4 座、茄苳溪 2 座及基隆河 61 座等如表 2-5。

### 二、磺溪

本流域目前尚無水庫、堰壩等設施，現有主要橋樑共 19 座，如磺清大橋、四十號橋、磺溪橋等如表 2-6 所示。

### 三、鳳山溪

本流域目前尚無水庫、堰壩等設施，主要橋樑有 18 座及支流霄裡溪 2 座，如鳳山溪橋、寶石橋等，如表 2-7 所示。

### 四、頭前溪

頭前溪主要水庫堰壩有寶山水庫、寶山第二水庫、隆恩堰及上坪攔河堰等，如表 2-8 及表 2-9 所示。

### 五、蘭陽溪

蘭陽溪目前尚無水庫，而主要堰壩有粗坑堰及羅東攔河堰；蘭陽溪主要橋樑 19 座，宜蘭河 2 座，如中山橋、宜蘭橋、新城橋等如表 2-10 及表 2-11 所示。

### 六、花蓮地區

花蓮地區目前尚無水庫，而主要堰壩有木瓜壩、龍溪壩、龍鳳壩、南溪壩、溪畔壩及水簾壩等；主要橋樑花蓮溪 7 座、木瓜溪 5 座、萬里溪 3 座及秀姑巒溪 5 座，如表 2-12 及表 2-13 所示。

## 七、馬祖地區

馬祖地區目前尚無堰壩及主要跨河構造物，而主要水庫有后沃水庫、東湧水庫、坂里水庫、秋桂山水庫、儲水沃水庫、津沙一號水庫、津沙水庫及勝利水庫等，如表 2-14 所示。

表2-3 淡水河重要堰、壩調查表

堰壩名稱	支流水系	集水區面積(公頃)	滿水位標高(m)	水庫容量(10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup> )	有效容量(10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup> )	管理機關
石門水庫	大漢溪	76340	245	30,912(102 年)	20,986.5(102 年)	經濟部水利署 北區水資源局
榮華壩		56160	413	1,240(102 年)	6.8(102 年)	經濟部水利署 北區水資源局
鳶山堰		8800	51.6	477(99 年)	439.7(99 年)	台灣自來水公司
翡翠水庫	新店溪	30300	170	40,600	33,460(102 年)	台北翡翠水庫 管理局
阿玉壩		7280	216.8	10.5	8.7(98 年)	台灣電力公司
羅好壩		21000	221.2	30.8	28.3(97 年)	台灣電力公司
桂山壩		31270	110	42.3	40(98 年)	台灣電力公司
粗坑壩		64570	45.5	24	18.1(99 年)	台灣電力公司
直潭壩		67.9	44.7	417.7	191.9(98 年)	台北自來水事業處
青潭堰		23.2	22.2	83.2	23.8(98 年)	台北自來水事業處
新山水庫	基隆河	160	86	1	1.002(96 年)	台灣自來水公司
西勢水庫		650	72.08	45	40.7(101 年)	台灣自來水公司

資料來源：經濟部水利署北區水資源局網站

表2-4 淡水河重要堰、壩調查表(續)

堰壩名稱	支流水系	堰型	堰頂長度(m)	最大壩體高(m)	管理機關
三峽河堰	大漢溪	混凝土堰	42	2	台灣自來水公司
碧潭攔河堰	新店溪	混凝土重力堰 +橡皮壩	40	20.6	新店區公所
員山子攔河堰	基隆河	-	-	-	水利署第十河川局
東勢坑溪攔河堰	東勢坑溪	橡皮壩	13	1.5	台灣自來水公司
瑪陵坑溪攔河堰	瑪陵坑勢溪	傾導閘門式	10.5	1.5	台灣自來水公司

表2-5 淡水河流域重要橋梁調查表

主(支)流名稱	橋梁名稱
淡水河	中興大橋、淡水河橋、中山橋、中興大橋、台北大橋、台北大橋舊橋、忠孝大橋、關渡大橋、重陽大橋、八里匝道橋、二重端引橋、三重端引橋、中興橋、大直橋、大溪橋、崁津大橋、羅浮橋、重陽橋、民權大橋、麥帥一橋、新北大橋、國道3號福爾摩沙高速公路大漢溪橋、光復橋、華翠大橋、萬板大橋。
大漢溪	大同橋、三峽大橋、三鶯大橋、大漢橋、南興橋、浮洲橋、新海大橋、大溪橋、巴陵橋、武嶺橋、溪州大橋、興漢橋、羅浮橋、霞雲橋、金敏橋、新莊引橋、板橋引橋、重翠大橋、城林大橋、柑園大橋、石門大橋、巴陵二橋。
新店溪	華中大橋、光復大橋、秀朗大橋、中正橋、碧潭大橋、福和橋、永福橋、華江二號橋、華翠橋、中安大橋、萬板大橋、崁津大橋、華江橋、思源橋、新下龜山橋、廣興橋。
景美溪	恒光橋、萬福橋、道南橋、福壽橋、福德橋、景美橋、新景美橋、寶橋
北勢溪	小粗坑橋、永盛橋、坪林橋、屈尺橋、
南勢溪	二號橋、上龜山橋、下龜山橋、烏玉橋
茄苳溪	茄苳一號橋、茄苳二號橋
基隆河	大直橋、民權大橋、玉成橋、成功橋、成美吊橋、成美橋、承德橋、松山橋、松江大橋、長壽橋、南湖大橋、圓山大橋、十分寮橋、北山大橋、平菁橋、汐止陸橋、南港片橋、瑞芳橋、瑞慶橋、漳江橋、八堵橋、八德橋、千祥橋、大華二橋、大華橋、五堵橋、五福橋、六合橋、六堵橋、友愛橋、友新橋、友諒橋、水源橋、民樂橋、石皮瀨橋、百福橋、自強橋、行安天橋、尚仁橋、昌明橋、松浦橋、武德橋、建德橋、崇倫橋、崇智橋、第三號橋、復興橋、港口橋、順興橋、新興橋、暖江橋、實踐橋、德勝橋、奮起橋、興化橋、雙龍橋、介壽橋、百齡橋、社后橋、南湖大橋、麥帥橋。

資料來源：本團隊整理

表2-6 磺河流域重要橋梁調查表

主(支)流名稱	橋梁名稱
磺溪	彩虹橋、上磺溪橋、第40號橋、新磺溪橋、永和橋、峰頂橋、明德橋、東華橋、台北捷運紅線鐵路橋、建民橋、石牌橋、建德橋、華興橋、天母橋、三和橋、磺溪中橋、磺清大橋、林莊橋、無名橋。

資料來源：本團隊整理

表2-7 鳳山溪流域重要橋梁調查表

主(支)流名稱	橋梁名稱
鳳山溪	世昌橋、新埔大橋、鳳山溪橋、鳳崗大橋、寶石橋、台鐵鳳山溪橋、國道1號鳳山溪橋、義民橋、褒忠大橋、高鐵鳳山溪橋、新埔大橋、寶石橋、雲埔橋、坪林大橋、國道3號鳳山溪橋、南山大橋、渡船頭橋、南華橋
霄裡溪	埔坪橋、霄裡橋

資料來源：本團隊整理

**表2-8 頭前溪重要堰、壩調查表**

堰壩名稱	支流水系	集水區面積(公頃)	滿水位標高(m)	水庫容量(10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup> )	有效容量(10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup> )	管理機關
寶山水庫	柴梳溪	320	141.6	547	547	台灣自來水公司
隆恩堰	頭前溪	-	43.69	12	-	經濟部水利署 北區水資源局

資料來源：經濟部水利署北區水資源局網站

**表2-9 頭前溪流域重要橋梁調查表**

主(支)流名稱	橋梁名稱
頭前溪	白地橋、舊港大橋、竹林大橋、頭前溪橋、竹港大橋、溪洲大橋、台鐵頭前溪橋、國道1號頭前溪橋、經國大橋、中正大橋、新中正大橋、國道3號頭前溪橋、高鐵頭前溪橋、北二高公路橋

資料來源：本團隊整理

**表2-10 蘭陽溪重要堰、壩調查表**

堰壩名稱	支流水系	堰型	堰頂長度(m)	最大壩體高(m)	管理機關
粗坑堰	粗坑溪	混凝土堰	76	5	林務局 羅東林區管理處
羅東攔河堰	羅東溪	橡皮壩	172	1.5	台灣自來水公司

資料來源：經濟部水利署北區水資源局網站

**表2-11 蘭陽溪流域重要橋梁調查表**

主(支)流名稱	橋梁名稱
宜蘭河	壯圍大橋、七張橋、中山橋、宜蘭橋、新城橋
蘭陽溪	牛鬥橋、四季一橋、四季二橋、有潤橋、志航橋、則前橋、美優橋、茂安橋、家源橋、敦厚橋、碧水橋、德苓橋、噶瑪蘭橋、繼光橋、國道5號橋、蘭陽大橋、葫蘆堵大橋、泰雅大橋、牛鬪橋

資料來源：本團隊整理

表2-12 花蓮地區重要堰、壩調查表

堰壩名稱	支流水系	堰型	集水區面積(公頃)	堰頂長度(m)	最大壩體高(m)	管理機關
木瓜壩	木瓜溪	混凝土重力壩	14570	40	40.5	台灣電力公司
龍溪壩	龍溪	混凝土重力壩	5370	83	29.5	台灣電力公司
龍鳳壩	龍溪、鳳溪	混凝土重力壩	-	37	24	台灣電力公司
南溪壩	和平南溪	混凝土重力壩	15800	116	42	台灣電力公司
溪畔壩	立霧溪	閘門控制溢流壩	51010	125.8	30	台灣電力公司
水簾壩	木瓜溪	閘門控制+自由溢流壩	28400	88	27	台灣電力公司

資料來源：經濟部水利署北區水資源局網站

表2-13 花蓮地區重要橋梁調查表

主(支)流名稱	橋梁名稱
花蓮溪	花蓮大橋、月眉大橋、米棧大橋、中興大橋、箭瑛大橋、馬太鞍橋、富進橋。
木瓜溪	仁壽橋、木瓜溪一號橋、木瓜溪二號橋、東華大橋、花東鐵路鐵橋
萬里溪	新萬里溪橋、西寶大橋、台鐵萬里溪橋
秀姑巒溪	玉里橋、長虹橋、瑞穗大橋、高寮大橋、台鐵秀姑巒溪橋

資料來源：本團隊整理

表2-14 馬祖地區重要堰、壩調查表

堰壩名稱	有效容量(10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup> )	集水區面積(公頃)	堰型	堰頂長度(m)	最大壩體高(m)	管理機關
后沃水庫	40.6	4.7	混凝土重力壩	196	18	連江縣政府
東湧水庫	7	49.5	混凝土重力壩	140	18.6	連江縣政府
坂里水庫	15.8	32	混凝土重力壩	169	19	連江縣政府
邱桂山水庫	3.4	8.4	扶臂式混凝土牆	82	15	連江縣政府
儲水沃水庫	4.5	38.7	混凝土重力壩	105	23.5	連江縣政府
津沙一號水庫	1.4	15	混凝土重力壩	60	14.3	連江縣政府
津沙水庫	5.7	24.3	混凝土重力壩	106	24.3	連江縣政府
勝利水庫	25.9	75.5	混凝土重力壩	135	75.5	連江縣政府

資料來源：經濟部水利署北區水資源局網站



## 2.3 河川特性

北區河川特性基本資料，依各中央管河川流域劃分，包年平均逕流量、年平均輸砂量，年沖蝕深度，設計容量等，除了磺溪、鳳山溪、中港溪及和平溪詳細說明如下：

### 一、淡水河

#### (一)河道蜿蜒度(sinuosity)

淡水河大漢溪段的河口到關渡蜿蜒度為 1.10，河道非常直，屬平直河流(straight stream)；關渡到江子翠為 1.39，曲率較大，屬辮狀河流(braided stream)，此種河道較為寬淺，易生沙洲；江子翠到浮州鐵路橋為 1.21，曲率變小，亦屬平直河流。

新店溪段的江子翠到秀朗之河道蜿蜒度為 1.57，河道有大彎，屬彎曲河流(meandering stream)。

基隆河段的關渡到大直之河道蜿蜒度為 1.28，略為彎曲，屬辮狀河流；大直到汐止之蜿蜒度為 2.07，河道相當彎曲，屬彎曲河流。基隆河截彎取直的部分，由中山橋到成美橋原長 13.3 公里，經截直為 8.8 公里(稱為大彎段)；成美橋到南湖大橋原長 4.1 公里，截直後為 3.3 公里(稱為小彎段)，河道共縮短了 5.3 公里，使得大直到汐止的曲流率縮小為 1.50，然河道仍存在兩處大轉彎，依舊屬於彎曲河流。

#### (二)底床坡降

大漢溪段的河口到關渡一帶，底床坡度為 0.095%，關渡到江子翠為 0.038%，江子翠到浮州鐵路橋為 0.108%，河道坡度往上游迅速增加，此為山溪性河川的特色。

新店溪段的江子翠到秀朗為 0.066%，坡度不小，至秀朗上游河床迅速陡升，此點與大漢溪相似。

基隆河段的關渡到大直為 0.009%，大直到汐止為 0.012%，河道較前二者平緩。淡水河系之潮波特性偏向於山溪性河川所具有的駐波，主要是由於上游渠床坡度很大，能量反射大，再加上河道多已經過整治阻力較小，能夠有較多的能量到達感潮段上游，反射的能量也不致被完全消耗掉所致。基隆河較其他二支流

不具駐波特性是因為其坡度很緩，反射的能量較少，但潮波也因而可以上溯到較遠的距離。

### (三)底質粒徑

張等(1989)根據現場採樣分析結果將淡水河系之底直粒徑分為以下幾種：淡水河河口至竹圍為粗砂，竹圍至關渡為細砂，關渡以上為粉砂質；新店溪江子翠至中正橋為砂、泥質，福和橋至秀朗橋屬砂、礫石河床；基隆河由中國海專至汐止則屬細砂、泥質。

由此可推斷淡水河河口之底質因受潮流進退影響，堆積物較上游略粗，再往上游因潮流之影響減弱，河床底質反較河口細。至於感潮河段以外之底質，則出現越往上游越粗的現象，符合河川的搬運原理。

## 二、磺溪

磺溪在地形區位上，分屬丘陵地形及平原地形，尚未達到山區河川之分區標準，故利用寬深比做為平原河川橫斷面型態之分類標準。依前人之研究，當寬深比(W/H)<40屬於窄深河型，寬深比(W/H)>40屬於寬淺河型。另依據水規所(100年)的規劃檢討報告，其磺溪主流流路變遷變化情形，係利用民國65、73、80、及95年等行政院農委會林務局農林航測所發行之台灣地區像片基本圖資料，將其主流流路數化後套疊並進行比較，溪河道變遷自主流上游上磺溪橋至下游西溪匯流前之歷年流路擺盪情形不明顯，僅部份河段河幅因歷年水文、人文情形、地形及地勢等因素互有縮小或擴大之變化；下游西勢溪匯流前至出海口部份，河道經由於民國84年起開始進行出海口改道計畫，由原出海口磺溪漁港自西勢溪匯流前改道至(95年流路)今現況出海口。

### (一)河口至磺溪中橋

本河段為下游平原河川，於斷面02有支流西勢溪匯入，於斷面02-11有支流西勢溪匯入，於斷面02-11有支流清水溪匯入，河床為砂質與礫石，自下游往上游河床質有趨粗之勢，平均坡度在1/513~1/114，河道大致呈沖刷象，近年(95~97年)沖淤情形沖淤情形較過去(78~97年)相對穩定；橫斷面型態窄深型與寬淺型互現；水流大致為亞臨界流況，50年重現期洪水量之平

均流速大致在 5.5m/s 以下，僅局部橋樑附近斷面及一號攔水壩流速超過 5m/s。

### (二) 磺溪中橋至無名橋

本河段屬中下游，右岸屬較高之台地，左岸農作居多；本河段河床質主要為礫石及卵石，平均坡度在 1/114~1/47 有趨陡之勢，河道沖淤變化相對較大；橫斷面型態多屬窄深型；水流為亞臨界至超臨界流況交互變化，50 年重現期洪水量之平均流速大致在 5.5m/s 以上，局部攔水壩及橋樑高達 12m/s 以上。

### (三) 無名橋至上溪橋

本河段為中上游陡坡山區河川，河道受兩岸高山範束蜿蜒曲折，於斷面 20-11 有支流清水坑溪匯入，平均坡度在 1/26~1/13，並有趨陡之勢，河床質為卵礫石及塊石夾雜，並有漸粗之趨勢，本河道位於陡坡山區沖淤變化較不穩定；橫斷面型態大致分為窄深型；水流多屬超臨界流況，50 年重現期距洪水量之平均流速大致在 6.5m/s 以上，部份河段達 13.3m/s。詳細磺溪主流歷年河道平均坡度表請參照表 2-15。

## 三、鳳山溪

### (一) 河道縱坡

鳳山溪流域山區約佔 84.6%，平地面積約佔 15.4%，自霄裡溪匯流口以下進入平地。鳳山溪河道平均坡度約 1/225，感潮段（河口至斷面 6）因受潮汐影響，床面坡降較緩（約 1/1245），其他上游河段的坡降均在 1/360~1/155 之間；霄裡溪平均坡度則約 1/80，河口至戴熙橋間受鳳山溪水位壅高影響，河床坡度在 1/140~1/127 間，其他上游河段坡降均在 1/70~1/45 以上，床坡相當陡峻。鳳山溪及霄裡溪各河道分段之平均坡降分布，如表 2-16 所示。

### (二) 河床質調查

在河床質粒徑方面，經濟部水利署第二河川局 (2009) 報告中曾針對河床坡度及河床質顆粒大小之變化情形，配合擇定之斷面位置進行採樣分析；該次採樣於鳳山溪主河段內共採取 10 個砂礫質河床樣本

(F5~F14)、4 個泥砂質河床樣本 (F1~F4)；支流霄裡溪河段內取 7 個砂礫質河床樣本 (S1~S7)；合計 17 個砂礫質河床樣本作現場及試驗室粒徑分析，4 個泥砂質河床樣本作試驗室粒徑分析，分析成果如表 2-17 所示。

表2-15 礮溪主流歷年河道平均坡度

河段	斷面	河道平均坡度					
		78 年	78 年	95 年	95 年	97 年	97 年
		谿線高	平均高	谿線高	平均高	谿線高	平均高
103 年治理河段	0~26	-	-	1/56	1/56	1/58	1/57
78 年治理河段	2~15-11	1/117	1/119	1/115	1/113	1/111	1/110
西勢溪匯流前至新礮溪橋	2~5	1/694	1/625	1/505	1/709	1/568	1/513
新礮溪橋至三和橋	5~12	1/99	1/104	1/101	1/108	1/112	1/114
三和橋至 78 年治理終點	12~15-11	1/39	1/39	1/52	1/50	1/49	1/47
78 年治理終點至清水坑匯流處	15-11~20-11	-	-	1/25	1/25	1/27	1/26
清水坑匯流處至上礮溪橋	20-11~26	-	-	1/13	1/13	1/13	1/13

表2-16 鳳山溪流域各河段平均坡降分布表

河段		河道平均坡降
鳳山溪	河口~斷面 6 (鳳岡大橋)	1/1265
	斷面 7~斷面 13 (攔河堰)	1/360
	斷面 14~斷面 32-1 (攔河堰)	1/230
	霄裡溪匯流口~斷面 39-1	1/178
	斷面 40 以上	1/155
霄裡溪	河口~斷面 3 (霄裡橋)	1/140
	斷面 4~斷面 16 (戴熙橋)	1/127
	斷面 17~斷面 29 (直坑尾橋)	1/70
	斷面 30 以上	1/45

資料來源：鳳山溪大斷面測量計畫，經濟部水利署第二河川局，2009

表2-17 鳳山溪流域 98 年粒徑分布表

溪別	断面編號	樣本編號	各代表粒徑									平均粒徑	
			D <sub>10</sub>	D <sub>20</sub>	D <sub>30</sub>	D <sub>40</sub>	D <sub>50</sub>	D <sub>60</sub>	D <sub>70</sub>	D <sub>80</sub>	D <sub>90</sub>		D <sub>m</sub>
主流	鳳山溪	01(河口)	F1	0.16	0.56	1.15	1.49	1.68	1.82	1.96	2.16	2.58	1.57
		2	F2	0.68	1.76	1.93	2.01	2.07	2.13	2.24	2.48	3.08	1.96
		3	F3	0.14	0.26	0.61	1.49	1.76	1.91	2.04	2.21	2.57	1.48
		5	F4	0.58	0.7	0.8	0.9	1.02	1.2	1.44	1.78	2.33	1.4
		10	F5	0.31	6.44	21.01	54.4	109	144	171	202	264	116
		13	F6	2.75	23.13	62.42	111	141	165	188	219	270	136
		16(鳳山溪橋)	F7	0.76	15.27	23.77	60.82	155	188	224	294	376	157
		18(鐵路橋)	F8	0.37	3.82	21.1	48.38	89.77	123	152	183	229	98
		23(褒忠橋)	F9	0.4	1.85	3.99	18.39	47.16	137	240	336	502	156
		26(高鐵橋)	F10	0.32	3.79	17.75	24.95	35.96	62.27	144	209	270	95
		33	F11	0.56	1.5	19.93	20.02	34.25	63.65	156	211	325	108
		39(雲埔橋)	F12	0.09	0.3	0.38	1.85	18.51	18.98	32.24	124	258	64
		44(坪林大橋)	F13	0.4	10.26	22.87	85.18	136	181	228	277	379	160
		54(南和橋)	F14	1.79	7.84	17.43	33.54	101	214	323	377	429	176
支流	霄裡溪	07	S1	0.61	13.32	21.99	41.81	81.87	168	228	275	343	146
		08(大茅埔橋)	S2	0.55	1.67	6.28	19.85	80.19	136	170	209	287	110
		13	S3	0.59	1.42	3.06	13.14	64.27	72.1	110	170	215	82
		16(載熙橋)	S4	0.56	1.96	19.48	25.28	75.36	169	213	349	411	144
		18(元官橋)	S5	0.15	0.75	8.68	19.08	38.42	86.65	140	180	249	92
		22(照東橋)	S6	0.25	1.15	14.44	22.11	32.93	52.73	91.16	130	222	69
		29(直坑尾橋)	S7	0.17	1.15	18.1	33.13	112	167	213	342	593	177

資料來源：鳳山溪大断面測量計畫，經濟部水利署第二河川局，2009

### (三)河川型態

依據經濟部水利署第二河川局(2004)報告所載鳳山溪河川型態分析結果顯示，由於本溪自河口(頭前溪匯流口)至鳳岡大橋間，受潮汐之影響大都為細砂河床，溯自鳳岡大橋上游起，河川型態屬小型丘陵地河川，河道漸往上游漸陡，流勢湍急，河床沉滓分布大都屬於砂礫石之組合。經觀察現況河道深水槽狀況，於断面 8 以下河段河川型態相對較為蜿蜒，断面 8 以上河段河道坡度較陡，部份河道深槽中有江心洲出現，呈瓣狀形態。

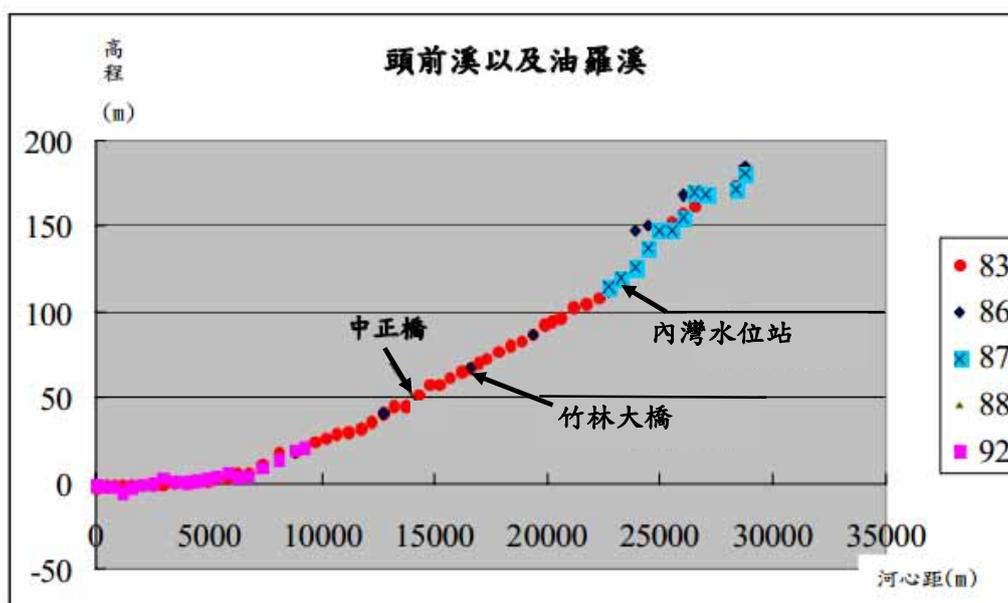
#### 四、頭前溪

##### (一)斷面變化

頭前溪流流域僅在民國 83 年有全流域的斷面測量資料，其餘均為零星河段的斷面測量資料，在民國 83 年至 92 年間，各斷面底床最低點高程變化不大，河道呈現穩定的情況，且鄰近中正橋之區域，因缺乏斷面量測資料，其大峽谷地形之變遷歷程，則有待進一步釐清。

##### (二)底質粒徑

配合水利規劃試驗所於民國 88 年「頭前溪流流域整體規劃第一年工作報告」之採樣位置，選定採樣位置為頭前溪斷面 09、15、19、23、35、41、48。根據表 2-16 與表 2-17 相同位置的河床質資料，可整理兩年份相同位置河床質資料比較表，如表 2-18 所示。無論從平均粒徑 ( $D_m$ ) 或中值粒徑 ( $D_{50}$ ) 均可看出全河段除中正大橋上下游河段外，河床質平均粒徑變化不大，但最大粒徑與砂質含量有變小的趨勢。中正橋固床工下游面由於泥岩裸露，含砂量高達 90%，且幾乎沒有大於 1.0mm 之顆粒。



圖片來源：「頭前溪中正橋段跨河及河防構造物對整體河性影響之研究」，經濟部水利署第二河川局

圖2-13 頭前溪河道斷面歷年變化圖

表2-18 88 年度頭前溪各斷面河床質粒徑分析成果表

斷面號	河心距 (km)	平均粒徑 (mm)	粒徑分佈(mm)									最大石徑 (mm)	砂質含量 (%)
			D <sub>10</sub>	D <sub>20</sub>	D <sub>30</sub>	D <sub>35</sub>	D <sub>40</sub>	D <sub>50</sub>	D <sub>65</sub>	D <sub>75</sub>	D <sub>90</sub>		
頭 09	3.84	62.12	0.95	10	22	28	36	49	74	100	137	175	15.8
頭 15	6.739	87.55	1.6	9.6	23	29	39	60	100	137	205	460	15
頭 19	9.275	126.46	1.8	18	42.5	58	76.2	114	176	205	276	600	13
頭 23	11.25	117.63	1.75	10.6	23	32	43	78	140	200	292	550	15.2
頭 35	17.367	213.09	2.68	18.8	44	64	88	163	312	380	460	760	12.3
頭 41	20.18	123.35	2.5	18	43	58	78	118	177	223	282	700	12.5
頭 48	23.53	165.87	2.78	16.8	48	78	107	152	205	250	346	800	13.8
頭 52	25.822	207.56	5.4	59	106	126	147	88	278	319	417	760	9.3
頭 57	28.352	194.24	4.4	24	55	77	103	161	263	327	440	800	10.4
上 06	1.45	154.35	2.1	11.3	28	42.5	62	95	167	230	400	680	14.6

表2-19 94 年度頭前溪各斷面河床質平均粒徑與代表粒徑分析成果表

斷面號	平均粒徑 (mm)	代表粒徑(mm)										最大石徑 (mm)	砂質含量 (%)
		D <sub>10</sub>	D <sub>20</sub>	D <sub>30</sub>	D <sub>35</sub>	D <sub>40</sub>	D <sub>50</sub>	D <sub>60</sub>	D <sub>70</sub>	D <sub>80</sub>	D <sub>90</sub>		
頭 08-09	68.12	0.55	5.06	18.58	21.3	23.2	39.81	59.02	85.31	121.62	175.79	283	15.6
頭 13-14	130.88	0.48	42.27	58.61	70.15	78.7	100.0	124.45	153.82	199.99	321.37	337	13.4
頭 18-19	165.69	10.5	41.5	73.62	88.1	100.0	132.73	216.77	243.22	277.33	337.29	368	5.6
頭 21-22	160.38	40.83	91.2	110.92	114.55	118.3	128.53	151.36	184.08	264.24	306.2	352	4.0
頭 30 (近 S30)	0.457	0.08	0.11	0.14	0.15	0.16	0.19	0.24	0.31	0.42	0.59	2.3	90.5
頭 30-31 (近 S31)	74.21	1.31	12.79	30.97	41.5	46.56	61.52	73.62	97.27	120.50	169.82	223	9.8
頭 34	98.48	0.68	6.98	27.61	37.07	55.72	128.53	134.90	144.21	161.81	199.99	223	16.3
頭 41	138.93	14.09	44.36	74.82	79.98	88.1	107.4	128.53	161.81	228.03	321.37	403	5.1
頭 48	168.66	42.27	78.7	109.14	118.3	128.53	151.36	175.39	203.26	264.24	326.59	397	3.2
頭 52	192.12	62.52	102.09	122.46	132.74	144.21	164.44	190.55	264.24	301.3	372.39	412	1.9
上 05	128.36	0.5	11.25	45.08	58.21	71.29	107.4	134.9	164.44	239.33	281.04	381	11.3

表2-20 88 年與 94 年河床質資料表較表

測量年份	平均粒徑(mm)		最大粒徑(mm)		砂質含量(%)	
	88 年	94 年	88 年	94 年	88 年	94 年
頭 09	62.12	68.12	175	283	15.8	15.6
頭 19	126.46	165.69	600	368	13	5.6
頭 41	123.35	138.93	700	403	12.5	5.6
頭 48	165.87	168.66	800	397	13.8	3.2
頭 52	207.56	192.12	760	412	9.3	1.9

## 五、中港溪

### (一)河床底質

中港溪河川從感潮河段至高速公路橋間平均坡降為 0.09%，高速公路橋至東興橋下游河段間平均坡降為 0.25%，東興橋至三灣橋中游河段平均坡降為 0.50%，三灣橋以上上游河段平均坡降為 2.00%。

針對中港溪主、支流十五個樣點進行底質組成調查，依照汪靜明（1990）所建議採用之底質分類系統來記錄，如表 2-21，調查結果顯示，大坪溪三個樣點中南埔大橋底石組成主要以小漂石、圓石為主，大坪橋底石組成主要以卵石、圓石為主，北埔冷泉底石組成主要以卵石、大漂石為主；峨眉溪三個樣點中湖光大橋底石組成主要以沉積砂土黏土有機物碎屑為主，峨眉大橋底石組成主要以沉積砂土黏土有機物碎屑為主，十寮坑大橋底石組成主要以圓石、卵石為主；南港溪四個樣點中南港溪口因鄰近出海口，屬於感潮帶其底石組成主要以沉積砂土黏土有機物碎屑為主，南港溪橋底石組成主要以圓石、卵石為主，劍潭水庫位於水庫下方，使得底質粒徑分配不均，其底石組成主要以沉積砂土黏土有機物碎屑為主，蟠龍橋底石組成主要以大漂石為主；東河一個樣點中東河吊橋底石組成主要以圓石、小漂石為主；中港溪主流四個樣點中平安大橋底石組成主要以圓石、小漂石為主，田美攔河堰底石組成主要以大漂石、卵石為主，大東河匯流口，底石組成主要以圓石、小漂石為主，蓬萊保育區底石組成主要以圓石、小漂石為主。詳細調查結果表如表 2-22。

表2-21 底質型態分類系統表

底質型態	大小範圍 (cm)	代號
沈積砂土黏土有機物碎屑	<0.2	1
礫石	0.2~1.6	2
卵石	1.6~6.4	3
圓石	6.4~25.6	4
小漂石	25.6~51.2	5
大漂石	>51.2	6

表2-22 中港溪主流各樣點物理因子調查結果表

樣點	季節	調查日期	平均流速 (m/sec)	平均水深 (cm)	平均流量 (m <sup>3</sup> /sec)	溪寬 (m)	底質組成百分比(%)					
							1	2	3	4	5	6
東河與南河匯流口	2	2005/08/26	0.600	37.00	5.794	26.1	3.7	6.4	33.9	28.6	21.3	6.1
東河與南河匯流口	3	2005/09/24	0.307	31.77	2.703	27.5	8.7	11.3	25.7	33.4	15.8	5.1
東河與南河匯流口	4	2006/01/18	0.5	36.74	0.869	6.1	10.4	23.3	18.4	26.8	17	4.1
田美攔河堰上游	2	2005/08/26	0.482	37.28	8.087	45.0	2.7	4.0	8.3	34.2	32.7	18.1
田美攔河堰上游	3	2005/09/25	0.250	31.20	3.245	41.6	3.1	10.8	22.5	30.9	25.4	7.3
田美攔河堰上游	4	2006/01/18	0.14	19.41	0.721	30.8	7.9	17.5	20	32.8	13.6	8.2
田美攔河堰下游	2	2005/08/26	0.400	62.20	2.408	13.0	4.7	11.8	20.9	25.9	28.2	8.5
田美攔河堰下游	3	2005/09/25	0.125	25.59	0.320	10.0	3.6	17.3	35.4	22.7	16.0	5.0
田美攔河堰下游	4	2006/01/18	0.4	13.80	0.451	10.7	4.6	15	21.9	30	20	8.5
中港溪橋	2	2005/08/26	0.100	35.00	2.674	76.4	5.7	13.4	27.9	40.7	8.7	3.6
中港溪橋	3	2005/09/26	0.600	64.80	0.458	4.7	3.2	15.4	33.7	29.3	15.4	3.0
中港溪橋	4	2006/01/18	0.567	19.78	0.221	2.7	10	18.9	25	26.8	15	4.3
三灣大橋	2	2005/08/26	0.510	49.00	4.236	23.0	2.1	5.6	10.9	29.3	43.7	8.4
三灣大橋	3	2005/09/25	0.101	41.30	1.289	30.9	1.8	8.4	23.2	43.9	20.0	2.7
三灣大橋	4	2006/01/18	0.2	19.65	1.116	36.6	6.2	15.2	18	30	22.8	7.8
平安大橋	2	2005/08/26	0.587	53.27	5.675	18.1	10.3	8.5	30.1	20.1	27.9	3.1
平安大橋	3	2005/09/25	0.302	47.00	2.385	16.8	3.5	7.2	25.2	43.7	17.9	2.5

## 六、蘭陽溪

### (一)河道變遷

#### 1.宜蘭河

據 2004 年至 2011 年之航照圖比對顯示，因該段防洪構造物皆已興建完成，宜蘭河河道大致上已呈穩定狀態，無明顯大幅度變遷之情形。於 2006 年的航照中顯示，河口處有河道束縮的情形，可能因逢退潮沙洲裸露導致。另於斷面 24 至斷面 22 之間，有小幅度的河道擺盪情形，其餘河道較為穩定，無擺盪等情形發生。另據第一河川局提供之圖資進行套疊比對，河道深槽變遷主要仍位於河川區域線內，並未有超出河川區域線的河段，如圖 2-4 所示。

#### 2.羅東溪

據 2005 年至 2012 年之航照圖比對顯示，羅東溪河道因防洪構造物大部皆已興建完成，束縮流路於規則河槽中，歷經洪水沖刷，河槽開挖及防洪構造物等影響，主流槽之流向與位置迭有大範圍之變動，計畫區內羅東溪河道變遷說明如下。斷面 14 至 12 處，河道較寬且主流偏向左岸。斷面 12 處至 10 河段，河川主要分為兩流路，主流槽先偏右並沿左岸堤防流動，副槽則反之。斷面 10 至斷面 8 之河段，則屬辮狀河川，主流槽位置變遷較小，但因高灘地的淤積及洪水沖刷等影響，副槽較不穩定，主要沿左岸而行。斷面 8 至 4 之河段主流槽較為穩定，皆沿舊有主流槽處，與安農溪匯流後沿左岸尾塹二號堤防而行，直於歪仔歪橋前方回流至河川中央。另據一河局提供之治理計畫圖資進行套疊比對，河道變遷皆在用地範圍線內，尚未超出用地範圍線之範圍，如圖 2-5 所示。



圖2-14 宜蘭河河道變遷圖

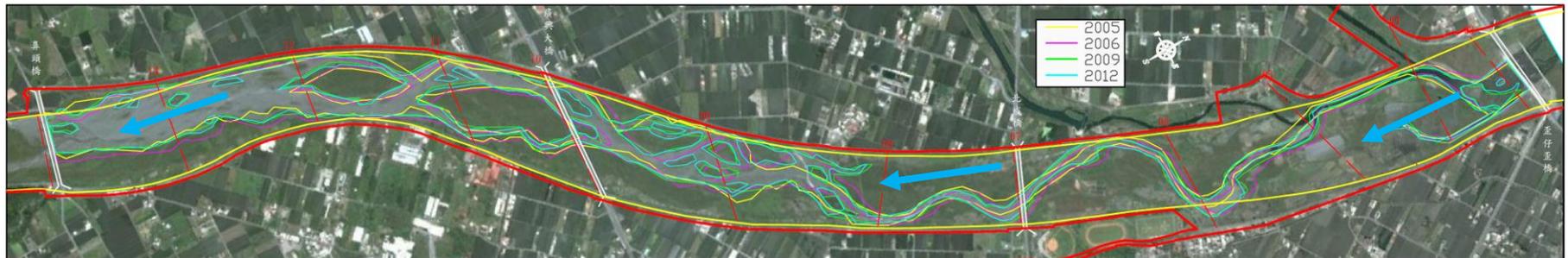


圖2-15 羅東溪河道變遷圖

## 七、和平溪

### (一)河川型態分類原則

#### 1.依流路型態分類

Lane 將河段依流路型態區分為辮狀河段、順直河段及蜿蜒河段，其特性詳表 2-23。

#### 2.依「臺灣地區河川型態調查研究總報告」分類

陳樹群民國 91 年本土化河川分類方法，係針對 Rosgen(1996 年)的分類系統做適應本土河川特性的改進，詳細分類方式詳表 3-2。依據本土化河川分類方法，配合 1/5,000 正射影像圖，進行主支流較合適之分類。河川基本型態可分類為 A~G(相對順直~蜿蜒河道型)等 7 型，詳圖 2-6 及表 2-23。

#### 3.依河段區位分類

河川治理為配合環境營造，亦需以治理河段的區位分類，河川依河段區位可分為山地型、丘陵型及平原型河段，其特性詳圖 2-5。

#### 4.依周邊土地利用分類

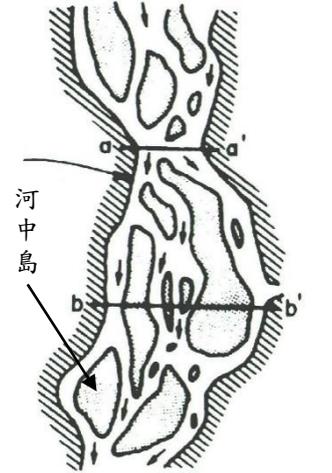
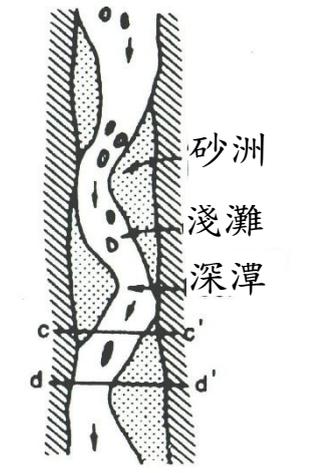
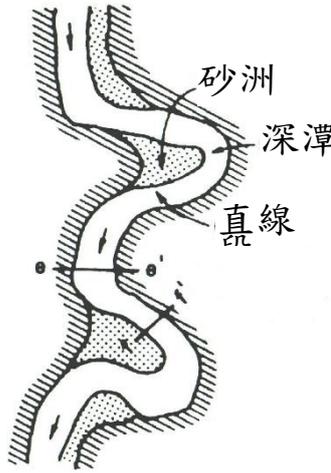
河川周邊土地利用為河川環境營造必須考量的因素，河川依周邊土地利用情形區分為鄉野型、村鎮型及都市型河段，其特性詳圖 2-7。

河川型態	A	D	B&G	F	C	E
平面型態						
橫斷面型態						
蜿蜒度	1.0~1.2	N/a	>1.2	>1.4	>1.4	>1.5

資料來源：Rosgen, D. L. 1996

圖2-16 河川基本型態(A~G)分類圖

表2-23 河川流路型態特性(Lane)表

類別	辮狀河段	順直河段	蜿蜒河段
流路特性	<ul style="list-style-type: none"> <li>•河幅寬廣、河岸不穩定且不明顯</li> <li>•坡陡、水淺、流路分岐</li> <li>•河床不穩定、流路因水位而變化</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•坡度平緩</li> <li>•河岸穩定不易受沖刷</li> <li>•低水流路在主河道內蜿蜒</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•含一系列之彎道深潭，其間以較短之直線段連接</li> <li>•凹岸形成類似三角形之深潭，凸岸淤積成砂洲，而直線段則呈矩形斷面</li> <li>•直線段坡度較陡易受沖刷</li> </ul>
成因	<ul style="list-style-type: none"> <li>•上游砂石供應量大於該河段輸砂能力</li> <li>•陡坡淺流形成河中島</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•流速緩慢沖刷力小</li> <li>•河岸堅硬不易受沖刷</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•坡緩而致河岸淤積，水流改向</li> <li>•地質控制而致水流改向</li> </ul>
照片			
流路型態			

資料來源：民國 94 年「河溪生態工法參考手冊」，行政院公共工程委員會。

表2-24 本土化河川主流型態分類表

河川型態		基本描述	蜿蜒度	坡度	地形地質特徵
順直	山區順直	1.主要受地形影響 2.河岸主要由基岩組成，受直線型斷裂控制	1.0 ~ 1.2	>1/200	1.地形起伏非常明顯 2.有沖蝕、岩床或沈澱特徵；有土石流潛勢 3.深槽河川 4.深沖刷坑造成垂直的落差 5.瀑布
	平原順直	1.河岸受直線型斷裂控制 2.河岸主要由粘性土組成，並分布有機，受直線型斷裂或埋藏斷裂的控制		1/1000 ~ 1/200	1.適度的地形起伏 2.沖蝕或沈澱和岩床形式 3.深槽且具有小瀑布段的河川 4.綜合深池、階段/深潭(Step/pool)之河相
蜿蜒	山區蜿蜒	1.受地形影響蜿蜒 2.河床由基岩組成，受X狀斷裂或X狀節理控制，多為橫谷，新構造運動較強烈抬升 3.河床主要由頁岩與粉砂岩組成，呈互層構造，岩層傾角小，新構造運動緩慢抬升	>1.2	>1/1000	1.地形起伏明顯 2.適度的侵蝕及寬深比 3.窄且較陡的溪谷 4.以急流為主
	平原蜿蜒	1.因沖積平原而自然蜿蜒 2.河岸由粘土層與砂層組成，具有二元構造		<1/1000	1.有洪氾平原，寬廣的溪谷，沖積土壤 2.輕微地侵蝕且範圍明確的蜿蜒渠道 3.淺瀨/深潭(Riffle/pool)型態河相
辮狀	分叉	1.江心洲穩定形成單辮 2.河岸主要由砂層組成，夾有粘性土層，具有夾層構造，河岸有節點 3.河岸上部為沖積物，下部由基岩與半膠結的砂卵石組成，河岸有石質節點	—	>1/500	1.由於沖積層及陡的沖積扇形成寬廣河谷 2.具有冰河堆積物特徵 3.豐富的泥砂供應 4.高推移質及深槽沖蝕作用
	游蕩	1.江心洲不穩定形成複辮 2.河岸主要由有粉砂與細砂組成，粘性土層呈透鏡體構造		<1/500	1.低坡度，細沖積層形成寬廣河谷 2.具有廣大的濕地及洪水平原，細沈積物形成側向穩定的邊灘 3.極少河床質，以沖瀉質為主

註：坡度分類標準為暫定，特殊河川可能有例外情形。

資料來源：陳樹群，民國 91 年「臺灣地區河川型態調查研究總報告」，水利規劃試驗所。

表2-25 河川基本型態分類表

項次	河川型態	基本描述	地形土壤特徵	備註
1	A 相對順直	1.陡坡、似壕溝的、似小瀑布的、階段/深潭河川 2.具有高能輸送土石及沉積土壤 3.若渠道為岩盤或大礫石直徑則非常穩定	1.地形起伏明顯 2.沖蝕或沉滓和岩床型式 3.深槽且具有小瀑布段的河川 4.綜合深池、階段/深潭之河相	深槽比<1.4 寬深比<12 蜿蜒度 1.0~1.2 坡度 0.04~0.10
2	B 蜿蜒度	1.平緩的深槽，緩坡，以淺瀨為主較少深潭的河川 2.平面型態及縱剖面均非常穩定 3.穩定深槽	1.適度的地形起伏 2.適度的侵蝕及寬深比 3.窄且緩坡的溪谷 4.以急流為主	深槽比 1.4~2.2 寬深比>12 蜿蜒度>1.2 坡度 0.02~0.03
3	C 蜿蜒	坡度小，蜿蜒，有點狀邊灘、淺瀨/深潭、被廣大的洪水平原沖積形成之渠道	1.有洪氾平原，寬廣的溪谷，沖積土壤 2.輕微地侵蝕且範圍明確的蜿蜒渠道 3.淺瀨/深潭型態河相	深槽比 2.2 寬深比>12 蜿蜒度>1.4 坡度<0.02
4	D 辮狀	1.具有縱向及橫向邊灘之辮狀渠道 2.具有沖蝕的深槽且非常寬之渠道	1.由於沖積層及陡的沖積扇形成寬廣河谷 2.具有冰河堆積物特徵 3.豐富的泥砂供應 4.高堆移質及深槽沖蝕作用	深槽比 N/A 寬深比>40 蜿蜒度 N/A 坡度<0.04
5	E 曲折蜿蜒	1.坡度小，蜿蜒的淺瀨/深潭河川且低寬深比 2.非常穩定 3.高蜿蜒度	1.寬廣河谷 2.沖積層形成洪水平原 3.高蜿蜒度及穩定深槽 4.具有極低寬深比之淺瀨/深潭河相	深槽比>2.2 寬深比<12 蜿蜒度>1.5 坡度<0.02
6	F 蜿蜒	坡度低，高寬深比，侵蝕的蜿蜒淺瀨/深潭渠道	1.高度風化的產物 2.緩坡且高寬深比 3.蜿蜒河川，因河岸高沖蝕率造成橫向的不穩定 4.淺瀨/深潭河相	深槽比<1.4 寬深比>12 蜿蜒度>1.4 坡度<0.02
7	G 蜿蜒	在緩坡上，侵蝕成峽谷的階段/深潭且低寬深比	1.峽谷，階段/深潭河相，緩坡且低寬深比 2.窄河谷，或在沖積層或積礫層造成深的切割，即沖積扇或三角洲 3.因階段控制問題及河岸高沖蝕率造成不穩定	深槽比<1.4 寬深比<12 蜿蜒度>1.2 坡度 0.02~0.039

資料來源：陳樹群，民國 91 年「臺灣地區河川型態調查研究總報告」，水利規劃試驗所。

		
<p>➤ 山地型河段</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 谷地狹窄、坡陡流急</li> <li>• 大塊石或大卵石河床</li> <li>• 常有急灘與深潭</li> <li>• 常有喬木間雜灌木</li> <li>• 水質未受污染</li> <li>• 優良生態棲息環境</li> </ul>	<p>➤ 丘陵型河段</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 谷地較寬形成洪水平原</li> <li>• 砂洲、礫石灘及卵石河床</li> <li>• 植生漸變為雜木與灌木</li> <li>• 生態棲地受人工構造物影響</li> <li>• 水質漸受污染</li> <li>• 生態棲息環境偶遭破壞</li> </ul>	<p>➤ 平原型河段</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 洪水平原寬廣、水流和緩</li> <li>• 淤泥及淤砂河床</li> <li>• 低水曲流蜿蜒</li> <li>• 河灘地常作耕地使用</li> <li>• 水污染嚴重</li> <li>• 生態棲息環境不佳</li> </ul>

資料來源：經濟部水利署「河川治理及環境營造規劃參考手冊」。

圖2-17 河段區位特性一覽圖

		
<p>➤ 鄉野型河段</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 開發程度較低</li> <li>• 住宅農舍零星散布</li> <li>• 具田野景觀</li> <li>• 偏向自然之環境</li> </ul>	<p>➤ 村鎮型河段</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 中密度開發</li> <li>• 中小型密集式居住型態</li> <li>• 具農地村莊風貌</li> <li>• 自然人文結合之環境</li> </ul>	<p>➤ 都市型河段</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 高密度開發</li> <li>• 住宅工商密集</li> <li>• 具都市風貌</li> <li>• 偏重人文特質之環境</li> </ul>

資料來源：經濟部水利署「河川治理及環境營造規劃參考手冊」。

圖2-18 周邊土地利用特性一覽圖

## (二)河川型態調查成果

### 1.依河川特性分類

本計畫蒐集河川治理規劃成果、歷年影像圖、斷面測量報告及現地調查，再利用上述資料以陳樹群(2002)本土化河川分類之方式將和平溪主流進行河川型態分類。河川依其河床質粒徑、河床坡降及蜿蜒度，形成不同之河川型態，其蜿蜒度(SI=河流長度/河谷長度)分為順直河段( $SI \leq 1.2$ )、彎曲河段( $1.2 < SI < 1.5$ )及蜿蜒河段( $SI \geq 1.5$ )三類。依分類結果和平溪各河段蜿蜒度介於 1.05~1.16 之間，和平溪下游河口至大濁水橋河段蜿蜒度約為 1.14，流路型態為相對順直河川；大濁水橋至和平南北溪匯流處河段蜿蜒度為 1.16，為相對順直河川；大濁水橋至楓溪界點河段蜿蜒度為 1.05，為相對順直，詳表 2-26、圖 2-9 與圖 2-10 所示。

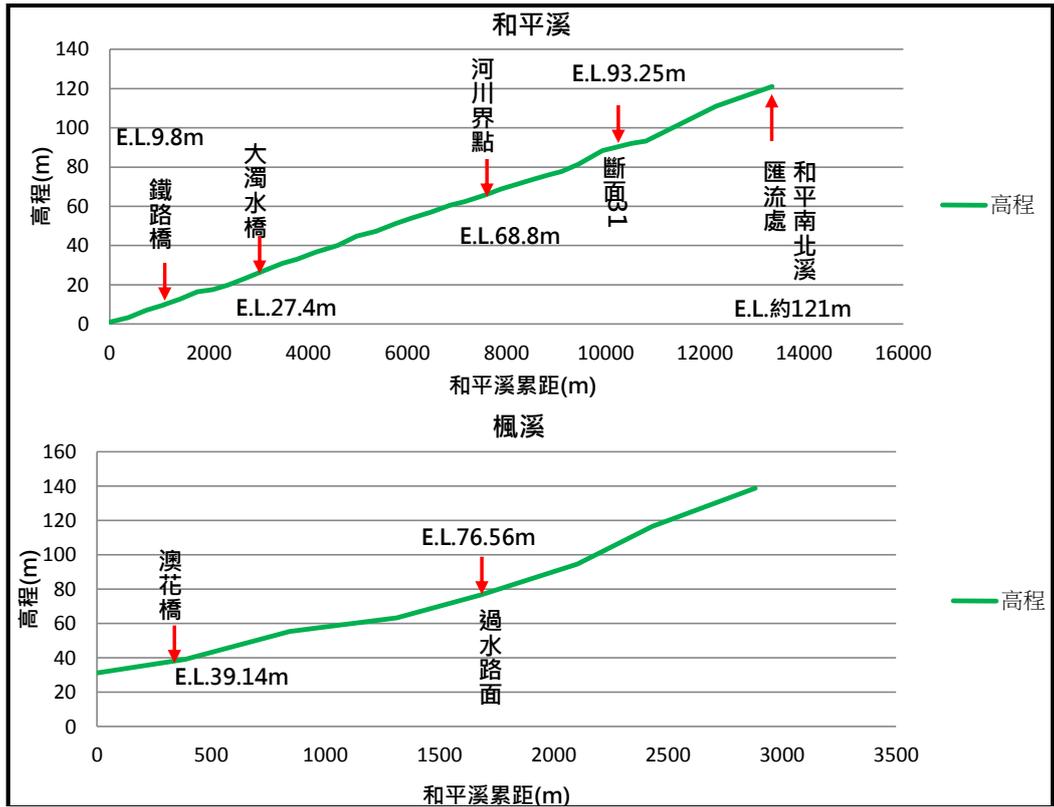
### 2.依河段區位分類

本計畫依據臺灣地區河川型態分類技術手冊，並配合航拍圖及現勘結果，將區內之河川以河段區位分類，河口至大濁水橋屬於平原型，大濁水橋至南北溪匯流處為丘陵型，而大濁水橋至楓溪界點亦為丘陵型，詳表 2-27。

表2-26 和平溪河川型態調查成果表

編號	河段	河流長度(m)	河谷長度(m)	依河川型態分類		
				河流長度/河谷長度=蜿蜒度	坡度(%)	河川型態
A1	河口~大濁水橋	5,270	4,630	$5,270/4,630=1.14$	$(27.4-1.0)/5,270=0.005$	相對順直
A2	大濁水橋~ 南北匯流處	10,230	8,800	$10,230/8,800=1.16$	$(121-27.4)/10,230=0.009$	相對順直
A3	大濁水橋~ 楓溪界點	1,775	1,685	$1,775/1,685=1.05$	$(76.56-27.4)/1,685=0.029$	相對順直

資料來源:1.水利署河川勘測隊，民國 101 年「和平溪河川區域勘測報告」；2.經建版二萬五千分之一地形圖。



資料來源: 1.水利署河川勘測隊,民國 101 年「和平溪河川區域勘測報告」;2.經建版二萬五千分之一地形圖。

圖2-19 和平溪水系縱斷面概圖

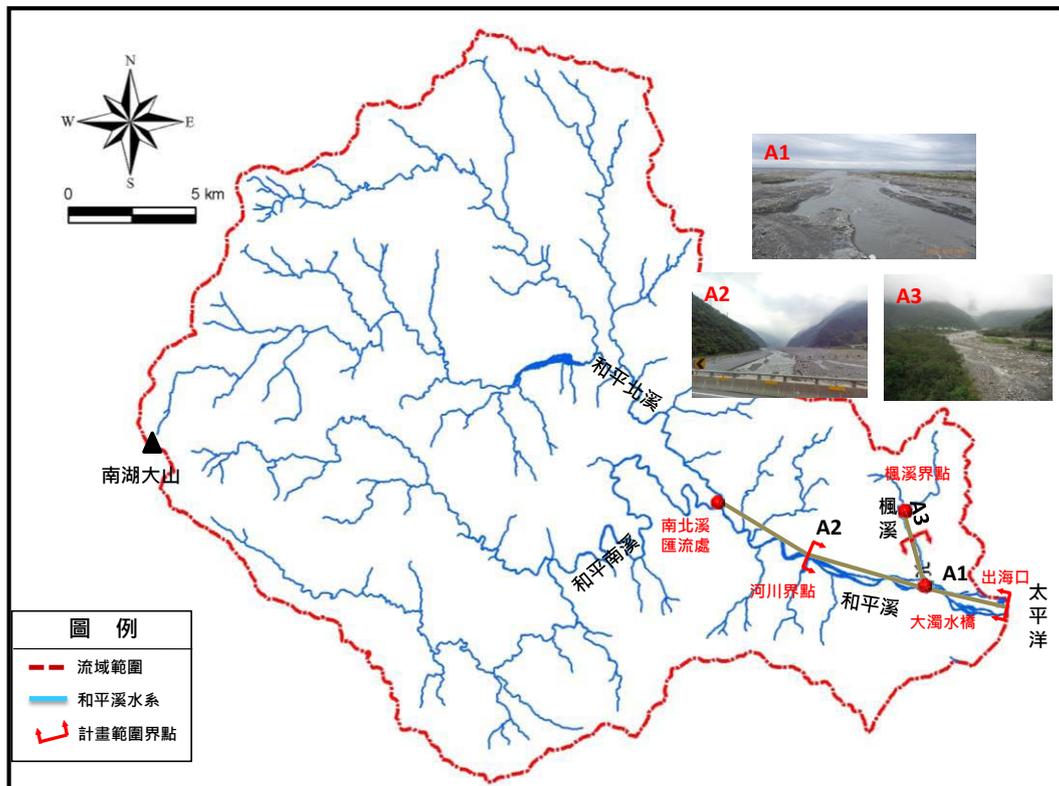


圖2-20 和平溪流域河川蜿蜒度分類圖

### 3.依周邊土地利用分類

和平溪河口至大濁水橋之間，兩岸大多為建築工地、雜林、工業區及未使用之土地，其中和平溪出海口右岸為和平工業區，土地利用屬於村鎮型，而出海口左岸則多為空地及工程用地，屬於鄉野型；大濁水橋至南北溪匯流處河段，兩岸大部份為林地或是礦場，亦屬於鄉野型態；而大濁水橋至楓溪界點河段，兩岸多為民房及果園，屬於鄉野型，詳表 2-27 及圖 2-11。

表2-27 和平溪之河段區位與周遭土地利用表

河段	依河段區位分類	依土地利用分類
河口~大濁水橋	平原型	村鎮型/鄉野型
大濁水橋~南北匯流處	丘陵型	鄉野型
大濁水橋~楓溪界點	丘陵型	鄉野型



圖2-21 和平溪河系周邊土地利用分類圖

## 八、花蓮溪

### (一)河床坡降

據民國 97 年花蓮溪大斷面測量成果繪製河道縱剖面圖，如圖 2-12 所示。花蓮溪各支流之坡降均甚陡峭，尤以壽豐溪坡度達 1/60，至於花蓮溪主流之坡降則頗為奇特，最上游段東線鐵路橋至光復溪匯入點之坡降約為 1/100，由光復溪匯入點至壽豐溪匯入點，此段花蓮溪主流長約 21 公里坡度漸緩，平均坡降約為 1/340，但壽豐溪匯入點後約 17 公里之花蓮溪。

河道坡度卻由 1/340 升至 1/310(木瓜溪匯入點)再升至 1/280(河口)，與一般河川愈往下游坡度愈平緩之現象大不相同。主要是因發源於中央山脈的各支流集水區泥沙生產量大，各支流出山谷後形成沖積扇，故主流流路受沖積扇推擠而偏向海岸山脈，主流流路坡度亦受沖積扇規模、位置之影響。花蓮溪狀況說明如下：

下游：花蓮溪河口有河口沙洲橫互，與其他東部河川相似，河口沙洲以上水勢寬廣和緩，二岸為低緩難地。花蓮大橋以上為木瓜溪與花蓮溪匯流處，受木瓜溪沖積扇之推擠，花蓮溪主流緊靠海岸山脈。

中游：花蓮溪主流自光復以下至木瓜溪匯流點前，屬中游河川。花蓮溪中游段明顯受左側中央山脈支流沖積扇推擠作用，主槽長期而言像穩定的傍依海岸山脈。主流於壽豐溪匯流處以上至馬鞍溪匯流處之間，河道受中央山脈支流產砂量大之影響，形成淤積性辮狀河川，流路分歧散亂遷徙不定、河心沙洲眾多。而其兩岸河床開始有農民種植，多為旱田、瓜田，展現農業型河川特色。花蓮溪主流於馬鞍溪匯流點以上，由於常時流量小以及受兩岸堤防夾制，流路堪稱為穩定的蜿蜒河川。

上游：光復以上稱上游段，其河性已漸屬坡陡流急之山地型河川。花蓮溪出山谷後，水勢失去谷地夾制作用，河道坡度頓時減小、流速減緩，導致泥沙落淤，呈現沖積扇地型。九二一震災後花蓮溪上游段產砂量豐富，近年來在沖積扇地區發生土石流災情，造成河床劇烈演變，其常時水流更滲入土石流堆積料隙

縫，造成下游河道斷流。上游段不論河床劇烈演變或斷流現象，對河川生物棲息皆是致命之傷害。

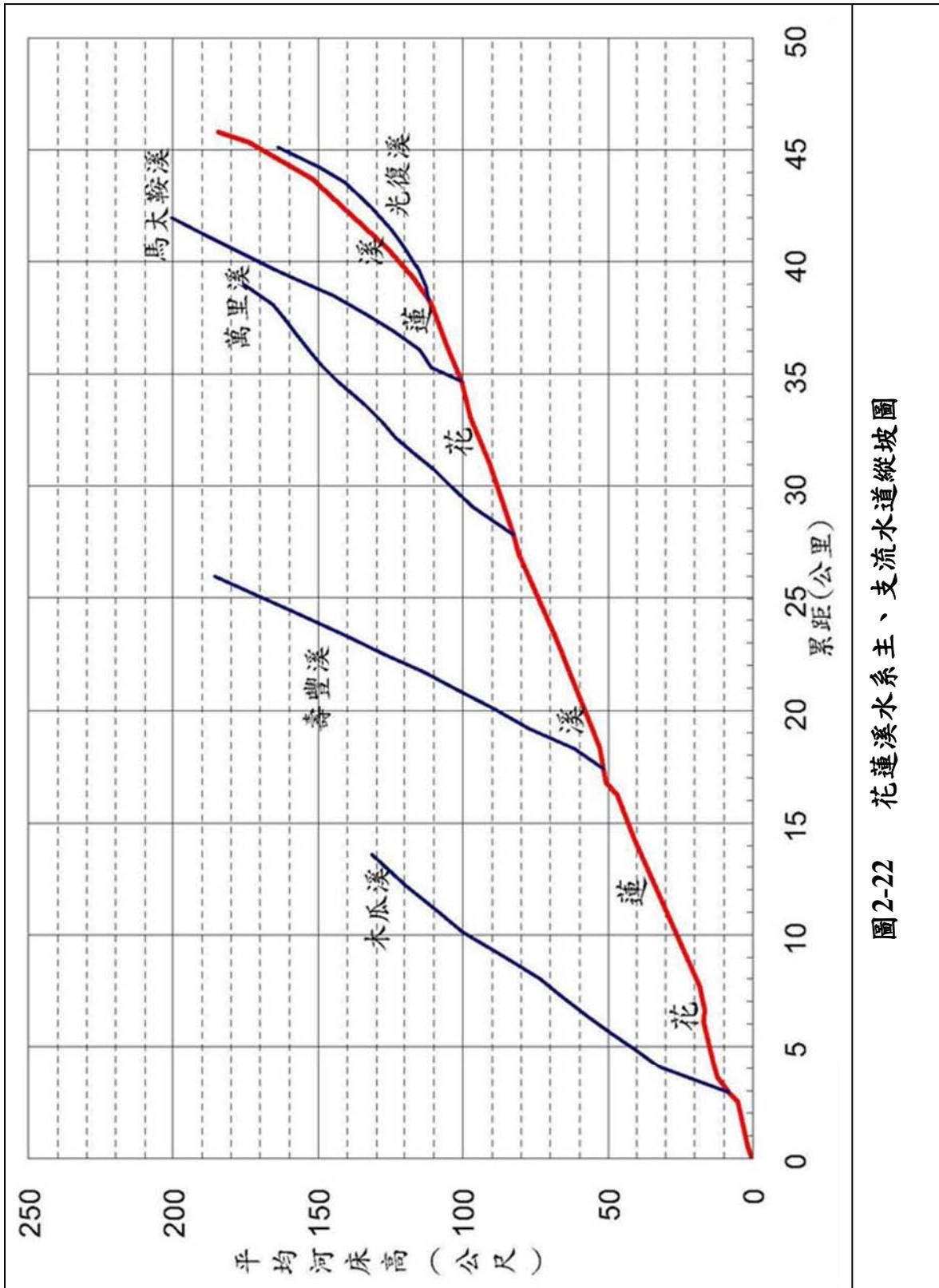


圖2-22 花蓮溪水系主、支流水道縱坡圖

## 九、秀姑巒溪

### (一)河床坡降

本溪範圍自海端鄉龍泉村至河口止，本溪大部分河段河道深槽明顯，除上游段龍泉至縣界溪合流點止（秀斷 95 至秀斷 85）及下游段秀姑峽谷（河口至秀斷 4）等兩河段外，其中游各河段坡降尚稱平緩，只因其間支流山坑繁多，且左右兩側集水區地質土壤差異甚大，河道坡降亦隨支流流況及兩側地質地形而有變化，如圖 2-13 所示，茲將秀姑巒溪主流上、中、下游河川特性分述如下：

#### 1. 上游段（秀斷 85 至秀斷 95）：

本河段自龍泉（秀斷 95）起至池上附近縣界溪合流點（秀斷 85），水流自龍泉村出谷，即向東流，坡降甚大，河床卵礫石遍佈，仍具野溪之河性流。以往流路不定，經常有洪災發生，經歷年治理，本河段已趨穩定，全河段平均坡約 1：67，屬急流河川。

#### 2. 中游段（秀斷 4 至秀斷 85）：

本河段範圍自縣界溪合流點（秀斷 85）至瑞穗大橋附近秀姑峽谷入口（秀斷 4），其間約 45 公里之河段，水流皆沿花東縱谷北向而流。富里附近石平橋（秀斷 75）及卓溪合流點（秀斷 35）兩處是本河段坡降明顯曲折點，然其間因支流、野溪之匯流及兩岸地形地質之差異變化，河床坡降變化仍十分複雜，全河段平均坡降約在 1：233。玉里大橋以上之河段因集水區面積較小，河幅稍窄，河床平均坡降稍大約在 1：138 至 1：277，變化之原因主要係受野溪注入之影響，玉里大橋以下，河幅加寬，河床變化減小，河床平均坡降約在 1：219 至 1：769，類似沖積平原河道。

#### 3. 下游段（河口至秀斷 4）：

本河段為自秀姑峽谷入口起至河口，本溪於秀斷 4 至秀斷 5 間納下支流富源溪之後，衝破海岸山脈，沿其蜿蜒撓曲之峽谷，流路深槽明顯，河床坡降乃因流路彎曲及兩岸地形地質之變異萬端，形成殊勝之景觀。低水流量時，此 22 公里河段中，竟有 21 處甚

具規模之激流險坡河道，全河段平均坡降僅 1：375。

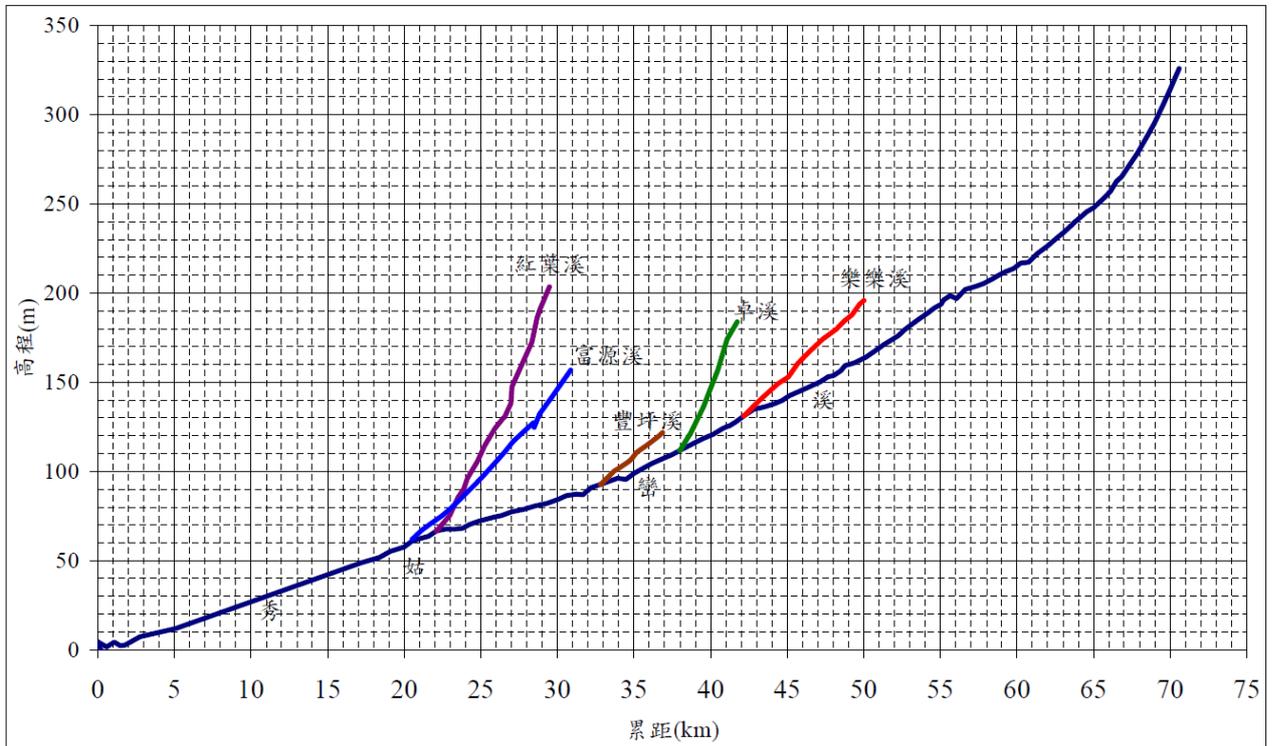


圖2-23 秀姑巒溪河系已公告河川區域之河道高程縱剖面圖

## (二)河川型態

### 1. 秀姑巒溪上游（大龍橋以上）

秀姑巒溪上游段於大龍橋以上之河性屬坡陡流急之地型河川，在河川出山谷後，水勢失去谷地夾制作用，河道坡度頓時減小、流速減緩，導致泥砂落淤，呈現沖積扇地型。沖積扇地區河川特性為河道遷徙不定，以及河床孔隙性高導致水流常入滲堆積料隙縫，造成下游河道斷流。不論河道演變或斷流現象，對河川生物棲息皆是致命之傷害。

### 2. 秀姑巒溪中游（縣界溪合流點以下至瑞穗大橋）

秀姑巒溪主流自縣界溪合流點以下進入縱谷平原，屬中游河川。主流中游段於樂樂溪匯流點以上，由於常時流量小，故兩岸高灘地多轉為農業用途，展現農業型河川景緻。為確保防洪安全持續興建堤防約束河

川下，秀姑巒溪流路看似穩定的蜿蜒河川，但河川區域流路仍分叉而行，以及砂洲密佈，顯示其仍不脫辮狀河川本性。

秀姑巒溪主流自樂樂溪來匯後，由於中央山脈支流產砂量大，河川自然形成淤積性辮狀河川，流路分歧散亂遷徙不定、河心砂洲眾多，對河川生物棲息而言殊屬不穩定之生息環境。而其兩岸河床多已由農民開墾種植，多為旱田、瓜田，展現農業型河川特色。秀姑巒溪主流一直到舞鶴台地後，將進入峽谷前，才受富源溪沖積扇及德武階地夾制，才成為水流集中的單一河道。秀姑巒溪中游段河道主槽受左側中央山脈支流沖積扇推擠作用，主槽長期而言係穩定的傍依海岸山脈側。

### 3. 秀姑巒溪下游（瑞穗大橋以下）

秀姑巒溪主流下游係切穿海岸山脈形成峽谷，故其河川型態明顯是受地質條件控制。河道切穿海岸山脈形成峽谷，河道蜿蜒曲折，其中以瑞穗到奇美間曲流最為發達，此段岩性較弱，易受河水侵蝕，形成曲流的凹岸（侵蝕坡）河岸陡峭，凸岸（堆積坡）則盛形堆積坡面平緩，常發育為半圓形河階。凹岸、凸岸交替出現，為典型的成育曲流。靠近泛舟起點的德武河階、猴子山階地以及中間休息站的奇美階地等，都是古老河水流經的河床。如今高高隆起，反映出陸地相對上昇的證據。奇美以東，岩層以堅硬的火成岩為止，河流不易側蝕，河道轉趨平直。至最下游段，受海岸山脈中最堅硬的火成岩層控制，不但流路呈直線狀，河谷也更為險狹。（傅金福，2001）

## 2.4 既有水文測站調查

一般而言，河川水位流量觀測之目的可概分為防洪預警及水資源調配二項，前者著重於河川水位變化之掌握，以警戒水位作為防災預警之管制手段，相應流量量測之正確性則更助於防洪設施之規劃設計；後者則著重於長期河川流量資料之獲取，以建立水資源開發調配管理之基本資訊，而水位流量資料之觀測將更助於取水設施之規劃設計。北區河川各流域水文站及雨量站彙整如表 2-29、表 2-30，除了北水局測站以外，也包含了河川局、台灣電力公司、台北水源特定區、中央氣象局及各地區農田水利會等，雨量站分布如圖 2-24，水文站分布如圖 2-25 所示。台灣地區現行主要之流量觀測作業依實施頻率可區分為三類：

1. 經常流量觀測：配合各河川中、低水位觀測之流量，原則上各河川局所轄之水位流量觀測站每年需辦理流量測驗至少 30 次以上，其中包括枯水期(11月至翌年4月)每月至少 2 次，豐水期(5月至10月)每月至少 3 次。
2. 洪水流量觀測：觀測颱風暴雨期間之洪峰流量及總逕流量，實務上多以在橋上用表面流速儀施測或採用浮標法施測。
3. 全潮流量觀測：旨在瞭解潮汐變化對感潮河段水位流量之影響，以推求各種水理因素間之相互關係，作為感潮河川水理模式建立或水質分析之重要參考依據。

基本上，各水位流量測站係運用經常流量觀測及洪水流量觀測資料建立水位-流量率定曲線(rating curve)，藉連續水位觀測可推計河川流量歷程。

為獲致可靠之水位流量率定曲線關係，洪程流量觀測有其必要性。現行全洪程流量觀測並無特別規範及方法，各河川局僅依一般流量觀測方法及流程進行流量觀測。現行觀測方法及步驟概為：以流速儀施測水流速度，同時配合通水斷面量測結果進行流量計算。亦即流量量測必預同時進行測線之距離、水深及流速等項目測量。

1. 測線距離量測：測線距離係指於流量量測時，將通水斷面之水面寬以適當間距區分為數個水深、流速量測位置，即所謂測線，其測線間距離與予測定。

- (1) 涉水或橋上量測時，可以捲尺直接量測測線距離。
- (2) 測線數量之決定，以 5~10 個測線為原則，若河床不平整且極不規則時，則可縮小測線間距且其間距不需相等，以增加測線數目，一般可參考表 2-28 決定測線位置。

表2-28 水面寬及流速測線間距對照表

水面寬(m)	10~20	20~40	40~60	60~80	80~100	100~150	150~200	200~
流速測線間距	2	4	6	8	10	12	20	30

2. 測線水深量測：測線水深係指於流量量測時，通水斷面各測線位置水面至底床之距離。

(1) 量測方式

- A. 一般之量測工具包括測深桿、測深錘等。
- B. 橋上量測時，可採用測深錘進行量測。
- (A) 首先以測深錘量測橋面(或吊測設備)至水面高度。
- (B) 再量測橋面(或吊測設備)至河床之高度，測深錘抵達河床時，繫索必然一鬆，此時要稍微提昇拉直後再計高度。
- (C) 若測深錘被水流沖成弧形時，應測定錘線與鉛垂線所成角度，並校正為垂直深度。
- (D) 提昇測深錘至水面時，應再讀記橋面(或吊測設備)至水面之高度一次。
- (E) 將橋面(或吊測設備)至河床之高度，減去兩次橋面(或吊測設備)至水面高度之平均數，即為量測之水深。

(2) 其他注意事項

- A. 量測時力求測深桿或測深錘垂直落抵河床，以測得垂直水深。
- B. 當水流湍急時，測錘線於水中通常會被水流沖成弧形，其垂直夾角應在 36° 以內，否則應更換適當之重錘。
- C. 自橋面量測水深時，斷面線宜選在下游處，可避免橋架、橋墩等妨礙儀器昇降。

3. 流速量測：流速量測係指於流量測驗時，量測其通水斷面在各測線位置之表面或不同水深處之水流速度。

河川局主要以普萊氏或旋槳式流速儀，配合鉛魚測深，採涉測或吊測方式進行流速面積法推計流量。當流況超逾

普萊式流速儀量測範圍(0.3m/s 至 4.0m/s 間)，則改採浮標法進行量測。另，自民國 94 年起各河川局開始應用手持式雷達微波表面流速量測儀器 Decatur-SVR 輔以進行表面流速觀測。

表2-29 北區河川各轄管單位水文站及雨量站彙整表

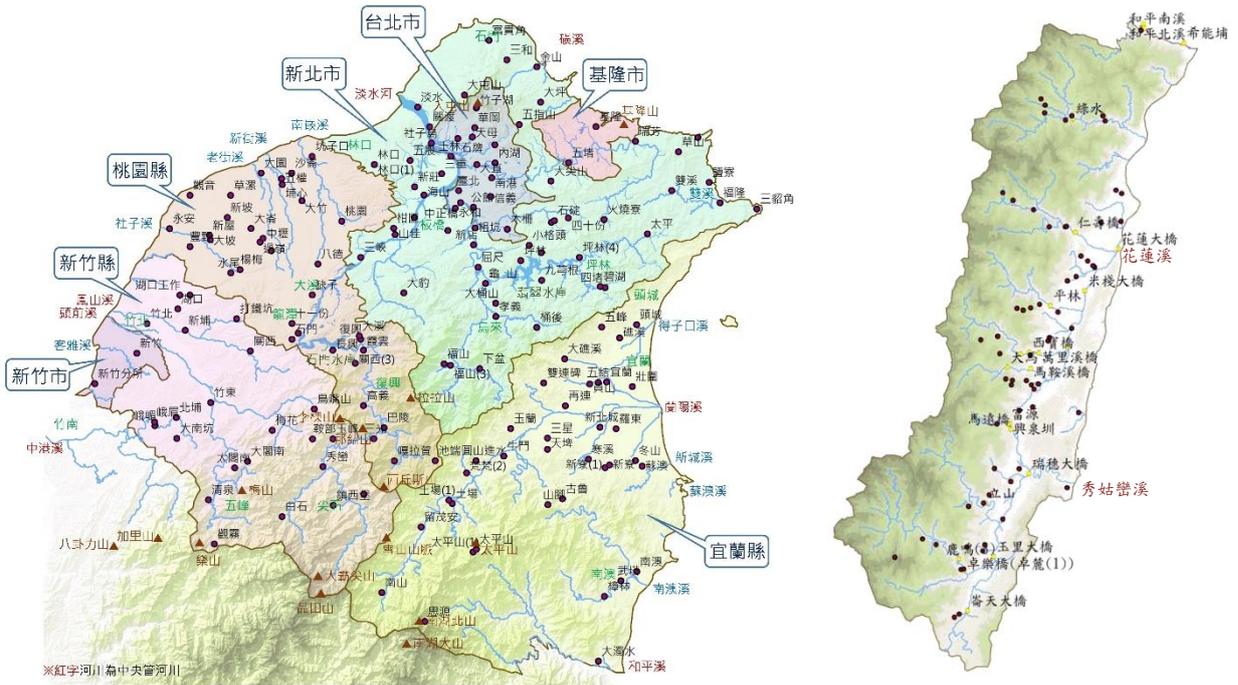
流域	流量站	水位站	雨量站
單位	河川局	河川局	河川局
淡水河	三峽(2)、橫溪、五堵、秀朗、屈尺、寶橋、瑞峰橋	三峽(2)、橫溪、五堵、秀朗、三鶯橋、屈尺、石門(後池)、寶橋、上龜、瑞峰橋、城林橋、建國橋、安坑橋、萬福橋	碧湖、火燒寮、大豹、三峽、瑞芳(2)、中正橋、熊空山、福山(3)、大桶山、坪林(4)、石門(3)、龍壽社區、三貂嶺、社后橋、五堵、竹子湖(2)
磺溪	-	-	富貴角
鳳山溪	新埔(2)	新埔(2)、關西、鳳山溪橋(達士特)	新埔(1)、關西(3)
頭前溪	上坪、內灣、經國橋	內灣、上坪、竹林大橋、經過橋、竹林大橋(左岸)、復興橋、五峰大橋、舊港橋	太閣南、梅花、清泉、鳥嘴山
中港溪	永興橋、平安橋	平安橋、永興橋、尖山大橋、東興橋、東江橋、福南橋、南港溪橋	南庄(1)、珊瑚湖、大河、大潭
蘭陽溪	家源橋、清水大橋、牛鬥(3)、蘭陽大橋、西門橋、北成橋	蘭陽大橋、家源橋、西門橋路、葛瑪蘭橋、清水大橋、北成橋、牛鬥(3)	南山、留茂安、土場(1)、梵梵(2)、新北城、四季、清水
和平溪	希能埔	希能埔	大濁水、太平山(1)
花蓮溪	馬鞍溪橋、萬里溪橋、箭瑛大橋、平林、花蓮大橋、仁壽橋	平林、仁壽橋、花蓮大橋、馬鞍溪橋、萬里溪橋、箭瑛大橋、米棧大橋	西林、馬太安、新東礦、新大觀(2)、新高嶺(2)、東富
秀姑巒溪	崙天大橋、卓樂橋(卓麓(1))、玉里大橋、立山、瑞穗大橋、馬遠橋、	卓樂橋(卓麓(1))、立山、瑞穗大橋、玉里大橋、馬遠橋、崙天大橋、文田橋	立山、苗圃、卓麓(4)、大坪、哇拉鼻、明里、卓清、六十石山、奇美國小、太平國小、卓清國小

註：資料摘自於水利署地理資料倉儲中心

表2-30 北區河川各轄管單位水文站及雨量站彙整表(續)

流域	流量站			水位站		雨量站							
	北水局	台電	台北水源特定區	北水局	台北水源特定區	北水局	台電	中央氣象局	苗栗農田水利會	石門農田水利會	新竹農水利會	台東農田水利會	花蓮農田水利會
淡水河	玉峰(馬利哥灣)、稜角、秀巒、高義、霞雲	福山	攬勝橋、水源橋、大林橋、金瓜寮橋、思源橋、坪林拱橋站、虎寮潭橋站	霞雲、高義、稜角、玉巒、秀巒	坪林拱橋站、虎寮潭橋站、金瓜寮橋、大林橋、水源橋、思源橋、攬勝橋、屈尺堰	十一份、石門、霞雲、復興、長興、高義、巴陵、三光、鞍部、玉峰、秀巒、鎮西堡、池端、嘎拉賀、白石、西丘斯山	福山、孝義、粗坑、龜山、桶後	靜浦、玉里					
磺溪	-	雙溪(2)、雙溪(3)											
鳳山溪	-	-						關西、打鐵坑		湖口	新埔		
頭前溪	-	-											
中港溪	-	-						大河、頭份	大埔、竹南、頭份				
蘭陽溪	-	-											
和平溪	-	和平南溪、和平北溪					太平山、和平溪						
花蓮溪	-	大馬、西寶橋、萬榮圳					溪口、銅門、萬榮	花蓮、鳳林山、東壩					瑞穗、光復
秀姑巒溪	-	鹿鳴(3)、富源、興泉圳										長濱、池上	玉里、富里

註：資料摘自於水利署水文資訊網



資料來源：本團隊繪製

圖2-24 北區河川雨量站分佈圖



資料來源：本團隊繪製

圖2-25 北區河川水文站分佈圖

## 2.5 北區水資源局水文觀測系統(以石門水庫上游集水區為例)

### 一、石門水庫集水區流域水文相關基本資料及建站歷史

本團隊整理北水局 5 個水位與流量測站基本資料如表 2-32，分布如圖 2-16，自民國 46 年啟用。水文站每月會進行 2-3 次流速量測。透過資料庫可取得庫區入流量及洩洪量等即時水庫操作資訊。其中霞雲站位於集水區之最下游部分，流域範圍為 625.4 平方公里，歷年月平均流量為 36.07 cms，一年裡流量以 5~10 月較大，佔年流量約 74%；而 11 月至隔年 4 月流量較小，佔年流量 26%。

### 二、石門水庫集水區雨量站及水位站相關基本資料

整理北水局 16 個雨量測站基本資料，其中有 10 個屬於無線電遙報式雨量站(分布如圖 2-17 所示)，局內所使用之雨量計系統如表 2-32。水位站基本資料如表 2-33，分布如圖 2-16 所示。雨量站及水文站每 10 分鐘透過無線電自動傳輸即時降雨及水位資料至北水局應變中心。石門水庫集水區之年平均降雨量為 2,370 mm 左右，一年中主要雨季集中於 5~9 月，主要是颱風帶來豐沛雨量，另外尚有西南氣流所造成之雷陣雨及熱帶性低氣壓所帶來之豪雨。

表2-31 石門水庫上游集水區雨量站儀器設備之概況表

廠牌型式	松田 MD-1	竹田 TK-2 型	Yakogawa B-011-00
承雨口徑	200mm	200mm	200mm
分辨力	1.0mm	0.5mm	0.5mm
傳輸/記錄系統	GSM/PSTN 即時傳輸	GSM/PSTN 即時傳輸	GSM/PSTN 即時傳輸
記錄器	TelgR3303	TF-W2/ARC	RA-3F
設置情形			
維護廠商	亞太	翰昇	達元

表2-32 石門水庫集水區水位與流量站基本資料

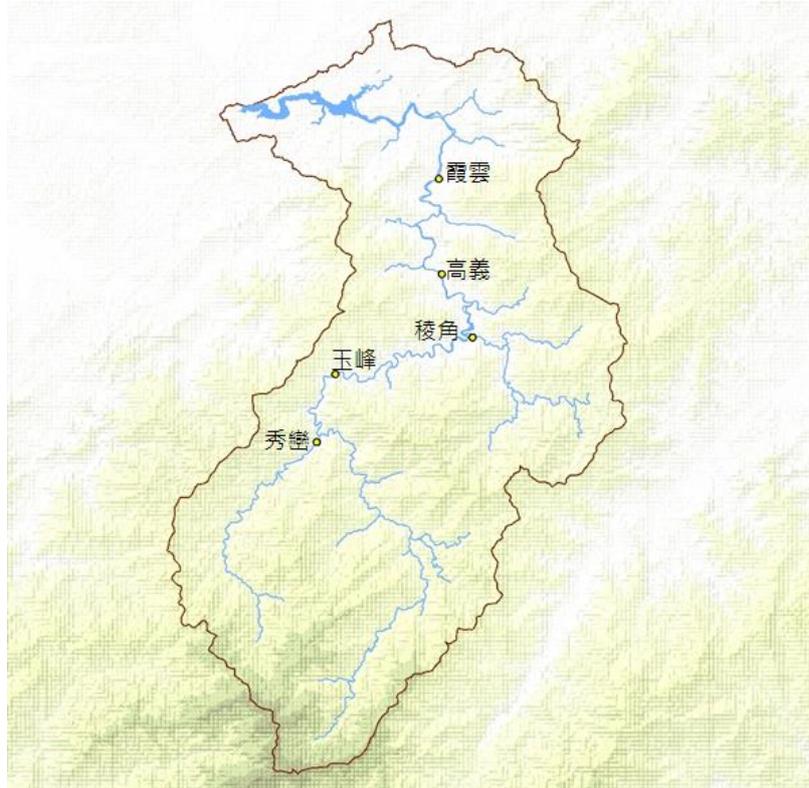
站名	站號	TM 67 X 座標	TM 67 Y 座標	高程	紀錄年份			
					時水位	日水位	時流量	日流量
玉峰	1140H001	279345.5	2727962	688	2007~2011	1994~2003, 2005~2005, 2007~2012	2008~2011	1936~1941, 1957~2003, 2008~2012
稜角	1140H002	288011.1	2730327	525	2007~2011	1994~2003, 2005~2005, 2007~2012	2008~2011	1937~1941, 1957~2003, 2008~2012
秀巒	1140H041	278064.9	2723556	827	2007~2011	1994~2003, 2005~2005, 2007~2012	2008~2011	1957~2003, 2008~2012
高義	1140H043	286029.3	2734394	438	2007~2011	1994~2003, 2007~2012	2008~2011	1957~2003, 2008~2012
霞雲	1140H054	285813.3	2740337	249	2007~2011	1994~2003, 2005~2005, 2007~2012	2008~2011	1963~2003, 2008~2012

資料來源：北水局網站

表2-33 石門水庫集水區雨量站基本資料

站名	水利署 八碼站號	氣象局 站號	河川	TM 67 X 座標	TM 67 Y 座標	紀錄年份	
						時雨量	日雨量
十一份	1140P093	21C040	三坑溪	273564.9	2747774	2001~2002, 2008~2010	1957~1985, 1987~2002, 2005~2012
石門	1140P022	21C050	大漢溪	273451.2	2745098	2001~2002, 2008~2010	1941~1944, 1946~2012
復興	1140P017	21C060	大漢溪	284694.7	2745908	2001~2002, 2008~2010	1987~2002, 2004~2012
巴陵	1140P012	21C070	三光溪	289171.3	2731177	1987~1999, 2001~2002, 2008~2010	1937~1941, 1954~1962, 1964~2012
高義	1140P015	21C080	大漢溪	285756.1	2734043	1987~1999, 2001~2002, 2008~2010	1937~1941, 1954~2012
嘎拉賀	1140P088	21C090	三光溪	289655.7	2726340	1987~1999, 2001~2002, 2008~2010	1956~2012
長興	1140P110	21C110	大漢溪	280209.2	2743888	2001~2002, 2008~2010	1964~1985, 1987~2002, 2004~2012
霞雲	1140P114	21C140	大漢溪	286070.1	2743033	1987~1999, 2001~2002, 2008~2010	1968~2012
三光	1140P009	21C150	玉峰溪	286273.5	2729608	2001~2002, 2008~2010	1939~1941, 1954~1985, 1987~2002, 2004~2012
鞍部	1140P005	21D120	玉峰溪	277705.5	2729117	2001~2002, 2008~2010	1954~1985, 1987~2012
秀巒	1140P006	21D140	白石溪	278034.4	2723778	2002~2002, 2008~2010	1951~1952, 1954~1985, 1987~2012
玉峰	1140P007	21D150	玉峰溪	279650.7	2728316	1987~1999, 2001~2002, 2008~2010	1954~2012
白石	1140P003	21D160	白石溪	275537	2720438	1987~1999, 2001~2002, 2008~2010	1940~1941, 1954~2012
鎮西堡	1140P001	21D170		280235.9	2718811	1987~1999, 2001~2002, 2008~2010	1954~2012
西丘斯山	1140P150	21D350	泰岡溪	286024	2713155	1987~1999, 2001~2002, 2008~2010	1986~2012
池端	2560P011	21U110	蘭陽溪	297235.1	2727446	1987~1999, 2001~2002, 2008~2010	1964~2012

資料來源：經濟部水利署水文資訊網



資料來源：本團隊繪製

圖2-26 石門水庫集水區河川水位與流量站分佈圖



資料來源：本團隊繪製

圖2-27 石門水庫集水區雨量站分佈圖

石門水庫集水區設水位流量站 5 站、雨量站 16 站，氣象站 10 站組成水文觀測網，進行各項水文氣象資料之觀測與搜集，以利後續進行整理、統計與分析。

水位流量站負責觀測地面上之水文動態，包括水位、流速、流量、含砂量，各站每月按規定施測二至三次(全年施測三十次)為原則，其中霞雲站及玉峰站設有無線電遙報系統，每小時皆由無線電傳回水位資料。雨量站負責觀測降雨，其中霞雲、高義、巴陵、玉峰、嘎拉賀、鎮西堡、池端、西丘斯山、白石、石門等 10 站設有無線電遙報雨量站，而十一份、長興、復興、三光、鞍部、秀巒等 6 站設有自記雨量站。

石門水庫集水區水文遙測系統所依位置便利性，使用無線電頻率及市話數據線路等方式傳遞資訊，其水文資訊後端主要傳給水利署及相關防災單位。雨量站及水位站之傳輸設備包括：

#### (一)水文遙測系統

共設雨量測報站 10 處、水位測報站 5 處、共計 15 處，中繼站設於李嶼山而組成之，本系統於民國 70 年裝設，以無線電遙控方式每小時傳回一次各雨量站及水位站資料。

#### (二)GPRS集水區水質監測系統

因應水質自動化監測之趨勢，北區水資源局於民國 96 年新建置之集水區水質監測系統採用 GPRS 傳輸系統，而不與原來無線電傳輸系統作搭配，該套系統搭配通訊、電力等週邊裝置，整合成一套可獨力運作之水質遙測系統。

## 第參章 河道大斷面測量、平時流量量測及含砂量採樣

### 3.1 北區河川地面潛能水量分析

根據水利法施行細則(93年修訂版)中第十五條：

申請臨時使用之水源，主管機關依本法第二十一條規定水文測驗結果，在一定時期內，其水源通常保持之水量仍足以供給申請人事業所必需者，或依本法第五十五條規定增闢水源之水量者，應通知申請人改依本法第二十九條規定申請水權登記；其水源通常保持之水量不足以供給申請人事業所必需者，在該一定時期內，其水源尚有剩餘水量時，始得准予取得臨時使用權。

前項所稱通常保持之水量，其水源為地面水者，指流量超越機率百分之八十五之水量。

本團隊以此為標準，統一自經濟部水利署建置之「水文資訊網整合性服務系統」下載水文資料，計算北區水資源局管轄河川內最上游測站之超越機率百分之85之流量，進行潛能水量推估，以  $Q_{85}$  推估之水資源為總量的分析之外，為補充北區河川中低流量水資源評估，本計畫利用 SOBEK 水文分析，結果如表 3-1、圖 3-1 至圖 3-5 所示。

由表 3-1 可以大略發現，不管哪個流域的潛能水量多寡若能補助供應石門水庫供水系統，對於桃園地區的用水調度將更為便利；但就地緣來論，淡水區的三峽河流域與大漢溪之上游打鐵坑溪距離最接近桃園地區且兩區與不少供水系統相鄰，作為水資源開發關鍵區域較為適合。

表3-1 北區河川年蘊涵潛能水量

分區	流域	測站	(年)蘊含水量(百萬)		壩	堰	人口數
			Q <sub>85</sub> 超越機率 流量	SOBEK 中低流量			
蘭陽區	蘭陽溪	家源橋	195	184	2	4	45 萬
	南澳溪	山腳	82	X			
	和平溪	和平北溪	306				
	雙溪(距離太遠 引水困難)	雙溪(2)	257				
花蓮區	秀姑巒溪	卓清合流	663	422	5	x	33 萬
	花蓮溪	馬鞍溪	200	166			
新竹區	鳳山溪	新埔(2)	110	110	4	1	259 萬
	頭前溪	內灣	116	94			
	中港溪	南庄(2)	86	X			
桃園區	南崁溪(水質髒)	南崁溪橋	140	X			
淡水河 區	三峽河(大漢)	三峽(2)	104	116.56	10	6	668 萬
	打鐵坑溪(大漢)	X	3.31	X			
	新店溪	x	x	翡翠水庫			
	基隆河(水質髒)	五堵	11	X			

資料來源：本團隊製作、水利署民國 98 年地面水潛能水量計算模式改善與系統更新規劃之研究

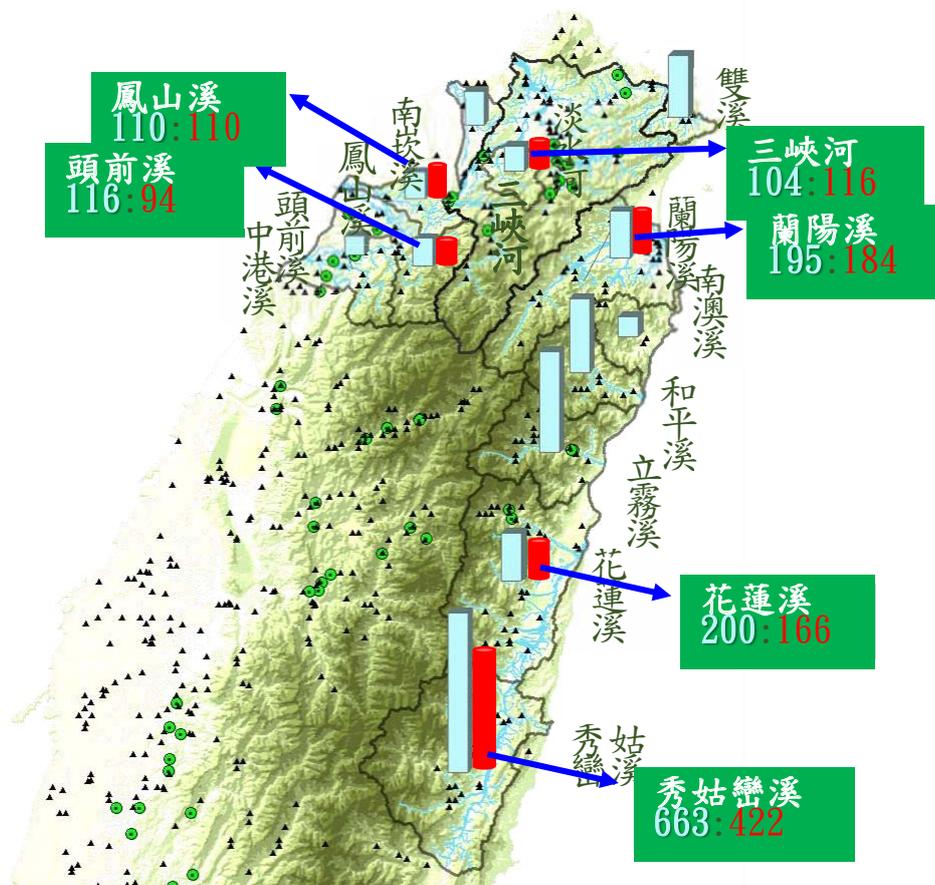


圖3-1 北區河川年蘊涵潛能水量圖

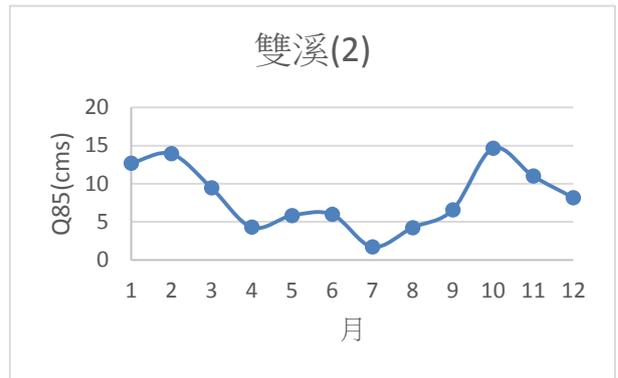
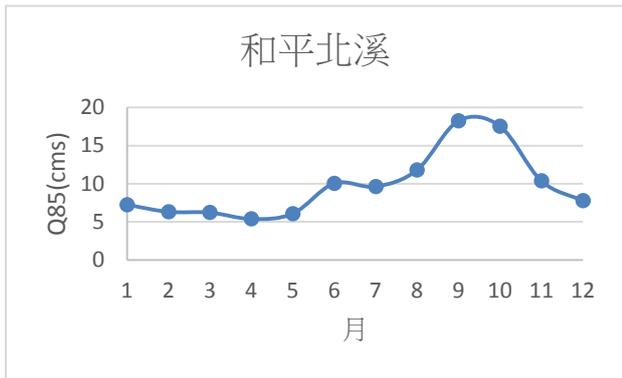
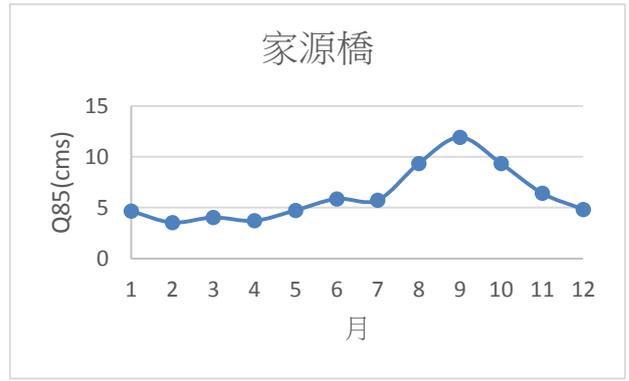
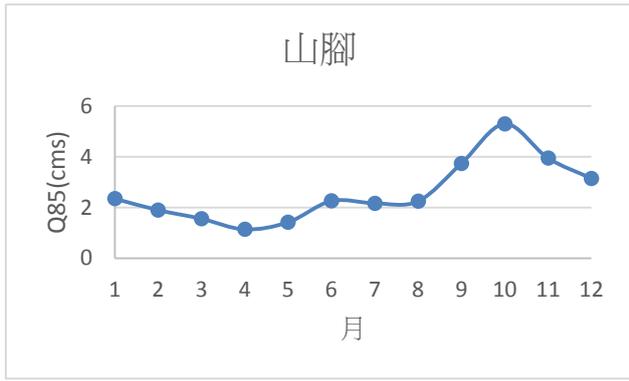


圖3-2 蘭陽區各月潛能水量(Q85)

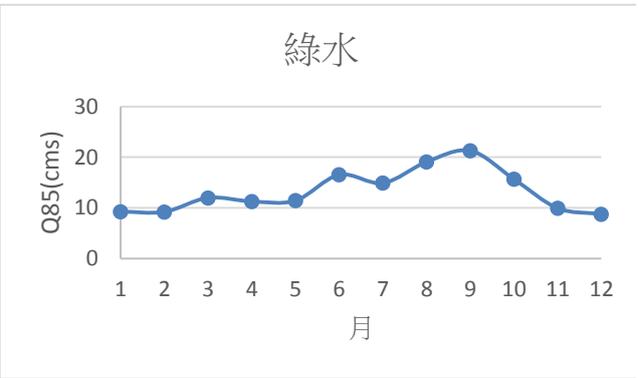
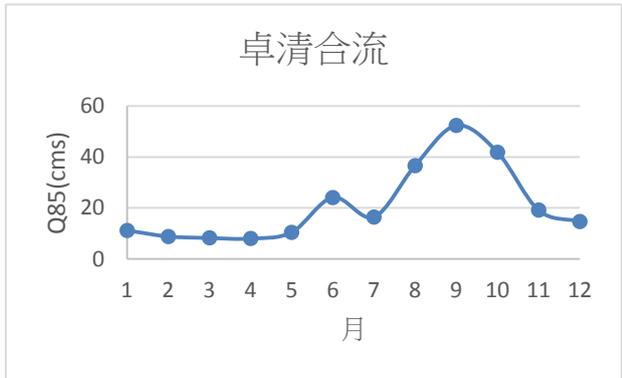


圖3-3 花蓮區潛能水量(Q85)

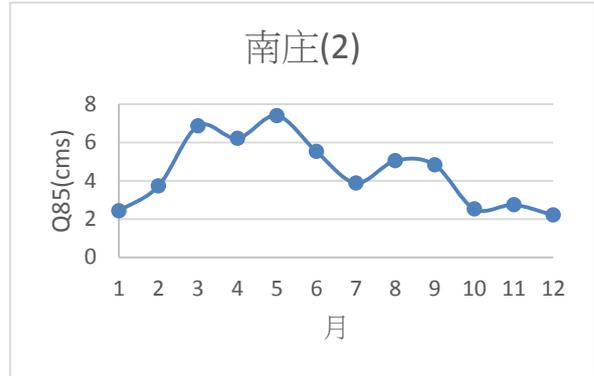
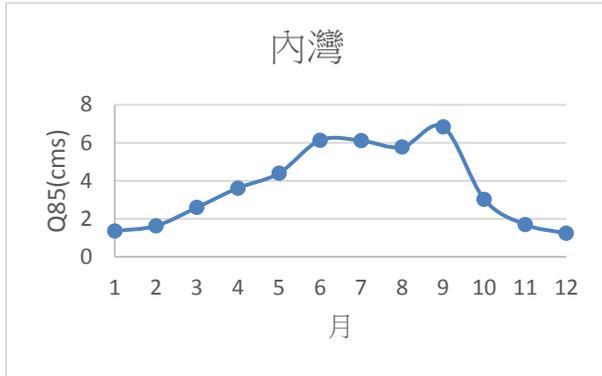
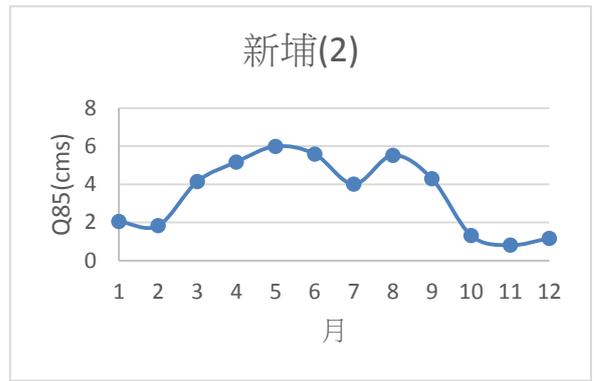
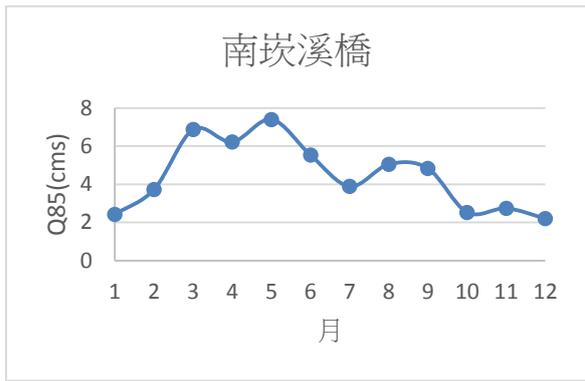


圖3-4 桃竹區潛能水量

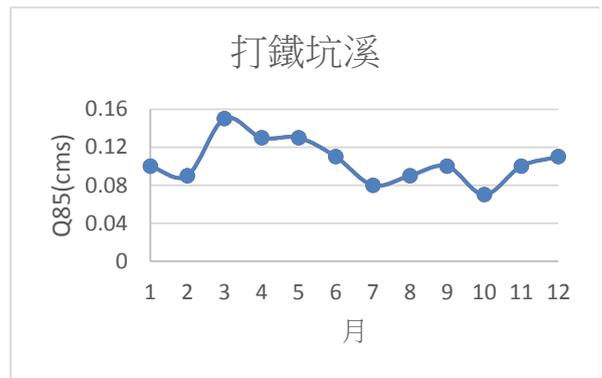
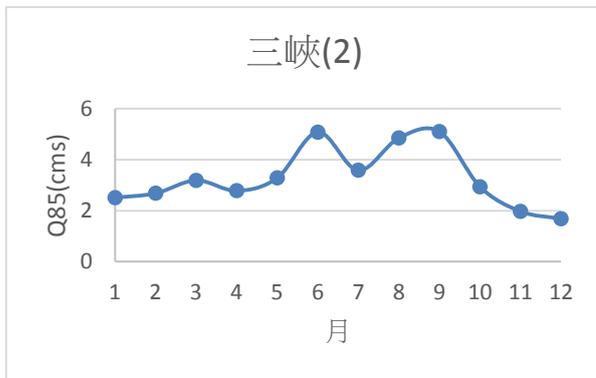


圖3-5 淡水河區潛能水量

## 3.2 關鍵開發區域之觀測位置選定

潛能水量為決定未來開發區域的關鍵，本研究團隊係利用 SOBEK 水文、水理模式之建置、經由模式檢定與驗證與數值模擬等步驟，進行關鍵區域潛能水量之統計與分析。其中，SOBEK 水文模式分析係利用 Sacramento 降雨-逕流概念，以物理機制為基礎之模式，模擬降雨至地面後形成逕流的每一過程，包括蒸發、入滲、地表下逕流、地下水等，推算主流與支流流量，並作為水理演算之邊界條件。

SOBEK 水理模式分析依實際河川情況進行模式建置，其功能包含：明渠流或管流（如水力發電廠發電排水），需可模擬超臨界流（大壩溢洪道、山區陡坡）、亞臨界流、亦可模擬複雜之河川網路（主支流、合、分流）等情形。

### 一、水資源量推估

#### (一)降雨逕流水文模式推估流出量

本計畫利用 SOBEK 模式水文分析之 Sacramento 降雨-逕流模式，推估北區水資源局轄區河川上游集水區控制點流出量，進行之水系包括：淡水河（以三峽河、打鐵坑溪為例）、頭前溪、鳳山溪、蘭陽溪、秀姑巒溪及花蓮溪。本章節僅針對本計畫契約工作項目關鍵區域為例，分析三峽河上游控制點湊合橋位置與大漢溪上游打鐵坑溪之上游集水區流出量，並依據本計畫實測流量率定模式參數。第四章也將依本方法分析頭前溪、鳳山溪、蘭陽溪、秀姑巒溪及花蓮溪上游集水區選定上游集水區域之匯流口控制點流出量，並依此流出量選出適合進行水資源開發位置之觀測點。底下介紹 Sacramento 降雨-逕流水文模式。

#### 1. 水文模式

本計畫利用 SOBEK 水文分析一般多採用 Sacramento 降雨-逕流模式，該模式係以史丹福集水區模式(Stanford watershed model)為基礎，模擬降雨至地面形成逕流之每一過程，包括蒸發、入滲、地表下逕流、地下水等，為一以物理機制為基礎之模式(Physically based model)，整體架構如圖 3-6 所示。茲將 Sacramento 降雨逕流模式的物理意義說明如下：

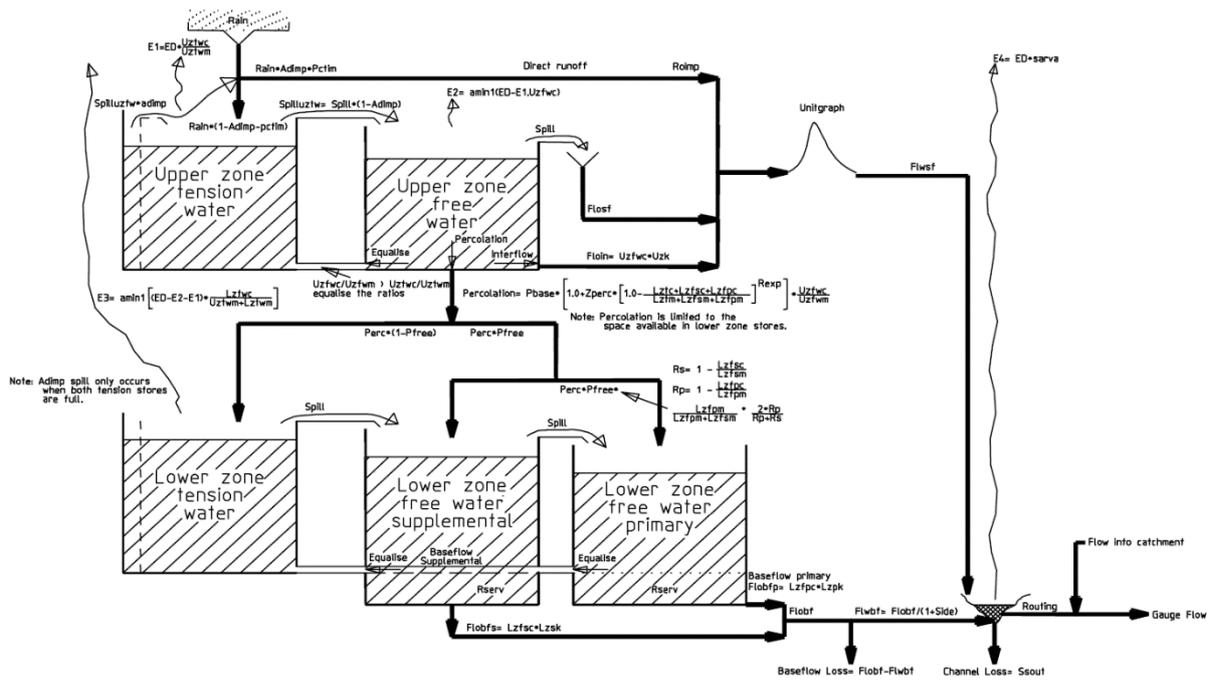


圖3-6 Sacramento 降雨逕流模式

(1) 地面上區域

當降雨落於地面時，若地面狀況為不透水 (impervious) 情況，則此降雨量就會轉換成直接逕流 (direct runoff)。此部分的不透水區域超滲降雨量  $q_{directrunoff1}$  可表示為

$$q_{directrunoff1} = I \times PCTIM \quad (3-1)$$

式中， $I$  = 降雨量； $PCTIM$  = 不透水區域佔集水面積的比例。

若地面為透水 (pervious) 情況，降雨量就能入滲至地面下的貯水空間，此部分的降雨逕流轉換則需借助土壤含水量的相關計算模式。

當地面下土壤含水量達到飽和的情況時，有部分的降雨量就會直接轉換成直接逕流，此部分的超滲降雨量  $q_{directrunoff2}$  可表示為

$$q_{directrunoff2} = I \times ADIMP \quad (3-2)$$

式中， $ADIMP$  = 土壤飽和情況下，透水區域的降雨量會轉換成直接逕流的比例。

因此，造成直接逕流的超滲降雨總量為

$$q_{directrunoff} = q_{directrunoff1} + q_{directrunoff2}$$

## (2) 地面下區域

Sacramento 模式係以以水筒概念描述入滲過程，其主要的概念係將地面下區域劃分成上層區域 (upper zone) 及下層區域 (lower zone) 二個區域，上層區域可分成張力水貯蓄筒 (tension water storage) 及自由水貯蓄筒 (free water storage)，下區同樣也分成張力水、自由水貯蓄二層，但自由水再分成初期自由水貯蓄筒 (primary free water) 及補助自由水貯蓄筒 (supplementary free water) 二層。茲將每個區域的意義與使用的理論基礎說明如下：

### A. 上層區域

#### (A) 上層張力水貯蓄筒

降雨入滲地面後將會先進入上層張力水貯蓄筒，貯存於該筒內。上層張力水貯蓄筒的物理機制包括：

##### a. 蒸發散

張力水貯蓄筒之蒸發散量  $E_1$ ，其計算方式為：

$$E_1 = ED \times (UZTWC / UZTWM) \quad (3-3)$$

式中， $ED$  = 最大可能蒸發散量； $UZTWC$  = 上層張力水貯蓄筒含水量； $UZTWM$  = 上層張力水貯蓄筒最大含水量。

##### b. 溢流

當上層張力水貯蓄筒的貯水量大於最大貯水量 (maximum storage capacity) 時，水即開始溢流至上層自由水貯蓄筒。

#### (B) 上層自由水貯蓄筒

上層自由水貯蓄筒的物理機制包括：

##### a. 蒸發

當  $E_1 < ED$  時，上層自由水貯蓄筒的蒸發散量  $E_2$  可表示成

$$E_2 = \min(ED - E_1, UZFWC) \quad (3-4)$$

式中， $UZFWC$  = 上層自由水貯蓄筒含水量。

##### b. 滲透 (percolation)

上層自由水貯蓄筒的水量會藉由滲透的方式流入下層區域，其滲透量  $PERC$  的計算方式為

$$PERC = PERC_{act,dem} \times UZFWC / UZFWM \quad (3-5)$$

式中， $PERC_{act,dem}$  = 下層區域之滲透需求量； $UZFWC$  = 上層自由水貯蓄筒最大含水量。

當下層區域所有筒子都充滿水的情況下，此時的滲透需求量即可視為下層區域的最小滲透需求量  $PERC_{min,dem}$ 。

$$PERC_{min,dem} = PBASE = LZFPM \times LZPK \times LZSK \quad (3-6)$$

式中， $LZFPM$  = 下層初期水貯蓄筒之最大含水量； $LZPK$  = 下層初期水貯蓄筒之排水係數，定義為下層初期水貯蓄筒的貯水量中，每天能排出筒外而成為河川基流量(base flow)的比例； $LZSK$  = 下層補助自由水貯蓄筒之排水係數，定義為下層補助自由水貯蓄筒的貯水量中，每天能排出筒外而成為河川基流量(base flow)的比例。

當下層區域所有筒子都沒有水的情況下，此時的滲透需求量即可視為下層區域的最大滲透需求量  $PERC_{max,dem}$ 。

$$PERC_{max,dem} = PBASE(1 + ZPERC) \quad (3-7)$$

式中， $ZPERC$  = 定義下層區域最大滲透需求量的係數，通常  $ZPERC \geq 1$ 。

理論上， $PERC_{act,dem}$  會介於  $PERC_{min,dem}$  與  $PERC_{max,dem}$  之間，因此定義  $PERC_{act,dem}$  的計算方式為

$$PERC_{act,dem} = PBASE(1 + ZPERC \times G) \quad (3-8)$$

$$G = \left( 1 - \frac{LZTWC + LZFSC + LZFPC}{LZTWM + LZFSM + LZFPM} \right)^{REXP} \quad (3-9)$$

式中， $LZTWC$  = 下層張力水貯蓄筒含水量； $LZFSC$  = 下層補助自由水貯蓄筒含水量； $LZFPC$  = 下層初期水貯蓄筒含水量； $LZTWM$  = 下層張力水貯蓄筒之最大含水量； $LZFSM$  = 下層補助自由水貯蓄筒之最大含水量； $REXP$  = 係數。

當下層區域所有筒子都沒有水的情況下， $G=1$ ， $PERC_{act,dem} = PERC_{max,dem}$ ；當下層區域所有筒子都充滿水的情況下， $G=0$ ，

$$PERC_{act,dem} = PERC_{min,dem} \circ$$

### c. 排水(drainage)

當上層自由水貯蓄筒水量大於下層區域之滲透需求量( $PERC_{act,dem}$ )時，該筒就開始會有排水量流出，稱為中間流(interflow)  $q_{interflow}$ ，此部分的超滲降雨量計算方式為

$$q_{interflow} = UZFWC \times UZK \quad (3-10)$$

式中， $UZK$ =上層自由水貯蓄筒之排水係數，定義為上層自由水貯蓄筒的貯水量中，每天能排出筒外而成為河川中間流的比例。

### d. 溢流

當上層自由水貯蓄筒的貯水量大於下層區域之滲透需求量以及最大中間流排水量的總合時，水即開始溢流而成為地表逕流(surface runoff)  $q_{surface\ runoff}$ 。

## B. 下層區域

### (A) 下層張力水貯蓄筒

#### a. 滲透

理論上，滲透水量會先進入下層張力水貯蓄筒中，直至該筒滿了以後，水才會溢流至下層補助自由水貯蓄筒及下層初期水貯蓄筒。但在實際的情況中，會有部分的滲透水量直接進入下層補助自由水貯蓄筒及下層初期水貯蓄筒，因此，以下式計算進入下層張力水貯蓄筒的滲透水量  $PERC_{act,dem,LZTW}$

$$PERC_{act,dem,LZTW} = PERC_{act,dem} \times (1 - P_{FREE}) \quad (3-11)$$

式中， $P_{FREE}$ =滲透水量會直接進入下層補助自由水貯蓄筒及下層初期水貯蓄筒的比例。

#### b. 蒸發散

當  $E_1 + E_2 < ED$  時，下層張力水貯蓄筒之蒸發散量  $E_3$  可表示成

$$E_3 = (ED - E_1 - E_2) \times LZTWC / (UZTWM + LZTWM) \quad (3-12)$$

### c. 溢流

當下層張力水貯蓄筒的貯水量大於最大貯水量時，水即開始溢流至下層補助自由水貯蓄筒。

## (B) 下層補助自由水貯蓄筒

### a. 滲透

進入下層補助自由水貯蓄筒的滲透水量  $PERC_{act,dem,LZFS}$  可表示成

$$PERC_{act,dem,LZFS} = 1 - \left[ PERC_{act,dem} \times P_{FREE} \times \frac{LZFPM}{LZFPM + LZFSM} \times \frac{2R_p}{R_p + R_s} \right] \quad (3-13)$$

$$R_s = 1 - LZFSM / LZFSM \quad (3-14)$$

$$R_p = 1 - LZFPC / LZFPM \quad (3-15)$$

### b. 排水

當下層補助自由水貯蓄筒開始貯水後，該筒就開始會有排水量  $Q_{baseflow1}$  流出，其與下層初始水貯蓄筒的排水量  $Q_{baseflow2}$  之總合稱為基流量 (baseflow)  $Q_{baseflow}$  (即  $Q_{baseflow} = Q_{baseflow1} + Q_{baseflow2}$ )，此部分的超滲降雨量計算方式為

$$Q_{baseflow1} = LZFSM \times LZSK \quad (3-16)$$

### c. 溢流

當下層補助自由水貯蓄筒的貯水量大於最大貯水量時，水即開始溢流至下層初期水貯蓄筒。

## (C) 下層初期水貯蓄筒

### a. 滲透

進入下層初期水貯蓄筒的滲透水量  $PERC_{act,dem,LZFP}$  可表示成

$$PERC_{act,dem,LZFP} = \left[ PERC_{act,dem} \times P_{FREE} \times \frac{LZFPM}{LZFPM + LZFSM} \times \frac{2R_p}{R_p + R_s} \right] \quad (3-17)$$

### b. 排水

當下層初期水貯蓄筒開始貯水後，該筒就開始會有排水量  $Q_{baseflow2}$  流出，此部分的超滲降雨量計算方式為

$$Q_{baseflow2} = LZFPK \times LZPK \quad (3-18)$$

### (3) 河川區域

綜合地面上與地面下的水文歷程後，會流入河川而形成逕流的超滲降雨部分包括  $q_{directrunoff}$ 、 $q_{interflow}$ 、 $q_{surfacerunoff}$ 、 $q_{baseflow}$  四個部分，但在整個轉換過程中還是會有其他損失發生，必須另外計算。

#### A. 蒸發散

河川區域的蒸發散量  $E_4$  計算方式為

$$E_4 = ED \times SARVA \quad (3-19)$$

式中， $SARVA$  = 積水區面積受到河川、湖泊、作物覆蓋的比例。

#### B. 基流量傳送損失

基流量損失的超滲降雨量計算方式為

$$q_{baseloss} = q_{baseflow} / (1 + SIDE) \quad (3-20)$$

式中， $SIDE$  = 基流量傳送損失係數。

#### C. 河川損失量

另外，當水流入河川後，亦會有部分水入滲底床土層，形成河川損失 (channel loss)，Scarameto 模式以  $SSOUT$  參數表示河川損失量。

綜合河川入流量與損失量，實際流入河川的超滲降雨量  $Q$  可表示為

$$Q = q_{directrunoff} + q_{interflow} + q_{surfacerunoff} + q_{baseflow} - E_4 - q_{baseloss} - SSOUT \quad (3-21)$$

最後，再經由單位歷線模式進行降雨逕流轉換，將流入河川的雨量轉換成河道之逕流量，完成水文分析的工作。

根據一開始 SOBEK 水文模式 (Sacramento 模組) 之說明，該模式主要可區分為二部分，一為超滲降雨量計算，另一為超滲降雨量與河川逕流量的轉換。茲將其所包含的參數說明如下：

#### (A) 超滲降雨量計算

超滲降雨量計算部分總共包含 16 個參數，分別為：

- a.5 個定義地面下貯蓄筒尺寸參數，包括上層張力水貯蓄筒最大含水量 ( $UZTWM$ )、上層自由水貯蓄筒最大含水量 ( $UZFWM$ )、下層張力水貯蓄筒之最大含水量

(*LZTWM*)、下層初期水貯蓄筒之最大含水量  
(*LZFPM*)、下層補助自由水貯蓄筒之最大含水量  
(*LZFSM*)。

b.3 個定義土壤排水量的計算參數，包括上層自由水貯蓄筒之排水係數(*UZK*)、下層初期水貯蓄筒之排水係數(*LZPK*)、下層補助自由水貯蓄筒之排水係數(*LZSK*)。

c.3 個計算土壤滲透量的參數，包括定義下層區域最大滲透需求量的係數 *ZPERC*、係數 *REXP* 及滲透水量會直接進入下層補助自由水貯蓄筒及下層初期水貯蓄筒的比例 *PFREE*。

d.2 個計算直接逕流的參數，包括 *PCTIM* (不透水區域佔集水面積的比例)及 *ADIMP*(土壤飽和情況下，透水區域的降雨量會轉換成直接逕流的比例)。

e.3 個計算系統損失的參數，包括 *SARVA* (積水區面積受到河川、湖泊、作物覆蓋的比例)、*SIDE* (基流量傳送損失係數)、*SSOUT* (河川損失量)。

另外，Sacramento 模式亦可增加定義下層自由水層含水量無法被蒸發散比例的參數 *RSERV*，雖然該參數對模擬結果並不敏感(請參考 SOBEK Manual)，本計畫在後續分析中仍將此參數納入分析。

## (B) 降雨-逕流轉換

Sacramento 模式雖採用水筒概念處理逕流入滲的問題，則由上下層水筒中僅可求得溢流出的水深 (mm)，故為採用單位歷線法將超滲降雨轉換為逕流量 (cms)，因此此部分之參數為單位歷線。

## (二) 敏感度分析方法簡介

### 1. 敏感度分析有變異數方法

常見的敏感度分析有變異數方法(Variance-based method)、Sobol 指標法(Sobol's index method)、FAST 指標法(Fourier amplitude sensitivity test, FAST)、迴歸基礎之敏感度分析(Regression-based sensitivity analysis)等方法。上述方法雖有不同的計算參數敏感度公式，但主要概念皆為比較改變參數值對模式輸出結果的變化幅度，也就是評估各參數的不確定性對模式輸出結果的影響程度。因此，若敏感定分析目的在於找出對模式計算結果具有影響的參數，而非求出準確的敏感度，通常可採用改變各參數增加幅度( $\Delta\theta_i$ )(例如 5%、10%、15%)，計算其對模式輸出結果改變的程度( $s(\theta_i)$ )，如下式表示

$$s(\theta_i) = \frac{\Delta w}{\Delta \theta_i} \quad (3-22)$$

式中， $s(\theta_i)$  = 參數  $\theta_i$  對模式輸出結果( $w$ )之敏感度。

上述方法雖簡單，但存在一問題，即增加幅度( $\Delta\theta_i$ )之數目往往無法涵蓋變數所有可能的範圍。為了解決這困難，本研究將根據輸入變數的統計特性，經由蒙地卡羅法衍生更多的變數，並由常態迴歸分析，推導出模式輸出量與輸入參數之迴歸式如下式所示

$$\frac{Y - \bar{Y}}{s_Y} = \sum_{i=1}^n \beta_i \frac{X_i - \bar{X}_i}{s_{X_i}} \quad (3-23)$$

式中， $n$ =輸入參數數目； $Y$ =模式輸出量； $X$ =模式輸入參數； $\bar{X}$ 及 $\bar{Y}$ 分別為輸出及輸出變數平均值； $s_x$ 、 $s_y$  = 輸入及輸出變數標準偏差； $\beta$ =迴歸係數(Regression coefficient)，當  $\beta$  愈大代表此變數對輸出結果具有高敏感度。

現將迴歸基礎之敏感度分析流程說明如下：

- (1) 假設模式輸入參數之平均值及標準偏差。
- (2) 應用蒙地卡羅法製造  $m$  組輸入參數。
- (3) 將衍生輸入變數代入模式運算求得輸出變數。
- (4) 計算輸出變數之平均值與標準偏差。
- (5) 推導迴歸式(4-8)式中各輸入變數迴歸係數。

(6)將各輸入變數係數由大至小排序，判斷模式輸出結果受各輸入變數不確定性之影響程度。

## 2. 參數分析結果

依據參數敏感度分析步驟，將 Sacramento 模式中 17 個參數(n=17)定為輸入參數(X)，其平均值及標準偏差皆參考 Lib 所建議的 Sacramento model 各參數值範圍(如表 3-2)，與經由參數分析得到相關參數(如表 3-3 所示)。

**表3-2 Sacramento model 參數設定值及範圍**

Parameter	Default value	Default minimum	Default maximum
Adimp	0.01	0.00	1.00
Lzfpn	40	0	50
Lzfsn	23	0	50
Lzpk	0.009	0	1
Lzsk	0.043	0	1
Lztwm	130	0	400
Pctim	0.01	0.00	1.00
Pfree	0.063	0.000	1.000
Rexp	1	0	3
Rserv	0.3	0.0	1.0
Sarva	0.01	0.00	1.00
Side	0	0	1
Ssout	0.001	0.000	1.000
Uzfwm	40	0	80
Uzk	0.245	0.000	1.000
Uztwm	50	0	100
Zperc	40	0	80

(摘自 Geoff Podger, “User guide-Rainfal runoff library”, 2004.)

**表3-3 Sacramento model 參數使用值**

Parameter	Description	
ZPERC	proportional increase in percolation from saturated to dry conditions	10
REXP	exponent in percolation equation	2
PFREE	fraction of percolated water directly to lower zone free water	0.2
RSERV	fraction of lower zone free water, unavailable for transpiration	0.3
PCTIM	permanently impervious fraction of basin	0.1
ADIMP	fraction of basin which becomes impervious as all tension water requirements are met	0.2
SARVA	fraction of basin covered by streams and channels	0
SIDE	fraction of baseflow not observed in the streams and channels	0
SSOUT	sub-surface outflow	0
PM	time interval increment parameter	0
PT1	rainfall threshold 1	0
PT2	rainfall threshold 2	0

### (三)三峽河上游集水區流出量分析

本研究選取大豹、熊空山及福山三雨量站(如圖 3-7)，並蒐集該雨量站共計 10 年之雨量資料(每小時降雨資料共 73789 筆資料，2005/4/1 03:00 ~2014/3/27 23:00)。三峽河上游之大豹溪和五寮溪之集水區範圍 92.093 平方公里(如圖 3-8)。SOBEK 之 Sacramento model 參數輸入示意圖如圖 3-9。大豹、熊空山及福山三雨量站 10 年時雨量組體圖(如圖 3-10)，其平均時雨量分別為 0.42mm、0.46mm 及 0.41mm。為分析中低流量狀態，本計畫假設取前述雨量站資料小於 40mm 雨量分析三峽河上游之大豹溪和五寮溪之集水區於湊合橋控制點十年時間之中低流量狀態，以利分析平常之水資源量。

經模擬分析得到湊合橋控制點之 10 年之流量歷線圖(如圖 3-11)。經本研究分析年平均流量為 205 百萬立方公尺。而石門水庫有效庫容為 209 百萬立方公尺，相當一個石門水庫有效庫容量。所以三峽河上游湊合橋位置，本計畫建議該位置設觀測點，觀測並掌握水資源量，並可進一步確實估算下游三峽堰入流量。

模式驗證則配合本計畫平日人員流量結果(2014/7~11 月)，其結果如下圖 3-10 所示：模式結果已能反映降雨，大致也符合觀測結果之範圍。

此外，本計畫也針對打鐵坑溪進行潛能水量分析。由於打鐵坑溪集水區並無雨量及流量觀測站，所以實際流量取得以人員利用表面流速法現地巡測結果為主(2014/7~11 月)，模式所需雨量則選擇鄰近石門(3)雨量站之資料(2014/7~11 月)。其結果如下圖 3-12 所示：模式模擬已能反映降雨，流量值大致也符合觀測結果之範圍。因本計畫目的為中低水量估算，所以人員均在平日無雨時進行量測，導致模擬峰值相較於實測值(紅點)高估。



圖3-7 三峽河上游大豹溪和五寮溪集水區之大豹及熊空山雨量站

Data for Sacramento node

Location | Area | Unit Hydrograph | Capacities | Rainfall station | Defaults

Capacity definition

三峽

Save

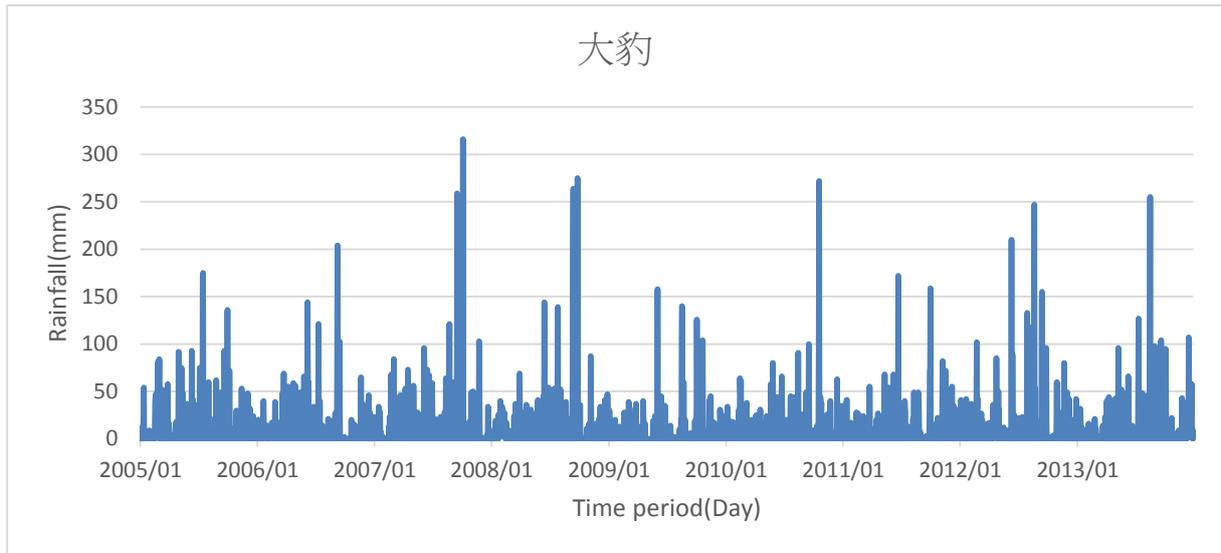
Definition:

	upper zone		lower zone		
	tension water	free water	tension water	supplemental free water	primary free water
Storage capacity [mm]	80	150	500	150	150
Initial content [mm]	25	10	475	15	80
Drainage rate [1/day]		0.2		0.06	0.004

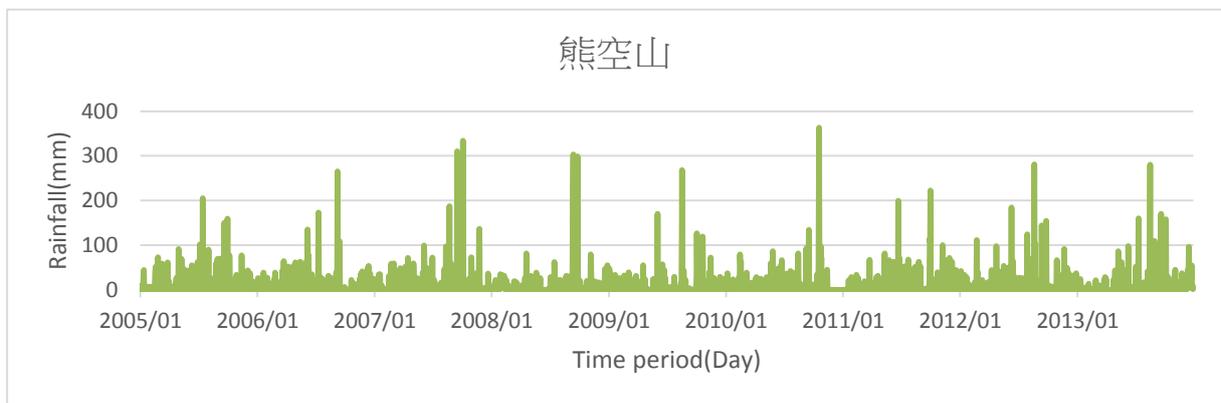
Read Only

OK Cancel Help

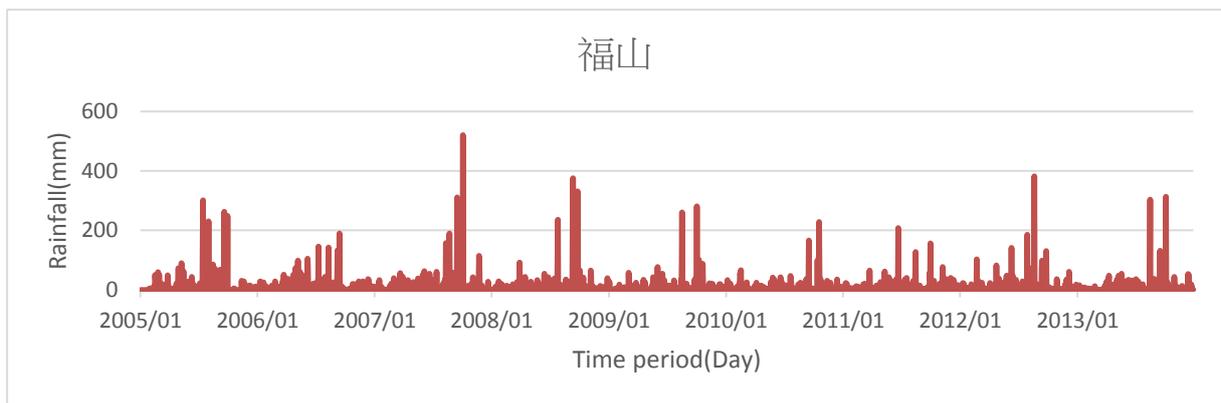
圖3-8 Sacramento model 參數輸入示意圖



(A)大豹



(B)熊空山



(C)福山

圖3-9 雨量站10年時雨量組體圖：(A)大豹(B)熊空山(C)福山

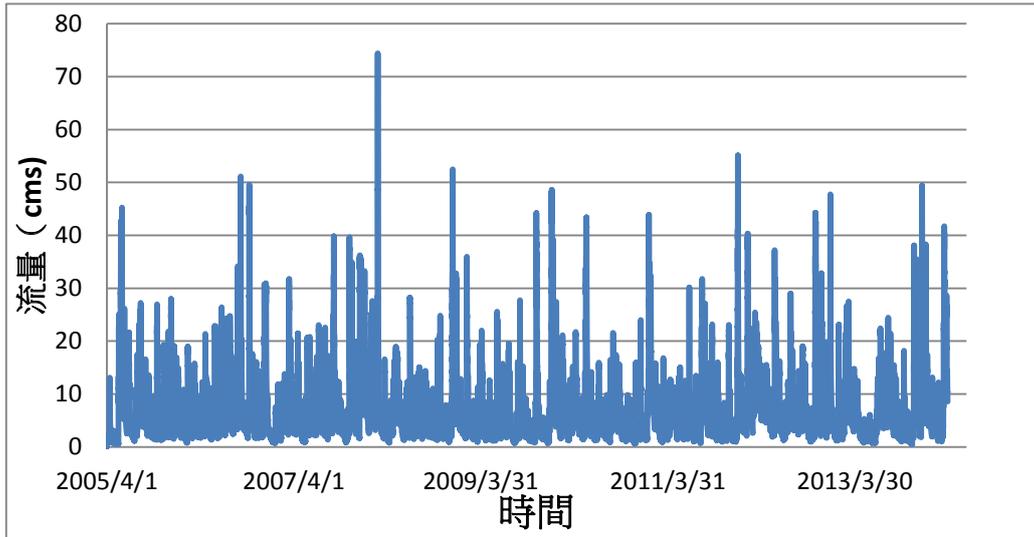


圖3-10 湊合橋控制點10年之流量歷線圖

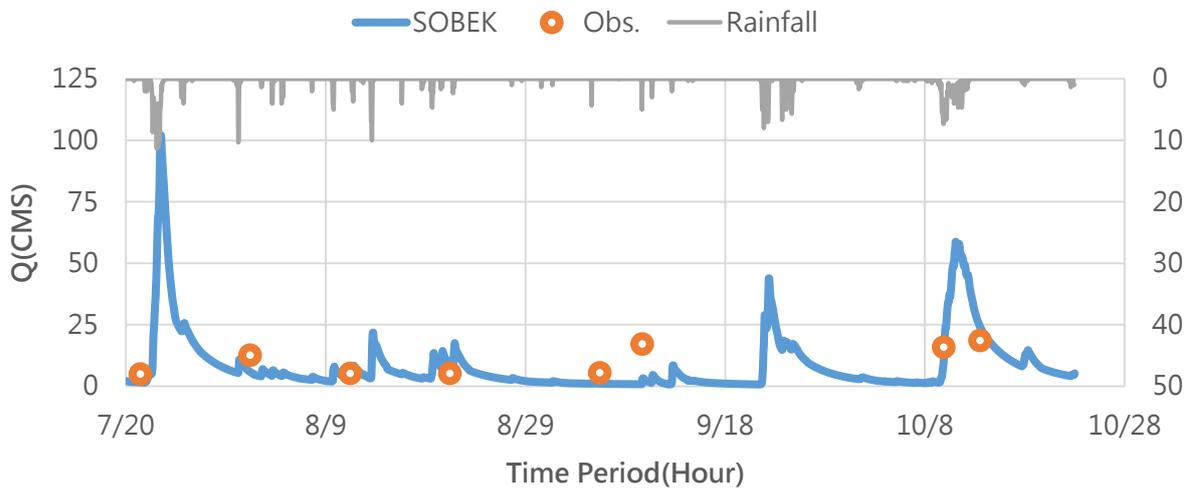


圖3-11 大豹溪模擬結果與雨量、實測流量比較

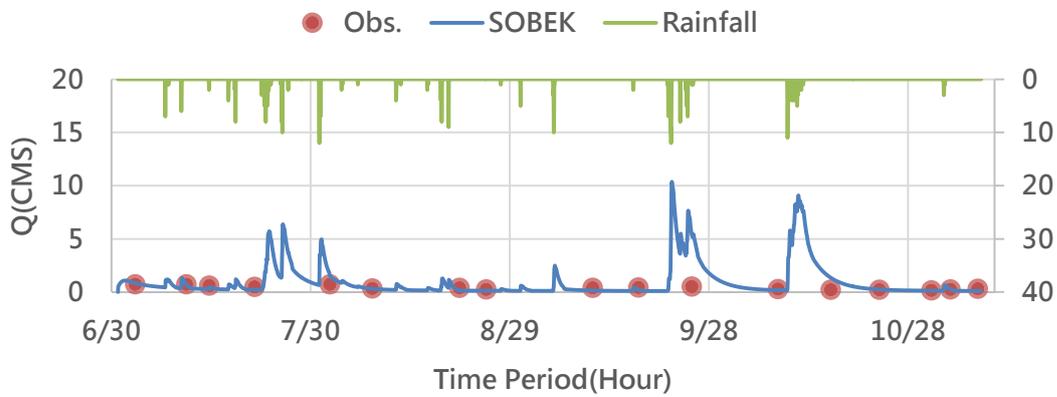


圖3-12 打鐵坑溪溪模擬結果與雨量、實測流量比較

## 二、區域選定結果

本計畫針對水利署過去從水資源開發需求角度出發，提出三峽河、打鐵坑溪等水資源開發關鍵區域，據此檢討評估北區河川現有水文觀測站觀測品質、站網佈設合理性及觀測方法之適切性。北區為人口密度最高的地方，因此水資源量需求大，如圖 3-13 潛能水量及人口密度所示，雙溪引水困難，運水成本高，南崁溪流經工業用區，水質髒，故選定三峽河、打鐵坑溪為水資源開發關鍵區域選定，以及非關鍵區域但具有開發潛能者(頭前溪)。

三峽河之湊合橋為大豹溪及五寮溪交匯之處，流量較為充足，是適合流量觀測點之地方，且距離下游的三峽抽水站不遠，如果在抽水站上游設置攔河堰，將可取得更多的水資源。石門水庫供水量有限之情況下，未來如逢乾旱仍需移用農業用水以供生活及工業用水之用，選定打鐵坑溪備以輔助區域水資源調配為主要目的，且打鐵坑溪水質良好，此水量如能加以運用，對於非灌時期之下游保育用水或颱風時期民生水之供應均有所助益。本計畫針對其地理位置及水文特性勘查如下：

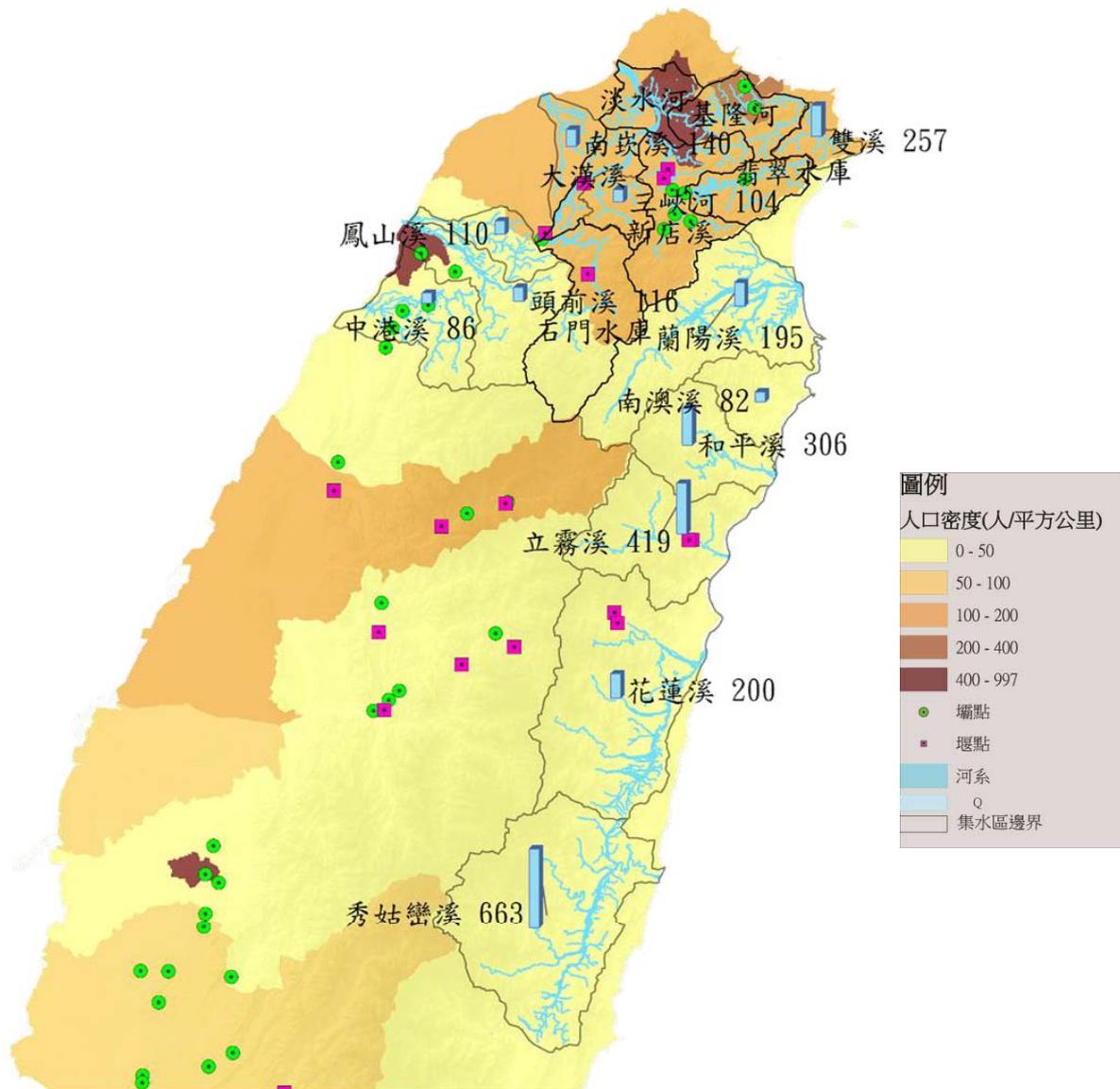


圖3-13 北區潛能水量與人口密度圖

## (一)三峽河

### 1.地理位置

三峽河水系主要位於三峽鎮，流域面積約 200km<sup>2</sup>，其主流大豹溪發源於三峽鎮熊空山、喀博山、塔開山、東眼山等地，在湊合橋會五寮溪後始稱三峽河。往北流經三峽鎮，於長福橋前有支流福德坑溪匯入，至溪北處則有橫溪來會，繼續向東北方向流至頂埔村附近注入大漢溪，為大漢溪主要支流。流域隸屬行政轄區包括新北市三峽區、樹林區、土城區及桃園縣大溪鎮之一小部份。本流集水區形狀屬狹長形，坡度陡，為一急流河川(水利署第十河川局)。三峽河流域地勢由東南向西北依次減低，湊合橋以下由山澗狹谷流向台地及平原，但平原所佔面積甚少，分布於大利橋以下河谷兩岸，且以左岸三峽至河口間之平原面積分布較廣。地質走向多呈東北、西南向，屬第三紀地層，可分湊合以上之石底層、南港層，而湊合橋至三峽間之火寮層、卓蘭層及桂竹林層，橫溪流域之南港層及河道兩岸的台地礫岩等。由於大漢溪於三峽處匯納橫溪與三峽河，形成沖積平原，三條河流在此匯集激盪，故三峽舊稱「三角湧」，後於民國 9 年改名為三峽至今。流域隸屬行政轄區包括新北市三峽鎮、樹林鎮、土城市及桃園縣大溪鎮之一小部份。

### 2.流域概況

三峽河主流及支流大豹溪部分河段，自東眼橋起至三峽河與大漢溪匯流口處，長度約 17.9km，平均坡度約 0.007；橫溪全長約 11.8km，本計畫河段為自成福橋起至橫溪與三峽河匯流口止，長度約 5km，平均坡度約 0.005。流域鄰近之雨量站及水位流量站詳如圖 3-14 所示。三峽河流域中主要支流包含橫溪、福得坑溪、麻園溪及五寮溪，五寮橋上游則為大豹溪，各主支流之流域面積與本計畫控制點面積範圍詳圖 3-15，並整理如表 3-4 所示。除三峽河中游兩岸都市計畫區範圍內土地開發程度較高外，其餘山區植被均屬良好。

### 3.河川特性

三峽河流域地勢由東南向西北依次減低，湊合橋

以下由山澗狹谷流向台地及平原，但平原所佔面積甚少，分布於大利橋以下河谷兩岸，且以左岸三峽至河口間之平原面積分布較廣。地質走向多呈東北、西南向，屬第三紀地層，可分湊合以上之石底層、南港層，而湊合橋至三峽間之火寮層、卓蘭層及桂竹林層，橫溪流域之南港層及河道兩岸的台地礫岩等。各河段特性概述如下：

#### (1)三峽河段

本河段由五寮溪匯入三峽河匯流口起至三峽河匯入大漢溪之河口止，其長度約 14.1km，河床平均坡降為 0.0050。本段河道為台地受沖刷之礫石層，河床質變化不大，平均粒徑介於 28.9mm 至 72.3mm，河道寬約在 60m 至 250m 間，河道兩側多為堆積之礫石。

#### (2)五寮溪段

本河段由五寮溪源頭起至五寮溪與大豹溪匯入三峽河之匯流口止，其長度約 3.1km，河床平均坡降為 0.0231。河谷地勢，河道狹窄，上游段寬約 5 公尺，中下游河道沖蝕情形明顯且漸寬，約在 10m~20m。

#### (3)大豹溪段

本河段由熊空溪匯流處起至五寮溪與大豹溪匯入三峽河之匯流口為止，其長度約 9km，河床平均坡降為 0.0218。河谷地勢，岩盤出露明顯且下游有許多巨石屹立河床上，河道寬在 20m~40m 之間。

橫溪支流，橫溪流域均位於標高 1,000 公尺以下的山坡地、丘陵地所組成，地勢由東南偏東逐漸向西北遞增，計畫河段平均坡度約 0.005，其中橫溪橋因設橋墩及其保護工故與下游落差較大，其於河段河床坡度多為 0.001~0.008 之間，河道寬度介於 50m 至 125m 間。本段河道為台地受沖刷之礫石層，河床質變化不大，平均粒徑介於 43.7mm 至 79.4mm。

表3-4 三峽河流域各控制點面積一覽表

項目	編號	控制點名稱	河段	面積編號	流域面積 (km <sup>2</sup> )
主流	1	三峽河河口	河口~橫溪匯流前 (斷面 0~斷面 6、7 間)	A1+A2+A3+A4+A5+A6+A7+A8+A9	200.00
	2	橫溪匯流前	橫溪匯流前~福德坑排水匯流前 (斷面 6、7 間~斷面 10、11 間)	A1+A2+A3+A4+A5+A6+A7	133.36
	3	福德坑排水匯流前	福德坑排水匯流前~麻園溪匯流前 (斷面 10、11 間~斷面 13)	A1+A2+A3+A4+A6	118.10
	4	麻園溪匯流前	麻園溪匯流前~五寮溪匯流前 (斷面 13~斷面 18C、18D 間)	A1+A2+A3	107.78
	5	五寮溪匯流前	五寮溪匯流前~東眼橋 (斷面 18C、18D 間~斷面 21B)	A1	73.22
支流	2.1	橫溪河口	橫溪河口~辭修高中 (斷面 H001~H004)	A8	54.58
	2.2	辭修高中	辭修高中~竹崙橋 (斷面 H004~H008A)	-	49.36
	2.3	竹崙橋	竹崙橋~成福橋 (斷面 H008A~H008B)	-	45.61
	3.1	福德坑溪	-	A5	7.50
	4.4	麻園溪	-	A4	9.63
	5.1	五寮溪	-	A2	17.52

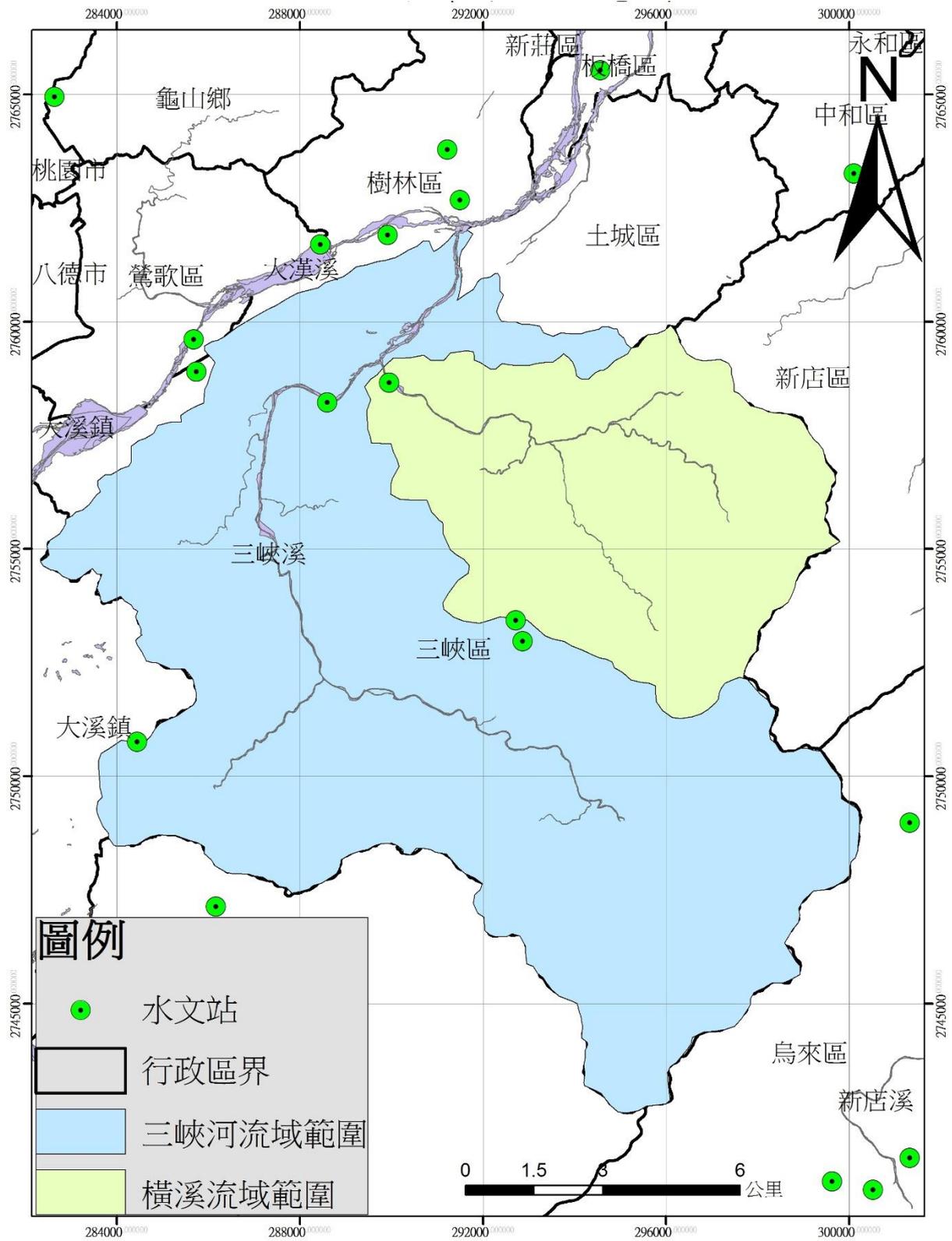


圖3-14 流域鄰近水文站位置圖

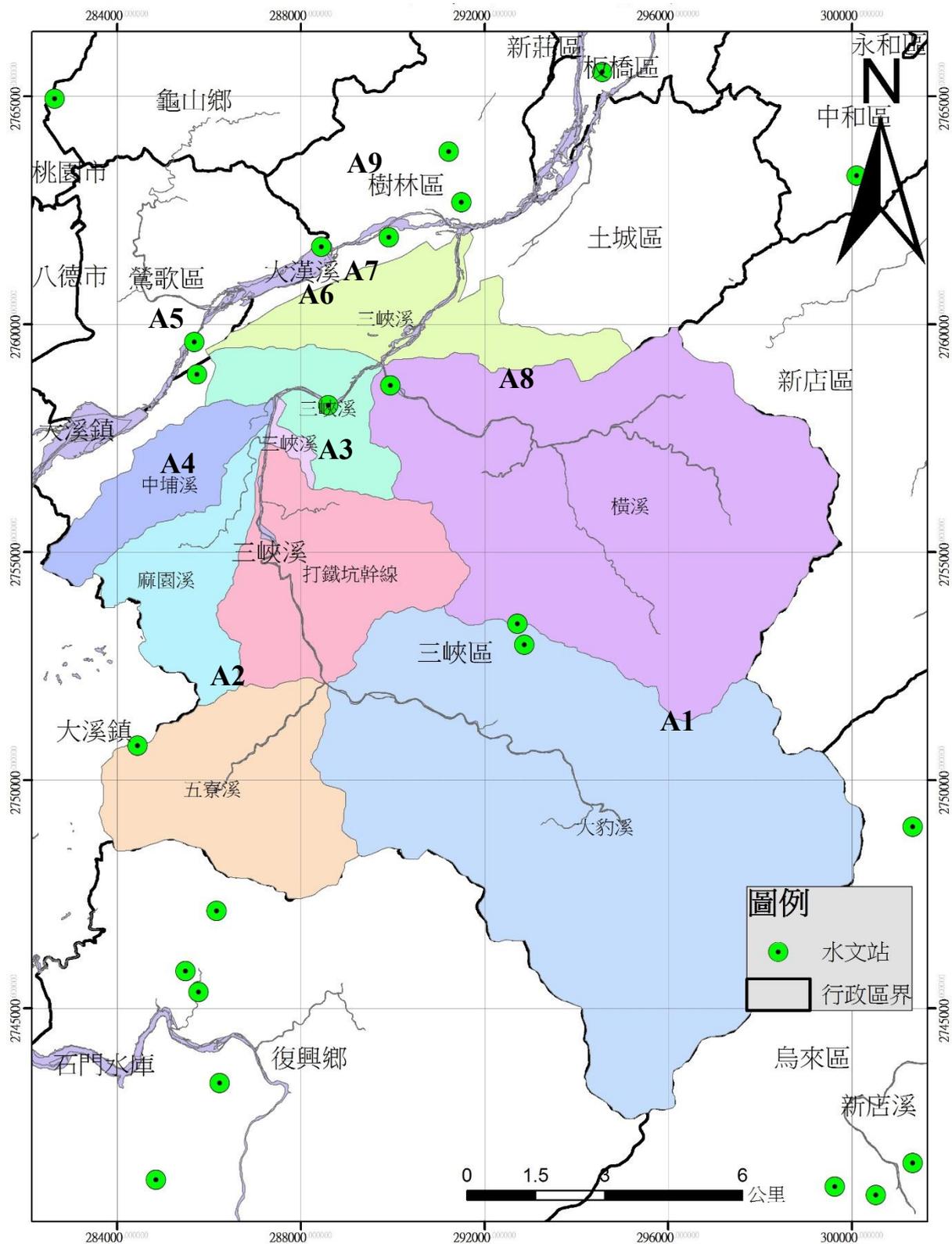


圖3-15 三峽河流域主要支流控制點面積範圍圖

#### 4. 現地勘查

大豹溪由熊空溪匯流處起至五寮溪與大豹溪匯入三峽河之匯流口為止，其長度約 9km，河床平均坡降為 0.0218。河谷地勢，岩盤出露明顯且下游有許多巨石屹立河床上，河道寬在 20m~40m 之間。

本計畫為增加北區水資源調度的可行性選項，故選擇大豹溪為現勘對象，如圖 3-16 所示，現勘位置包含湊合橋(圖 3-17 及圖 3-18)、金敏橋及大義橋(圖 3-19 至圖 3-21)、東眼橋(圖 3-22 及圖 3-23)等。大豹溪各觀測點流況詳表 3-5。

而三峽河抽水站(圖 3-24)，位於三峽區大埔段，民國 88 年 4 月正式運轉，平均每日可取水量約為 15 至 20 萬立方公尺，可補充石門水庫原水量之不足，該水質佳，但可取水量隨集水區降雨情形變化甚大，豐枯水期差異性頗大，最大取水量約 53 萬立方公尺，最小取水量僅約 3 萬立方公尺(台灣自來水公司第十二區管理區)。



註：星號為地標

圖3-16 大豹溪現勘位置圖

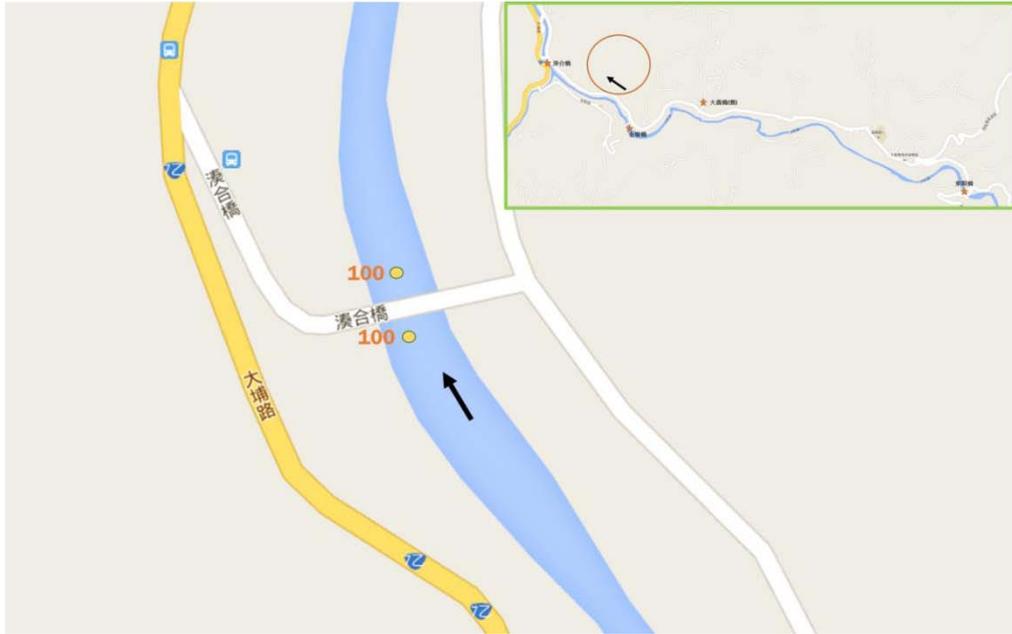


圖3-17 湊合橋現勘位置圖(圓號為測點)



a.湊合橋現場流速量測

b. 湊合橋上游



c.湊合橋下游

圖3-18 湊合橋現勘照片

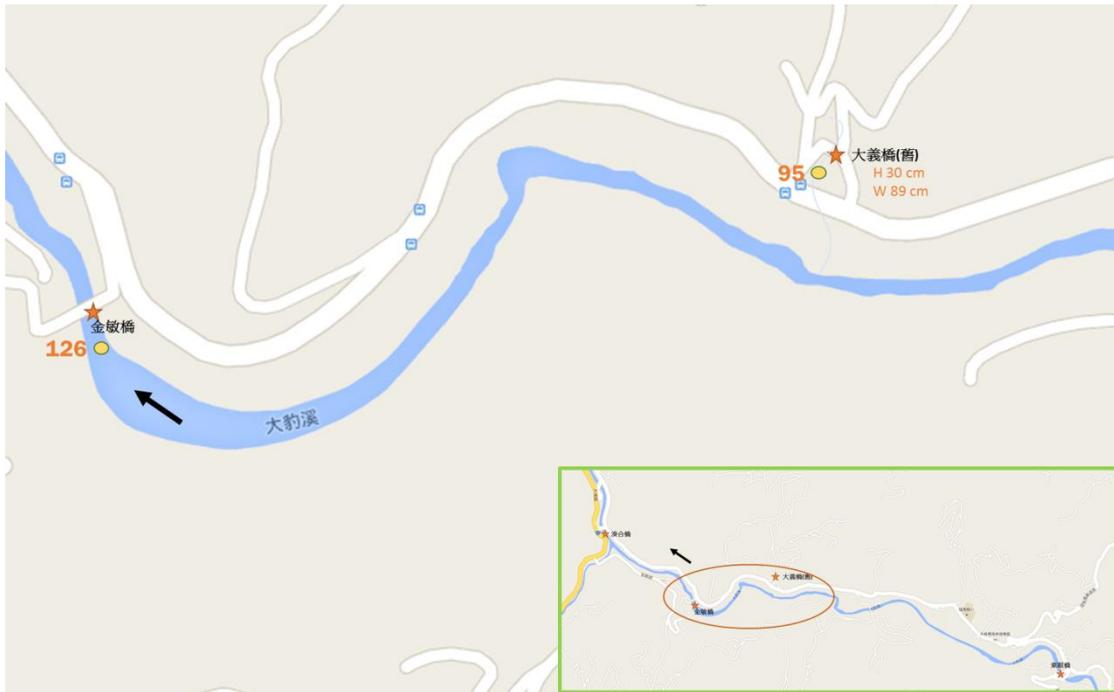


圖3-19 金敏橋及大義橋現勘位置圖(圓號為測點)



a. 金敏橋

b. 金敏橋現場流速量測



c. 金敏橋

圖3-20 金敏橋現勘照片



a.大義橋(舊)                      b.大義橋(舊)下之野溪

圖3-21 大義橋現勘照片

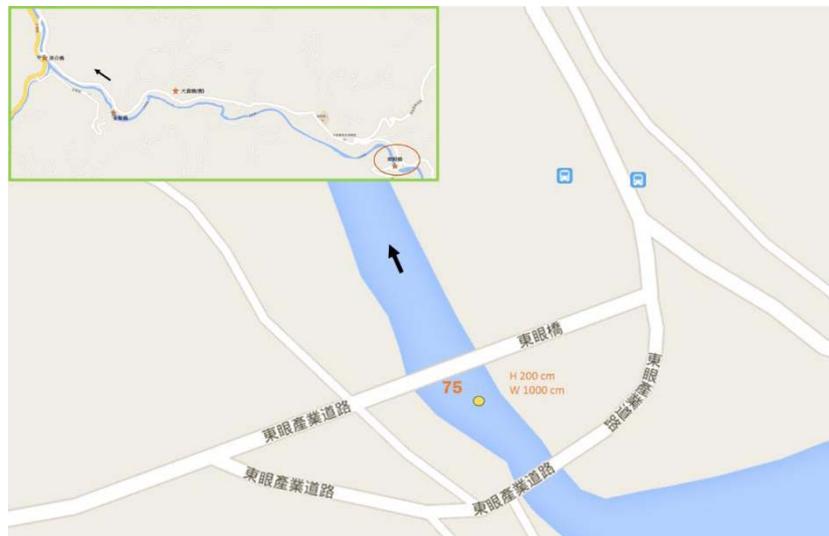


圖3-22 東眼橋現勘位置圖(圓號為測點)



a.東眼橋現場流速量測

b.東眼橋下

圖3-23 東眼橋現勘照片



圖3-24 三峽河抽水站及取水口

表3-5 大豹溪各觀測點流況

	測量點(順序：上游→下游)cm/s		水深(cm)
湊合橋	上游	100	-
	下游	100	-
金敏橋		126	-
大義橋		95	30
東眼橋		75	200

## (二)打鐵坑溪

### 1.地理位置

桃園大圳導水路第一水橋下方野溪(打鐵坑溪)集水區(如圖 3-25)位於桃園縣龍潭鄉三坑、大平、佳安、三林、高平及新竹縣關西鎮東安里等六村里境內，屬大漢溪上游之一子集水區，集水區面積約 588.33 公頃，東臨石門水庫後池堰，南與新竹縣關西鎮交界，西與高種山為界，北達北區水資源局所在之佳安村。桃園大圳導水路第二水橋下方野溪集水區位於桃園縣龍潭鄉三坑、佳安、富林、建林及三林等五村境內，亦屬大漢溪上游之一子集水區，集水區面積約 338.47 公頃，南臨第一水橋集水區，東與大溪鎮交界。北臨龍潭鄉九龍村。(2011，簡傳彬等人)

### 2.地文

打鐵坑溪集水區集水區山坡長度約為 500M，從

溪流源頭至紅橋之溪流總長度約為 5 公里、高差 267M，溪床設計坡度約 1.8%及逕流係數取 0.85 設計(水保局)。

### 3. 水文

簡傳彬等人(2011 年)藉由南崁溪之流量以及南崁溪所控制之集水區面積，推估打鐵坑溪之流量，亦即流量之推估係採用南崁溪上之南崁溪橋流量站之實際流量，再以降雨量與集水面積比估算。打鐵坑溪年平均逕流量約 1,000 萬立方公尺，豐水期(5~10 月)流量約佔全年之 57%，枯水期(1~4 月，11 月~12 月)僅佔 43%。至於雨量，由於鄰近石門水庫氣象站，所以可以作為該流域參考雨量。

### 4. 現勘

本次打鐵坑溪現地勘查大致分為三個區域，如圖 3-25 所示，包含大坪紅橋(圖 3-26 及圖 3-27)、石門大圳取水口(圖 3-28 及圖 3-29)、清水坑遊客服務中心(圖 3-30 及圖 3-31)。並透過手持式流速計測量定點平均流速。打鐵坑溪各觀測點流況詳表 3-6。



註：星號為地標

圖3-25 打鐵坑溪現勘位置圖



註：星號為地標，圓點為測量點

圖3-26 大坪紅橋現勘位置圖



a. 打鐵坑溪 B 點現場流速量測

b. 打鐵坑溪 A 點現場流速量測

圖3-27 打鐵坑溪現勘照片



註：星號為地標，圓點為測量點

圖3-28 石門大圳取水口現勘位置圖



a.石門大圳取水口

b.石門大圳取水口流速量測

圖3-29 石門大圳現勘照片



註：星號為地標

圖3-30 清水坑遊客服務中心現勘位置圖



a.取水口標尺(水位約 30cm)

b.清水坑取水口流速量測

圖3-31 石門大圳現勘照片

表3-6 打鐵坑溪各觀測點流況

	測量點(順序：上游→下游)		水深 (cm)
		cm/s	
大坪紅橋	A	87	-
	大坪紅橋	89	-
	B	70	-
	C	92	-
	D	87	-
石門大圳取水口	取水口	45	-
清水坑遊客服務中心	取水口上游	56	-
	小支流	73	-
	取水口下游	50	30

### (三)頭前溪

#### 1.地理位置

頭前溪位於臺灣西北部新竹縣、市境內，北鄰鳳山溪流域，東接淡水河及大安溪流域，南有客雅溪及中港溪流域，西臨台灣海峽。主流發源於雪山山脈鹿場大山(標高2616公尺)，流經五峰鄉、橫山鄉，在竹東鎮與油羅溪會合，以下始稱頭前溪。自會流點再向西流經竹東鎮、穹林鄉、竹北市、新竹市後，於南寮附近鳳山溪匯入後約500公尺注入台灣海峽。流域面積約566平方公里且幹流長約63公里，河床平均坡降約1/190。流域內主要支流有上坪溪及油羅溪等；流域範圍涵蓋新竹縣尖石、五峰、橫山、竹東、考林、竹北市及新竹市等七個鄉(鎮、市)。

頭前溪流域因石油、天然氣、煤、石灰石及石英砂等礦產，帶動工業促進地區繁榮；流域內工廠密布，規模較大者如台灣水泥、亞洲水泥、新竹玻璃等，分別於竹東及橫山設廠，產量頗豐。此外機械器具、食品加工、化學、金屬、紡織工業等，皆具相當規模。自新竹科學園區成立後，更促進工業升級，也成為台灣地區最重要的重鎮之一。

#### 2.流域地形

流域地形由東南山岳地帶向西北遞次傾斜，中、上游地區屬山岳丘陵、台地地區，下游屬於頭前溪沖積而成之新竹平原。流域之南部及東南部地勢陡

峻，多為 2500 公尺 以上之高山，層巒疊障，溪谷深而多峽谷；北部及西南部山勢不高，均 1000~1500 公尺之間，由此山勢向下游轉為緩弱，而向西北方向漸次以緩坡下降，最後以細長矩形狀伸展至台灣海峽。



圖3-32 支流油羅溪



圖3-33 支流上坪溪

# 頭前溪流域概況圖

發源地	上坪溪:雪山山脈鹿場大山(標高2,616公尺) 油羅溪:李棟山(標高1,913公尺)
主流長度	63.03公里
流域面積	565.94平方公里
河床平均坡度	1/190
年逕流量	611百萬立方公尺

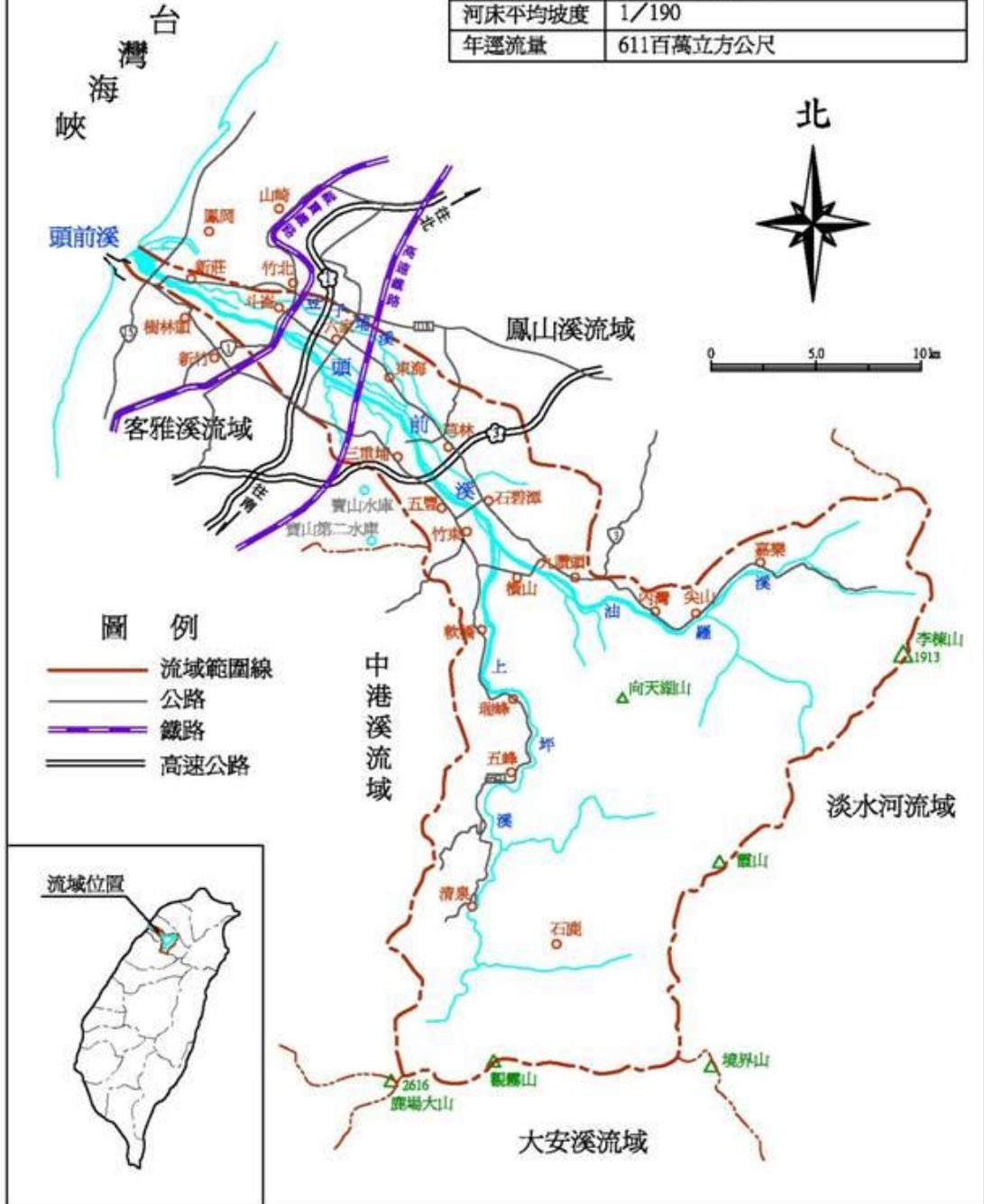


圖3-34 頭前溪流域圖

### 3.3 關鍵開發區域相關規劃說明

根據水利規劃試驗所針對「淡水河流域水資源調配利用調查規劃」提高淡水河各水系水源利用率，穩定常水供水量及因應北部地區於枯早期、暴雨及特殊天候情況下備援水量，計畫規劃構想與近幾年北區規劃計畫資料如下(概念示意圖如圖 3-35、表 3-7)：

#### 1. 北勢溪越域引水基隆河

檢討北勢溪現況未利用水量，及將剩餘水量越域引入基隆河之可行性。

#### 2. 提高基隆河水源利用率

研究規劃新建基隆河水系攔、蓄與引水設施，調豐涸枯，提高基隆河之水源利用率，除滿足基隆地區之需求外，多餘水量更可反供台北用水區。

#### 3. 南勢溪越域引水三峽河

檢討南勢溪現況可利用及未利用水源量，常時將此剩餘水量越域引入三峽河，再引至板新淨水場，提高南勢溪水源利用率，異常時可經由此系統調撥南勢溪水源經由板新淨水場支援需水區，具備援功能。

#### 4. 石門水庫上層水引用

於石門水庫淹沒區上游，距大壩一定距離處，規劃一取水工，引取上層較清水源至板新淨水場。是為備援標的水源。

#### 5. 板新地區供水改善計畫二期推動

二期工程審議推動之資料補充調查以加速推展，另進行板新淨水場與直潭淨水場聯通供水規劃。

表3-7 近年水規所北區水資源規劃資料

年份	計畫名稱
99	基隆地區水資源供需利用檢討與水源運用資料庫建立
101	台灣地區各水資源分區因應氣候變遷水資源調適能力綜合研究
102	整合性水資源經理方案決策模式研究
102	水資源規劃經濟效益分析與評估
102	水資源領域因應氣候變遷不確定性下之決策機制研究
103	水資源工程計畫碳管理制度研究

資料來源：經濟部水利署水利規劃試驗所

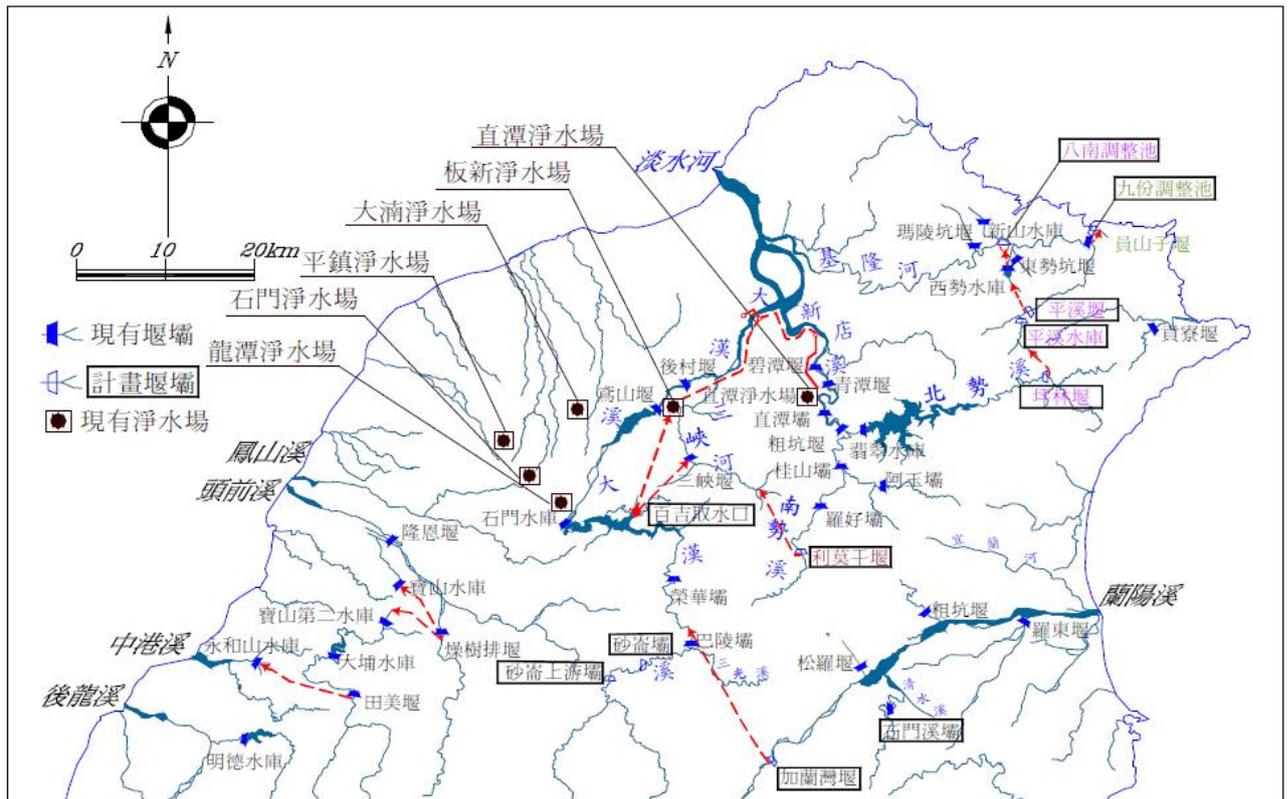


圖3-35 淡水河流域可能壩堰址位置示意圖

根據「淡水河流域水資源調配利用調查規劃」，為因應台灣北部地區於枯早期、暴雨及特殊天候等情況下，能穩定提供水源，經濟部水利署水利規劃試驗所乃研擬淡水河流域水資源之可能調配方案。「南勢溪、石門水庫與三峽河水資源聯合運用規劃」為其中之一，南勢溪、石門水庫與三峽河水資源聯合運用規劃」案中計有三條引水路，分別為 ST1（利莫干堰至樂樂谷）、ST2（大漢溪上游石門水庫之百吉取水口至中間）與 ST3（大漢溪上游石門水庫之百吉取水口至板新淨水廠）與一處壩堰址（利莫干堰址）。該南勢溪、石門水庫與三峽河水資源聯合運用規劃之水資源工程方案研擬及工程初步規劃主要數據如圖 3-36：

#### 1. 水源工程方案研擬

- (1) 規劃經由新建利莫干堰以 40 萬立方公尺/日通水隧道引水入三峽河，供水能力每日 12.2 萬噸，此系統原水接三峽堰抽水系統至板新淨水場。
- (2) 規劃經由石門水庫右岸百吉村新建百吉取水工程引取水 230 公尺以上之水量至板新淨水場，為緊急備援系統供水能力為每日 102 萬噸。

## 2. 工程初步規劃主要數據

### (1) 利莫干攔河堰

堰址：南勢溪福山橋上游約 1.5 公里處。

滿水位標高：350 公尺。

河床標高：330 公尺。

壩頂長度：120 公尺。

進水口高程：340 公尺。

引水隧道長度：7,850 公尺。

隧道出口高程：332 公尺。

隧道出口位址：三峽河支流大豹溪上游、中坑溪與納仔溪

合流口熊空山麓。

計畫引水量：40 萬立方公尺/日。

### (2) 百吉取水工程

位址：桃園縣復興鄉、百吉村、石門水庫湖之畔。

型式：豎井式

計畫取水範圍：滿水位 245 公尺至 230 公尺間水量。

計畫取水量：10cms。

引水路：

A 案：隧道：百吉取水塔→新峰（入三峽河）。

長度：4.4 公里。

涵管(長 7.5 公里)：中間→板新淨水廠。

B 案：隧道：百吉取水塔→中間（三峽堰）。

長度：9.8 公里。

C 案：隧道：百吉取水塔→板新淨水廠。

長度：13.3 公里。

D 案：隧道：百吉取水塔→鳶山堰。

長度：11 公里。

四個引水路案須進一步評估研選擇一。

清水坑鄰近石門水庫後池，位於龍潭鄉大平村、三林村與佳安村間之小谷地，本計畫擬於該處規劃一備援水池，納入石門水庫供水系統供備援使用，其間有打鐵坑溪流經，集水區面積約 5.24 平方公里，幹流總長度約 5.90 公里。

經初步規劃結果，打鐵坑溪集水區小，常時無可增供水量，颱風期間低濁度可引總逕流量有限(過去經驗總量約 8~24 萬 M<sup>3</sup>)，及存在可供水時間可能晚於需求時間之風險，水源並不穩定。考量備援之重要性、穩定性及水質要乾淨之原

則，備援水池將採常時於石門水庫高水位時引取石門水庫原水蓄存備用，而打鐵坑溪天然逕流量則保留給既有水權人，當颱風期間石門水庫原水濁度過高時，再藉由石門大圳與三坑子加壓站，將備援水池內低濁度原水輸送至龍潭淨水場、平鎮淨水場或石門淨水場，達到全額備援供水或釋稀高濁度原水之功能，以維持淨水場出水能力，降低缺水危機。

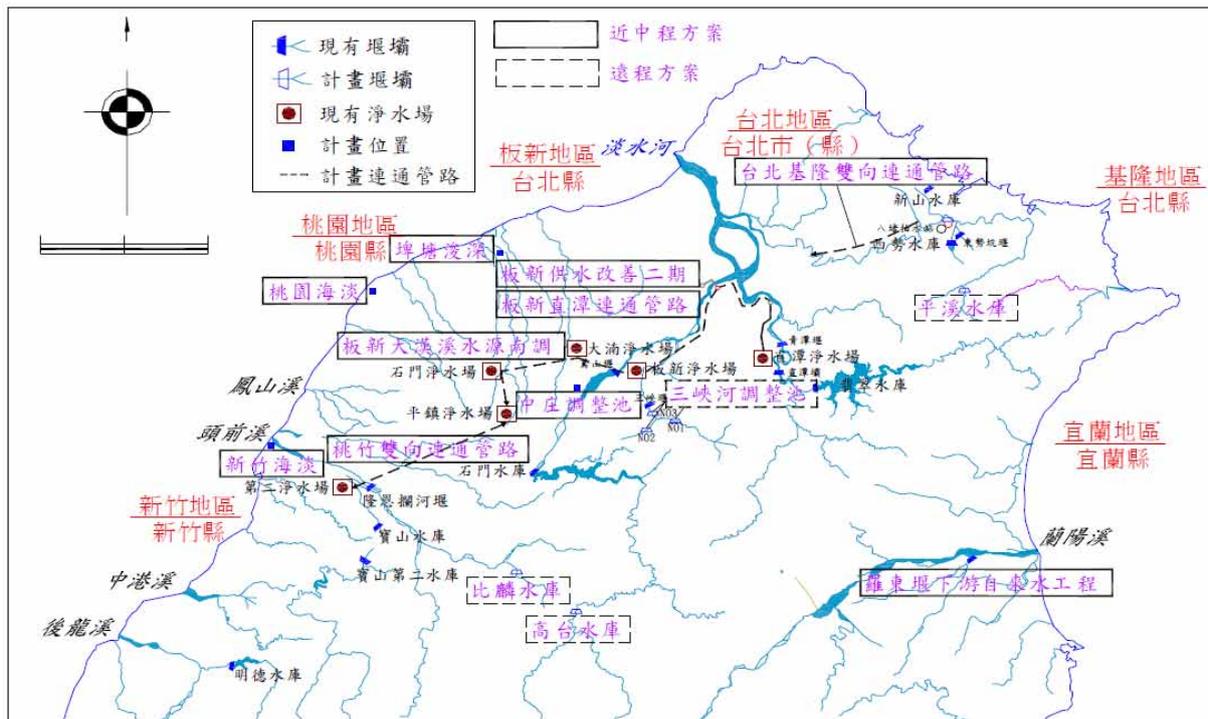


圖3-36 工程佈設圖

經開發規模研究，備援水池之最小開發蓄水容量訂定為 81 萬立方公尺(以 93 年艾利颱風設計)，並擬定二組可行方案進行綜合比較，因本案用地 90% 以上面積皆為私有地，地方民眾對方案二(上游谷地開發案，有效蓄水量為 85 萬 M<sup>3</sup>)似乎較能接受，惟方案一(最大規模開發案，有效蓄水量為 200 萬 M<sup>3</sup>)具較大供水安全係數，並可因應全球氣候變遷影響及未來成長空間，又因本初步規劃階段對地方意見之深度及廣度尚無法完整掌握，本報告暫不選定建議方案，惟建議以朝最大開發規模、計畫效益最高之方案一為努力推動方向，並建議應於下階段可行性階段之詳細調查中，確實掌握地方意見，規劃能雙贏之備援水池區位及蓄水量方案為較適方案。

本階段方案一備援水池初估之有效蓄水量為 200 萬 M<sup>3</sup>，用地面積為 35.6 公頃(含私有地 25.7 公頃)，佈置構想說明如下：

1. 調整石門水庫增設取水工之定位由『備援運轉』為『常時運轉』，利用其取水口～石門大圳聯通管間水路設施做為本計畫前段引水路，並於石門大圳聯通管消能井前新設分引水路(一)至清水坑谷地內新設之電廠，以利用此段水力發電能源，電廠尾水再接回下游石門大圳，維持原石門大圳配水功能。
2. 於進電廠主閘前設置一分岐引水路(二)，以導引原水至蓄水池內。蓄水池於石門水庫高水位時，將水池蓄滿供颱風期間備援使用。又常時於上游將打鐵坑溪逕流導引至蓄水池內，再以自由溢流方式溢流回下游打鐵坑溪渠道，可維持原天然逕流量，確保原打鐵坑溪水權人權益，並可讓蓄水池內水體保持流動，維持在較佳水質狀態，同時補注滲漏水量。
3. 為避免颱風期間打鐵坑溪上游集水區濁度較高逕流混入備援水池內，修整原打鐵坑溪渠道並重新設置於谷地右岸，作為颱風期間打鐵坑溪上游集水區逕流排洪使用，以區隔清水與濁水。
4. 考量颱風備援短暫期間田間灌溉需求可暫緩，故石門大圳1號渡槽～三坑子加壓站段可為備援水量輸送渠道，備援水池之輸水路將以銜接至石門大圳為設計，且備援水量輸送時間需協調石門農田水利會暫停由石門水庫內取水。

### 3.4 觀測方式評估

#### 一、三峽河

依照計畫工作項目指定三峽河上游之一大豹溪與大漢溪上游進行現地量測。大豹溪坡陡流急(平均流速 1 m/s，水深約 2m)，不利於人員現場量測；但大豹溪兩岸距離不長，橋樑皆為拱橋，所以溪中流速並不受橋墩影響，可在橋上直接以 ADCP 量測水深與各斷面平均流速，量測位置如圖 3-37 所示。除採用手持式流速儀外，當水深及流量較大時，將同時採 ADCP 以獲取更多垂向測線分布流速資料(提供更精確流量計算所需)，其原理及優點詳如圖 3-38、表 3-8 所述；並分析流速剖面與表面流速及通水斷面平均流速間之關係。逐步建立以表面流速來推算流量的方法與標準作業程序。

三峽河平均坡降約為 1/160，是為緩坡。其平均水深約

為 70cm~100cm，河道兩側均有許多碎石，位於河道上有諸多粒徑約為一公尺之大石，如遇昨夜下雨時，流量較高時可站於石頭上量測。主要量測方法及注意事項如下：

1. 使用坡度面積法時，應注意適用於緩坡與邊坡之勻直河段，以及包括選取河段上下游共兩施測斷面，其兩斷面間距約100公尺，其間河段斷面儘量平整，否則應再施測其間斷面河槽地形，俾方便估算在不同水位高程河槽之儲蓄含量。
2. 選定斷面後，兩岸先用木樁定位，樁點位置用GPS定位，大斷面施測兩岸樁點裝置感測到可能洪水位以上的高程。
3. 施測於上下游兩斷面時，盡量以每50cm河寬施測流速剖面及表面流速，再由表面流速儀可測得表面流速，與其比較差異性。
4. 如遇水位至1m~2m時，可考慮使用旋臂式流速儀或ADCP。

## 二、打鐵坑溪

一號水橋位於桃園大圳導水路下方，平均坡降為 1/300，其平均水深約為 30cm~40cm。主要量測方法如圖 3-39 所示，打鐵坑溪由於平均水位淺以及有連續跌水工構造物，故不適用於坡度面積法，適合施測人員直接站在跌水工量測，並以拉一斷面，兩邊以鉚釘固定，每 50cm 河寬施測流速剖面及表面流速，實施流速-面積法，推估出流量。

**表3-8 針對關鍵區域使用之流速量測儀器之原理及優點**

儀器	聲波都卜勒流速剖面儀 (ADCP)	雷達波表面流速儀 (SRV)
原理	利用聲頻偵測水體中之懸浮微粒散射回波的頻移來量測水流速度。	利用雷達波對水面波紋及懸浮微粒散射回波，而測得水表面流速。
優點	(1)具有快速量測垂向流速分布的能力。 (2)同時經由底床回波反射可量測水深，求得河床斷面之變化。 (3)藉由流速分佈在水深方向上積分更快速準確地量測流量。	(1)量測儀器不需接觸水流，可避免儀器損害。 (2)流速量測範圍達 18m/s，包含國內歷史上河川最高流速範圍。



圖3-37 大豹溪量測處

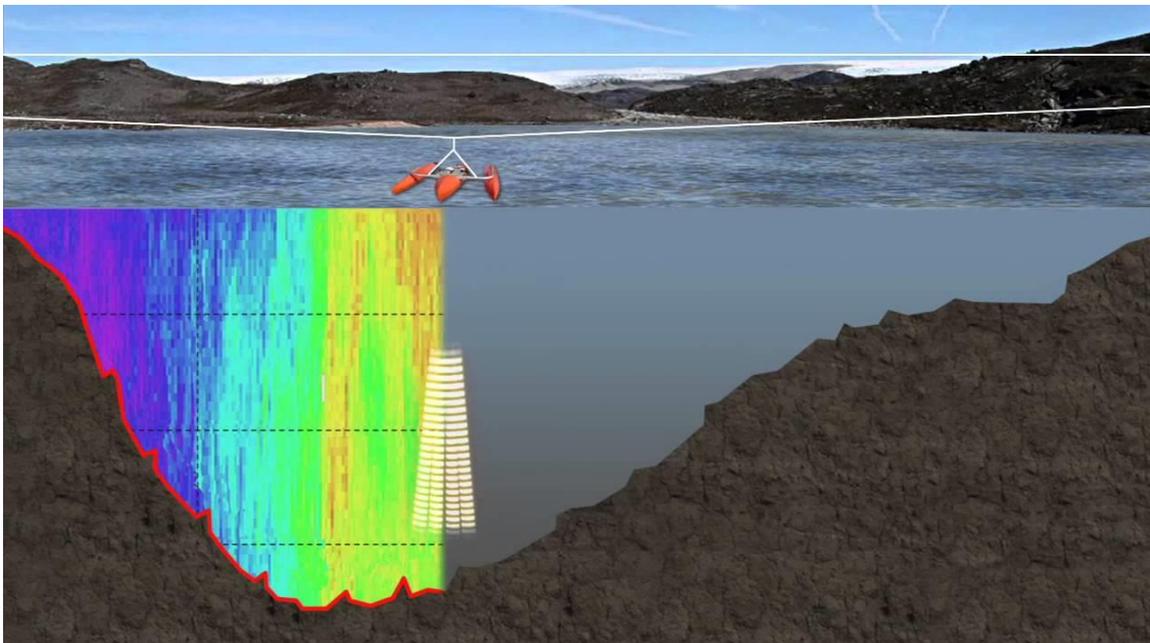


圖3-38 ADCP操作示意圖



圖3-39 打鐵坑溪觀測示意圖

### 3.5 河道大斷面測量

河川河道大斷面量測為流量站每年例行工作之一；大斷面量測之主要目的在建立河槽在不同水位下之通水面積，俾提供建立水位—流量關係式以供進一步之利用。定期進行河道大斷面測量，除可瞭解河槽通水斷面(含深水槽及兩側岸壁)是否改變外，亦可對河床的沖淤情形有進一步的瞭解。

#### 一、儀器介紹

河道大斷面量測施測方法依地點不同而異，本團隊使用光達機器 RIEGL VZ-400 與 FARO Focus 3D，分別掃描湊合橋與上游金敏橋及打鐵坑溪 360 度地貌，並將展延施測斷面資料至兩岸外，此資訊可提供三維分析，且在網路雲端進行河道測量，亦對所量測河寬等更具代表性及物理意義。儀器特點及資料讀取畫面如表 3-9、表 3-10 及圖 3-40

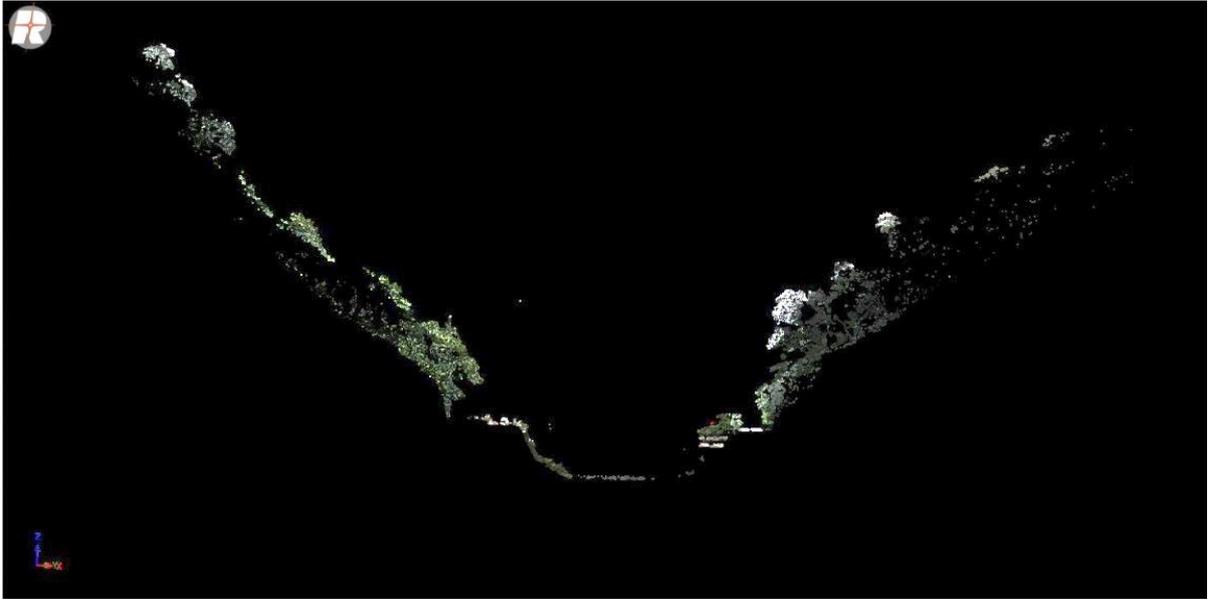
所示。

表3-9 RIEGL VZ-400 介紹

RIEGL VZ-400	Laser PRR(Peak)	100 kHz	300 kHz
	雷射速度	42,000 點/秒	122,000 點/秒
	最遠測距 natural targets $\rho \geq 90\%$ natural targets $\rho \geq 20\%$	600m  280m	350m  160m
準確度	5mm		
精密度	3mm		
最近測距	1.5m		
雷射等級	1 級雷射		
特點	1. VZ-400 旋轉菱鏡方式射出雷射光,掃描垂直角可達 100 度,而機體下方伺服馬達旋轉達到 360 度水平掃描角。 2. VZ-400 搭配相機,可將點雲資料與相片資料結合產生"彩色點雲",不需要再對著黑白點雲作業,且彩色點雲讓內業人員者能更清楚地了解現地的狀況,底部為安裝 mount 由原廠設計,頂部為 GPS 接收器。		

表3-10 FARO Focus 3D 介紹

FARO Focus 3D	掃描距離	0.6 - 130 m	0.6 - 330 m
	掃描速度	122,000/244,000/488,000/976,000 點/秒	
	掃描噪音	<p><b>10m 時原始數據：</b> 90% 反射率為 0.3 mm， 10% 反射率時為 0.4 mm</p> <p><b>10m 時噪音壓縮：</b> 90% 反射率為 0.15 mm， 10% 反射率時為 0.15 mm</p> <p><b>25m 時原始數據：</b> 90% 反射率為 0.3 mm， 10% 反射率時為 0.5 mm</p> <p><b>25m 時噪音壓縮：</b> 90% 反射率為 0.15 mm， 10% 反射率時為 0.25 mm</p>	
掃描誤差	10m 和 25m 時為 ±2mm， 在 90% 和 10% 反射率條件		
雷射等級	1 級雷射		
雙軸補償器	精度 0.015°；範圍 ±5°		
最大垂直掃描速度	5,820 rpm 或 97 Hz		
特點	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 尺寸僅為 24 x 20 x 10cm<sup>3</sup>，重量只有 5kg，Focus3D 堪稱有史以來最小的 3D 掃瞄儀內建 7 千萬彩色攝影鏡頭。</li> <li>2. 自動集成了具有 7000 萬彩色像素，能夠實現極具真實感的 3D 彩色掃瞄，且可以在網際網路上快速瀏覽點雲成果、分享共用、量測所需尺寸、下載需要的檔案。</li> </ol>		



(a)湊合橋



(b)打鐵坑溪

**圖3-40 RIEGL VZ-400與FARO Focus 3D資料畫面**

大斷面量河川水深量測儀器之選擇一般依其量測方法不同而有所不同，本計畫對於湊合橋及打鐵坑溪斷面量測所使用的儀器及工具，分別有 Sontek M9(可測水深斷面及流速)、鐵捲尺、鉚釘、童軍繩、標竿等，[表 3-11](#) 為 Sontek M9 儀器簡介。

表3-11 Sontek M9 介紹

Sontek M9	
流速量測距離範圍	0.06m~30m
量測流速範圍	±20m/s
分辨率	0.001m/s
準確度	實測流速之±0.25%；±0.002m/s
單元尺寸	0.02m 至 4m
換能器配置	9 個換能器： 4 個傾角 25° 的 3.0MHz 對稱波束； 4 個傾角 25° 的 1.0MHz 對稱波束； 1 個 0.5MHz 垂直波束
深度量測範圍	0.2m~80m
分辨率	0.001m

## 二、斷面量測方法

### (一)三峽河(湊合橋與金敏橋)

湊合橋為大豹溪及五寮溪交會處，因湊合橋及上游金敏橋，橋的垂直高度離溪流約 20 公尺，較難人工下河道施測，故使用儀器 Sontek M9。由繩子綁住儀器垂降至溪流(如圖 3-41)，儀器會在溪流表面以雷達波的形式發出訊號至水底回傳，可測得水深資料。量測時需在橋的左右兩側各訂一個木樁，量測方向固定由左側木樁走至右側木樁，約測四至五趟，因溪流可能隱藏漩渦，需即時觀察儀器所回傳資料是否有誤，並視情況再增加量測次數(如圖 3-42)。

### (二)打鐵坑溪

打鐵坑溪的岸上離溪流高度差約為 6 公尺，較易人為施測，本團隊使用傳統斷面測量，分別於溪流左右岸釘上鉚釘，在鉚釘上綁繩子拉至另一側形成一斷面，並每間隔 50 公分在繩子上做記號，量測水深(如圖 3-43)。



圖3-41 湊合橋與金敏橋測量示意圖

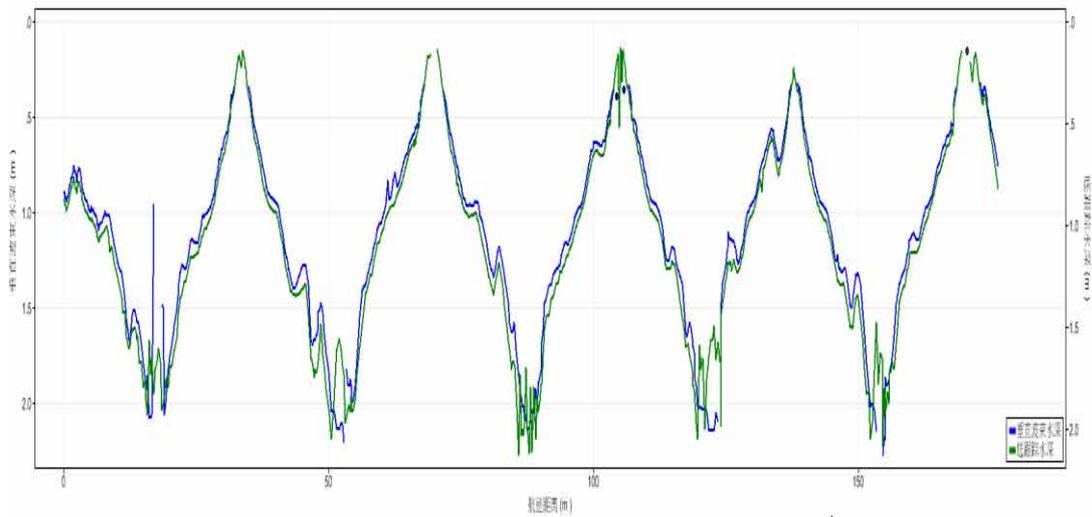


圖3-42 Sontek M9回傳資料畫面(水深)



圖3-43 打鐵坑溪斷面測量示意圖

### 三、斷面量測結果

金敏橋大斷面量測結果如圖 3-44 (a)，金敏橋之斷面寬度約為 17m，量測結果顯示，斷面最深可達至 2m，河流左岸為一平台，為救生員駐守；湊合橋量測結果如圖 3-44 (b)，斷面寬度約為 22m，斷面深度可達到 1.9m，且斷面類似 V 字型，左右岸約 0.45~0.5m 之間。

打鐵坑溪斷面量測結果如圖 3-44 (c)寬約為 8m，平時水位甚淺，沖淤並無太大變化，河道右岸有一小塊地為植生，故右岸一開始較為淺，斷面深度最深約為 0.7m。

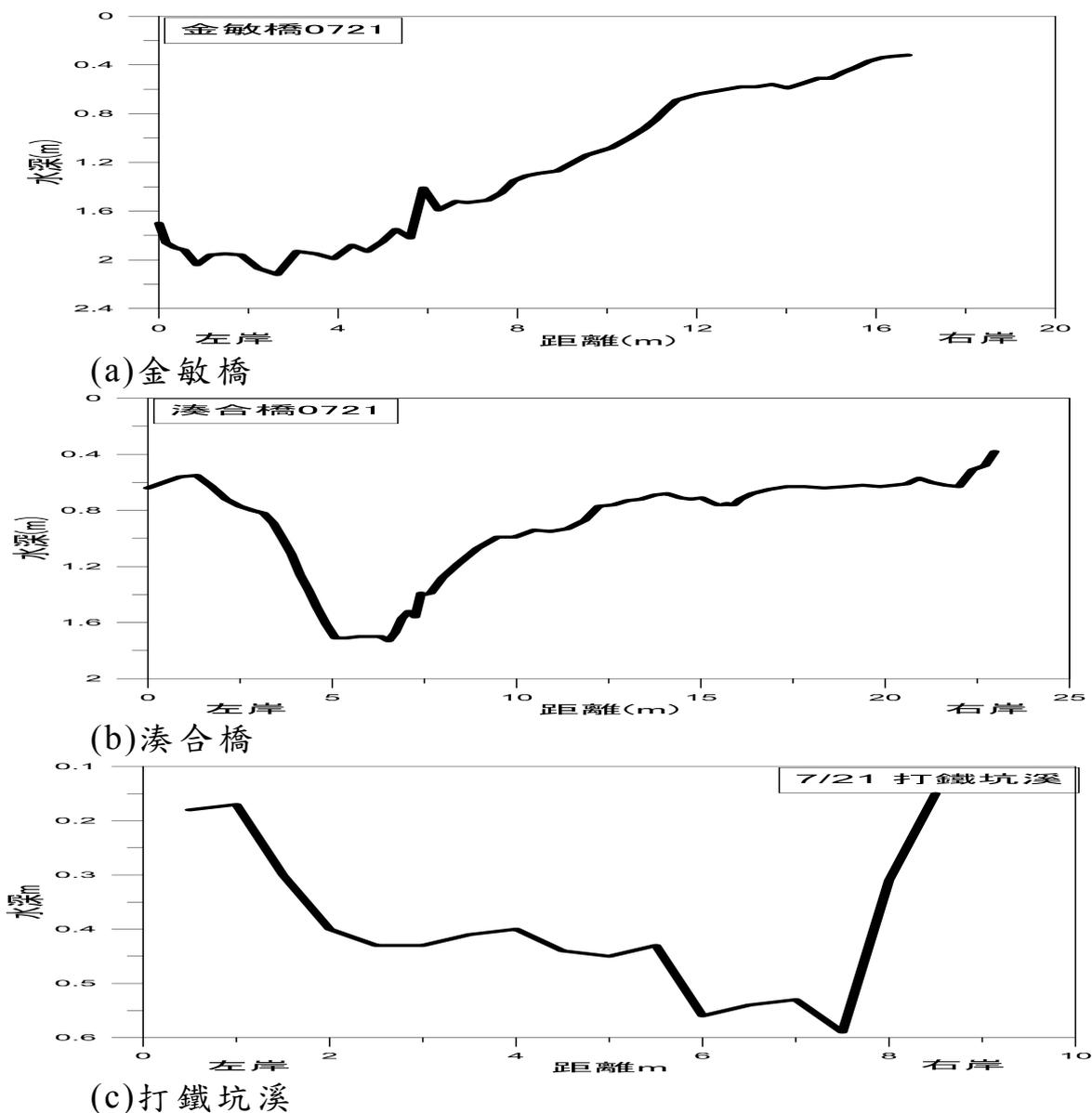


圖3-44 打鐵坑溪斷面量測結果圖(20140721)

### 3.6 流量量測及含砂量採樣結果

河川流量量測為本計畫重點之一，由於現今流量量測方法多種，誤差比例將影響水位—流量率定關係之建立。本計畫在湊合橋及上游金敏橋使用 Sontek M9 儀器，儀器可即時測得水深、流速及航行距離資料，後續將與坡度面積法結果比較流量之差異性。在打鐵坑溪之流量施測方式為使用表面流速儀測得表面流速，並拉一斷面測得水深，再乘以通水面積得知流量。

#### 一、流量量測結果

##### (一) 三峽河(金敏橋及湊合橋)

金敏橋與湊合橋可以藉由 Sontek M9 儀器，即時得知水深、平均流速及航行距離等資料，因此使用流速-面積法，將河川劃分成 N 個次斷面，其中斷面面積為距離與水深之比值，再將所有斷面面積乘以平均流速並相加，即為總流量 Q。如圖 3-45、圖 3-46、表 3-12 所示，7 月 3 號為大雨過後，湊合橋流量充足，約為平日 3 倍以上，而 7 月 21 號水量較少，金敏橋與湊合橋流量較低。湊合橋為五寮溪與大豹溪交會處，流量較上游金敏橋的流量還要高。

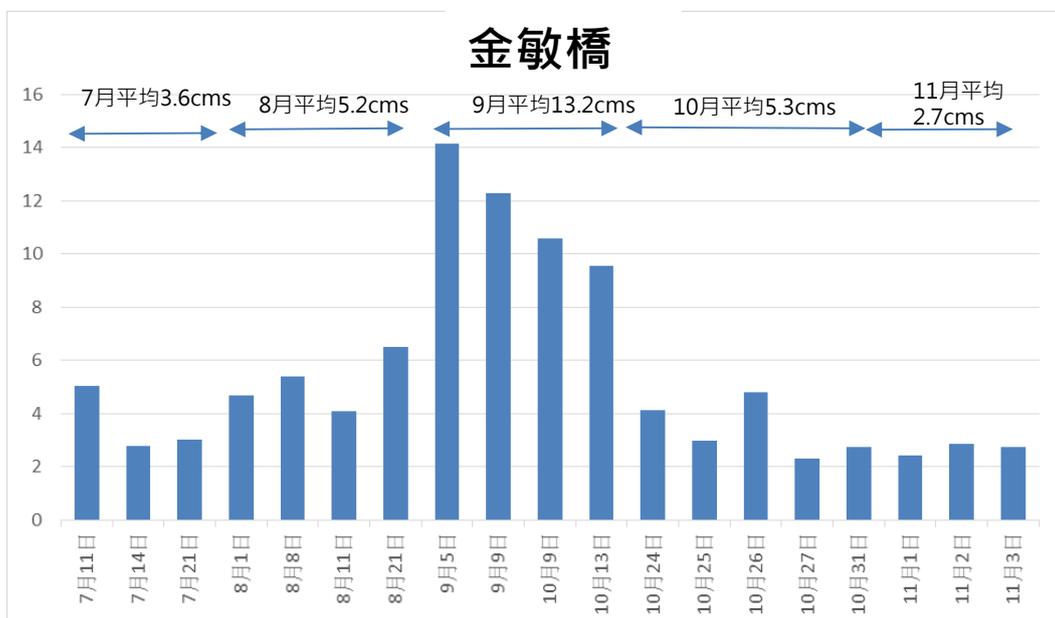


圖3-45 金敏橋流量

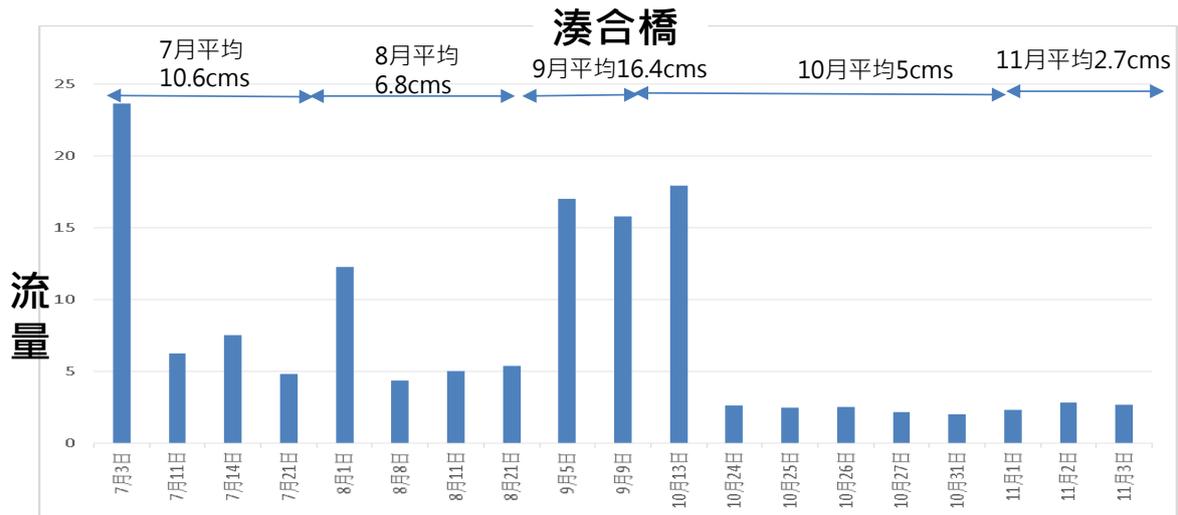


圖3-46 湊合橋流量

表3-12 金敏橋與湊合橋之流量

次數	金敏橋		湊合橋	
	日期	流量 cms	日期	流量 cms
	--	--	7月3號	23.6
1	7月11號	5.03	7月11號	6.4
2	7月14號	2.77	7月14號	7.57
3	7月21號	3.02	7月21號	4.83
4	8月1號	4.7	8月1號	12.5
5	8月11號	4.08	8月11號	4.35
6	8月21號	6.5	8月21號	5.06
7	9月5號	14.1	9月5號	5.4
8	9月9號	12.2	9月9號	17
9	10月9號	10.6	10月9號	15.8
10	10月13號	9.56	10月13號	18.45
11	10月24號	4.15	10月24號	18
12	10月25號	3	10月25號	2.6
13	10月26號	4.8	10月26號	2.47
14	10月27號	2.3	10月27號	2.54
15	10月31號	2.73	10月31號	2.02
16	11月1號	2.43	11月1號	0.32
17	11月2號	2.87	11月2號	0.83
18	11月3號	2.75	11月3號	2.7

註：--金敏橋第一次量測斷面數據有誤，故不納入。

## (二)打鐵坑溪

打鐵坑溪之流量以人工施測為主，在河道上拉一斷面，每 50cm 為一間距量測水深(如圖 3-48 左)，並以檢校過的手持式表面流速儀施測(如圖 3-48 右)，一樣以流速-面積法，推算出斷面面積及總流量  $Q$ ，如表 3-13、圖 3-47，6 月 24 日及 8 月 1 日因為大雨隔日，水位抬升使得流量增加，除外打鐵坑溪流量不高，均無超過 1cms。

表3-13 打鐵坑溪流量

次數	日期	流量 cms	次數	日期	流量 cms
1	6 月 24 日	0.72	10	9 月 10 號	0.38
2	7 月 3 日	0.70	11	9 月 17 號	0.41
3	7 月 14 日	0.70	12	9 月 25 號	0.79
4	7 月 21 日	0.60	13	10 月 8 號	0.26
5	7 月 28 日	0.48	14	10 月 16 號	0.2
6	8 月 1 日	0.71	15	10 月 23 號	0.19
7	8 月 8 號	0.33	16	10 月 31 號	0.15
8	8 月 21 號	0.39	17	11 月 3 號	0.24
9	8 月 25 號	0.22	18	11 月 7 號	0.28

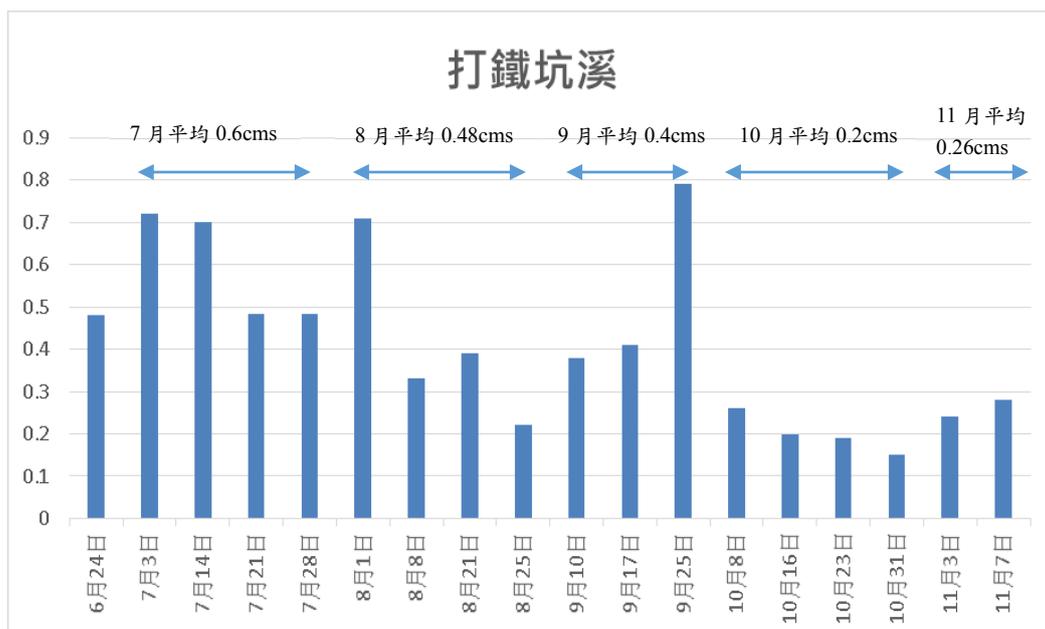


圖3-47 打鐵坑溪流量

## 二、含砂量採樣結果

含砂量採樣是以平日中、低流量時做為採樣的時間點，使用的儀器如圖 3-49 所示，灰色長方形罐子最底有個紅色開關，可自由控制水流進出，罐子上方有個小開口且用繩子綁在罐子兩旁，罐子本身材質為鐵並有一定的重量，放在水中會因重量沉入最底，使水流入洞裡。此儀器適用於不易人工施測之地點(如湊合橋)，鐵罐上鈎繩子長度約 30m，可以將儀器垂降至溪流進行採樣，每次採樣可裝 600ml (如圖 3-42)；目前已在打鐵坑溪採樣 18 次，此地水質良好，經由濾紙過濾，並無明顯殘留懸浮物質。



(a)8 月 11 日

(b)8 月 21 日

圖3-48 水深量測及流速施測圖



圖3-49 含砂量採樣之儀器



圖3-50 含砂量採樣圖

## 第肆章 水文觀測站技術改善及建議措施

### 4.1 現有水文 (雨量、水位及流量)觀測技術比較

#### 一、水利署現有水文(雨量、水位及流量)觀測標準

##### (一)雨量量測

雨量觀測係指定量量測與記錄降雨之過程，一般依需求可利用人工或自動計量之方式進行，並利用記錄裝置或自動傳輸系統記載觀測結果。

##### 1.量測設備

自記雨量計為自動量測雨量之儀器，目前廣泛使用之型式為傾斗式雨量計，其計測方式係以漏斗狀之承雨器將雨水導入儀器，並由內部設置之盛水斗量測雨量（如圖 4-1 所示），藉由盛水斗之往復傾倒計數以及記錄裝置之連接，可自動量測並記錄降雨量及時間，以方便轉換為任意時間內之降雨強度。

台灣地區一般採用承雨口徑 20 公分、盛水斗容積為 15.7 或 31.4 毫升 (ml) 之傾斗式雨量計，傾倒一次分別代表 0.5 或 1.0 毫米之雨量。此儀器優點為構造簡單，可作長時期之雨量量測，如外加遠端傳輸系統，則不必親抵測站現場即可獲得觀測資料，使用上相當便利。

國內水利單位常見之傾斗式雨量計如表 4-1 所述。

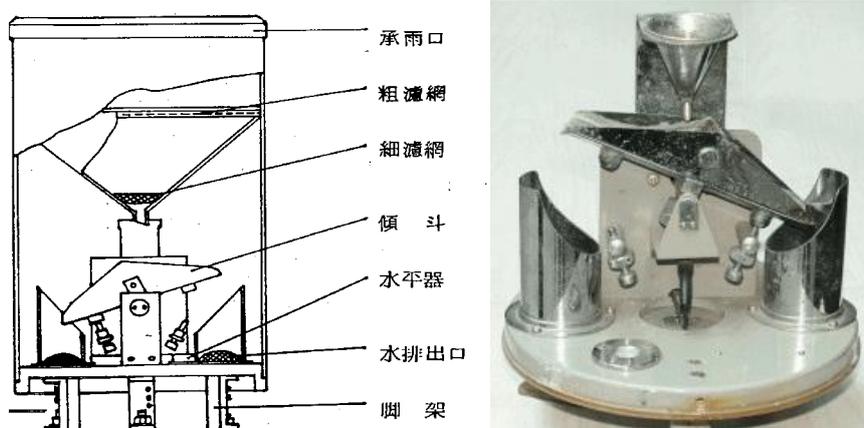


圖4-1傾斗式雨量計之構造

表4-1 傾斗式雨量計規格一覽表

外觀			
承雨口直徑	20cm	20cm	20cm
高度	70cm	34.2cm	45cm
盛水斗容量	31.4ml (1mm)	31.4ml (1mm)	31.4ml (1mm)
記錄方式	類比 (記錄紙)	數位	數位 (記錄器)
製造地	日本	澳洲	日本
備註	已停用	TB3	RS-102 TK-2

## 2. 資料收錄

### (1) 記錄器資料讀取

每月至測站下載資料 ( 偏遠測站為 3 個月一次 ) ，目前主要以 PDA 進行資料讀取、儲存、設定及清除等工作，相關操作畫面請參照圖 4-3 所示，其操作程序詳述如下：

A. 利用 RS-232 轉接線將 PDA 與記錄器 ( 如圖 4-2 所示 ) 進行連接。

B. 點選「開始」，於下拉表單中選取「程式集」後，再點選「雨量收集器」。

C. 連線成功時記錄器之資訊將顯示於 PDA 螢幕上。畫面中各項資料說明如下：

- 站碼：測站電腦編號。
- 記錄筆數：記錄器目前記錄筆數/記錄器總共可記錄筆數。
- 記錄器時間：記錄器的時間。
- 電池電壓：記錄器剩餘電量。

- D.點選「資料下載」，將所有資料下載至 PDA 中。當出現「測站資料下載完畢」訊息畫面時，表示資料已完成下載。
- E.資料下載完成後會出現「資料查詢」按鈕，點選後可查看最後 100 筆資料。
- F.點選「完成&離開」，回到主畫面後「資料查詢」按鈕自動消失。
- G.點選「清除記錄器」，於輸入密碼後按下「OK」，進行記憶體清除工作。待執行完畢後將出現「記憶體清除完畢」之訊息畫面。
- H.回到主畫面點選「參數」後，勾選「參數設定」進行時間校正，按下「校正記錄器時間」，PDA 會將現在時間傳送入記錄器中。
- I.如需更改站碼或雨量計規格，則於勾選「參數設定」並更改相關參數後，按下「參數傳送」，PDA 會將設定好的參數以及現在時間傳送入記錄器中。
- J.最後於主畫面點選「離開」，並移除連接線完成所有作業。

## (2)遠端傳輸

僅限於有連接傳訊設備之雨量計，其操作方式及頻率如下：

- A.每月初利用遠端傳輸系統接收各雨量站之資料。
- B.必要時可增加平日傳輸次數，研判雨量記錄及儀器運轉是否正常。

## 3. 其他注意事項

- (1)同一流域所設置之自記雨量計，其盛水斗容量應儘量予以統一。
- (2)每月至測站進行環境維護時，一併施行資料收錄工作。
- (3)進行資料收錄時，必須填寫相關表格（如表 4-2 所示），詳實記錄觀測站名、日期、時間、測站及儀器狀況、觀測人員姓名等。
- (4)當同一測站有多套量測設備或記錄裝置時，以 RA-P

記錄器 (Rain Pack) 為主要記錄裝置。

- (5) 有關自記雨量計及其相關設備之維護保養，請參照「地面水文觀測手冊－儀器維護篇」；有關資料處理、上傳等，請參照「地面水文觀測手冊－資料處理篇」。

表4-2 雨量記錄器使用記載表

數位雨量記錄器使用記載表			
站名		站號	
流域		流域編號	
記錄器編號		電腦編號	
設定日期	民國	年	月
			日
		時	分
測試次數	次	電壓	伏特
讀取日期	民國	年	月
			日
		時	分
測試次數	次	電壓	伏特
現場安裝測試			次數
開始：	年	月	日
		時	分
結束：	年	月	日
		時	分
記錄器總雨量		亞太總雨量	
傾斗式雨量		更換人員姓名	
天氣狀況	<input type="checkbox"/> 晴	<input type="checkbox"/> 雨	<input type="checkbox"/> 陰
	<input type="checkbox"/> 其他	_____	
更換事項	<input type="checkbox"/> 記錄紙	<input type="checkbox"/> 電瓶	<input type="checkbox"/> 電池
備註	本記錄每次使用最多記錄 3400mm		



圖4-2 RA-P記錄器外觀

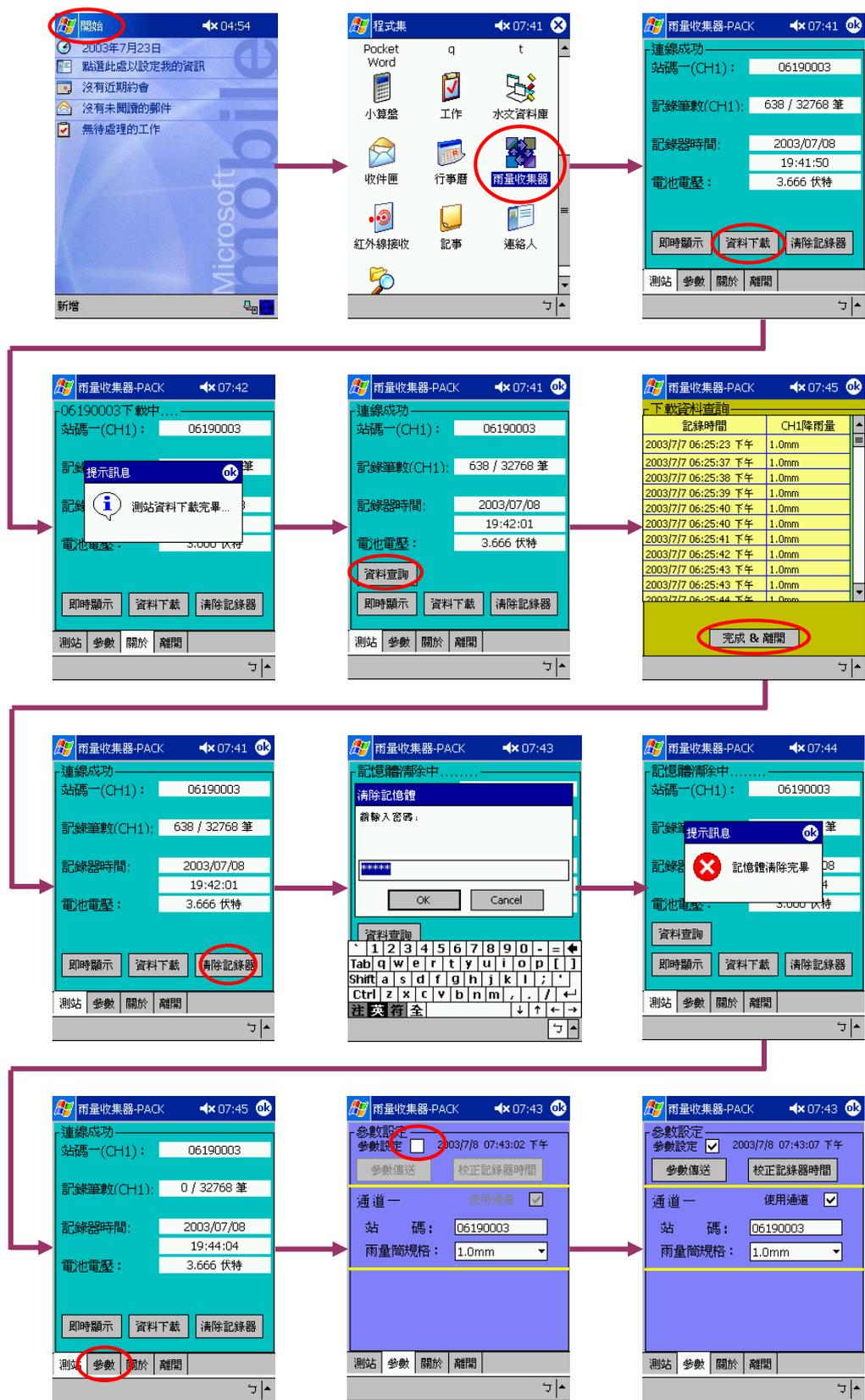


圖4-3 PDA進行資料接收之操作程序

## (二)水位量測

水位係指距某基準面所測得之水面高度。水位觀測一般包括水庫蓄水水位，以及湖泊、河川水位等。水位之測定，可由人工間斷讀取或由自記儀器連續施測，其量測係以水文站所觀測之水面，相對於測站基準點標高之漲落變化高程為水位記錄。

### 1.人工量測

係指觀測人員直接判讀水尺或以繩錘水尺量測等人工方式進行水位之量測。

#### (1)量測設備

水標尺（簡稱水尺）為人工量測水位之設備，通常裝設於橋墩、石堤或河岸旁（如圖 4-4 所示），其判讀可由觀測人員採肉眼、望遠鏡或監視器等直接進行目測，一般應讀取至水尺之最小刻度單位，並將水位記載於相關表格。

水位之定義係為相對於基準面之水面高度，其計測單位以公尺（m）表示，因此於不同地點量測水面高度時，必須先瞭解水尺零點標高，以作為後續水位量測之依據。一般而言，台灣地區係採用基隆平均海水面（KP）做為河川管理之基準面。

國內水利單位常見之水標尺樣式如表 4-3 所示。



圖4-4水標尺及其設置

表4-3 水標尺樣式

種類	垂直水尺	繩錘水尺
外觀		
設置方式	固定之刻度標桿，或於岸壁上鑿刻水尺	水面上一一定高程之平台
特點	刻度容易	移動方便，可免除水尺設置
適用地點	岩岸、石堤及橋墩	橋面、辮狀河川

## (2) 實施方式

### A. 量測時間

觀測人員需於指定時間進行量測，以往水利單位規定於每日 8 時及 16 時各量測一次，若發生豪雨或颱風致使河川水位變化激烈時，應於每一整點進行量測。

### B. 量測方法

(A) 注意水尺數字、刻度是否清晰，必要時須重新油漆或更換新水尺，並重測水尺零點標高。

(B) 水尺零點標高又稱為水尺改正數，每一水尺應於設置後測定改正數。水尺讀數與水位的關係為：

$$\text{水位} = \text{水尺改正數} + \text{水尺讀數}$$

(C) 水尺讀數應記到小數點後兩位（公分）。

(D) 若水位超出水尺量測範圍或水尺失效時，應立即安置臨時水尺，如遇洪水，則於事後補測其零點高程，以換算量測之水位。

(E) 若水尺流失、嚴重淤積或沖刷導致原有水尺失效，應於附近另尋永久水尺設置位置，繼續量測。

(F) 如洪峰水位無法使用水尺量測時，則應於洪水過後就其最高痕跡為記，測定洪峰高程。

(G) 如水位站位於辮狀河道，或屬地層下陷區域，導致水尺異動頻繁時，可以繩錘水尺進行量測。但無論以何

種方式量測水位，地層下陷區水位站之水準點應時常予以檢討。

### (3)其他注意事項

A.垂直水尺之設置應能涵蓋河川之最低及最高水位，分段設置時，相接的兩段至少需重疊 20 公分。

B.在人力不足之情況下，利用水尺每日量測水位之方式已逐漸為自記儀器所取代，水尺平時僅用於水位比測，倘若因故無法以自記儀器量測水位時，方改採人工量測。

## 2.自記量測

係指利用自動量測水位之儀器，量測水面至基準點之距離，並配合基準點之水準高程記錄其水位值。

### (1)量測設備

自記水位計為自動量測水位之儀器，目前所廣泛使用之型式包含浮筒式、水壓式、超音波式及雷達波式水位計，其計測係利用機械或機電原理，量測水面至基準點之距離，並配合基準點之水準高程記錄其水位值。茲將各式儀器之量測原理說明如下：

#### A.浮筒式水位計

係利用浮筒隨水面升降之特性，配合鋼索及重錘帶動轉輪，由其轉動量瞭解水位高度變化。浮筒式水位計必須搭配水位塔之建置，如圖 4-5 所示。

#### B.水壓式水位計

係將水中壓力感測器所受的水壓變化轉換為電子訊號，藉以測得水位，其設置較為簡單。壓力式水位計之設置如圖 4-6 所示。

#### C.超音波式水位計

藉由發訊裝置朝水面發射超音波脈衝，經水面反射後之音波傳遞時間可換算為水位，屬非接觸式的水位計，其設置如圖 4-7 所示。

#### D. 雷達波式水位計

產生由電磁波組成的微波信號，經由計算水面反射回來的信號得出至水面距離，較不受溫度、橋梁震動等環境因素所影響，其設置如圖 4-8 所示。

為因應台灣地區河川水位觀測之需求，應依不同環境特性分別設置前述之各式水位計，其優缺點詳見表 4-4 所示。惟同一型式之水位計又有不同廠牌及規格之分，使用及操作時應特別注意。

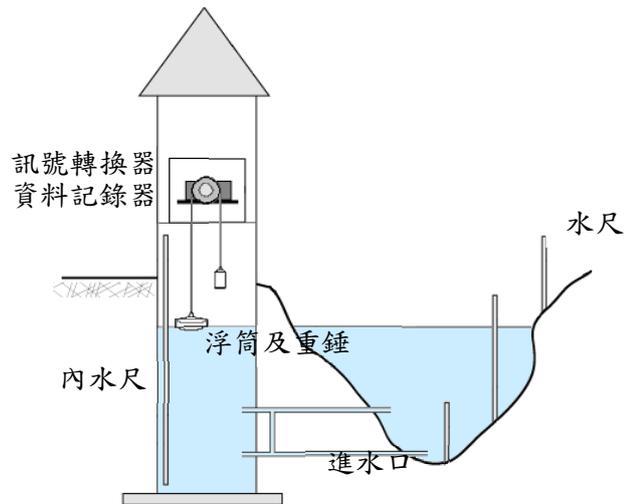


圖4-5 浮筒式水位計

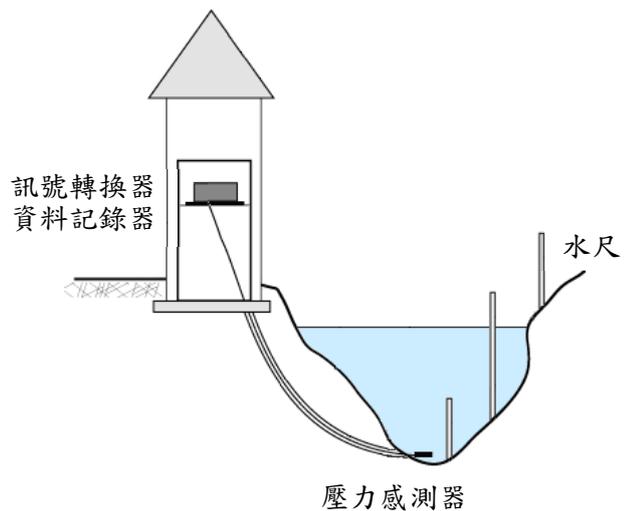


圖4-6 水壓式水位計

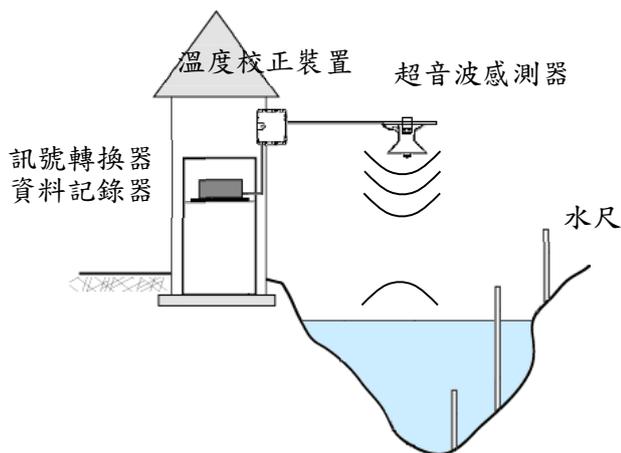


圖4-7 超音波式水位計

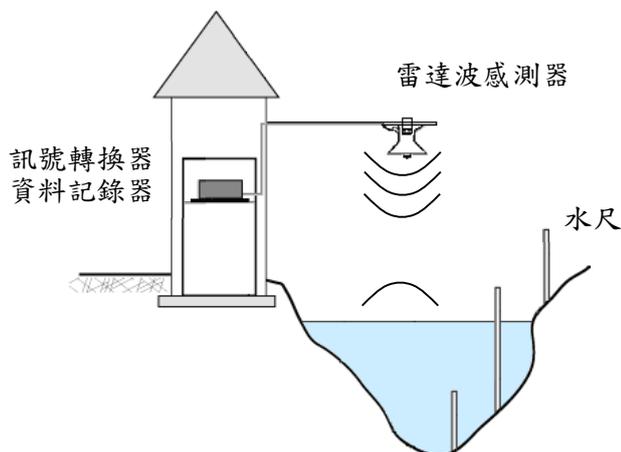
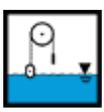
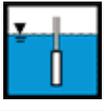
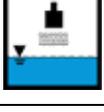
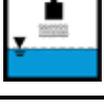


圖4-8 雷達波式水位計

表4-4 不同型式之自記水位計優缺點比較

儀器型式	優點	缺點
 浮筒式	系統耗電量較低，構造簡單，操作容易，量測精確度高。	無法符合瓣狀河川之水位量測需求，且水位塔易受河川沖淤之影響。
 壓力式	不必建造水位塔，僅需埋設傳導管，佔用空間小，安裝方便。	感測器常年置於水中，易有浸泡損壞之問題，且易受氣壓、密度及水溫所影響。
 超音波	探頭位置可配合流路變化進行調整。	對環境影響因子（震動、溫度）較為敏感，穩定性略嫌不足，且需較大電力。
 雷達波	探頭位置可配合流路變化進行調整，且穩定性高於超音波水位計。	需較大電力。

## (2) 資料收錄

目前水利署自記水位計皆已配合遠端傳輸系統，可於辦公室以撥接方式收錄資料，其操作方式及頻率如下：

- A. 每月初利用遠端傳輸系統接收各水位站之資料。
- B. 必要時可增加平日傳輸次數（或進行即時水位監控），研判水位記錄及儀器運轉是否正常。

## (3) 其他注意事項

- A. 每月至測站進行環境維護時，一併施行資料收錄工作。
- B. 進行水位比測時，應檢測自記水位與水尺量測水位是否一致，若記錄有異時，應查明原因並予調整修復。
- C. 有關自記水位計及其相關設備之維護保養，請參照「地面水文觀測手冊－儀器維護篇」；有關資料處理、上傳等，請參照「地面水文觀測手冊－資料處理篇」。

## (三) 流量量測

流量係指單位時間內通過水路(河川、渠道等)某斷面之水流體積。於天然河道中之流量量測，一般係採斷面積流速量測法予以施測，亦即流量  $Q = VA$ 。基於影響本項觀測結果之因素較多，直接且連續觀測河川流量有其困難，因此，一般乃藉由建立水位－流量率定關係，而將水位資料轉換成流量資料。

### 1. 量測設備

流速的量測，在直接方法中通常使用流速儀（點流速），或於岸上、橋上施放水面浮標（表面流速）以進行觀測。茲將國內常見之流速量測設備分述如下：

#### (1) 流速儀

普萊氏流速儀為目前普遍採用之機械式流速量測儀器，主要係由旋杯、機軸、接觸器及尾翼所組成（如圖 4-9 所示）。使用時，旋杯會受水流衝擊而轉動，因此藉由轉數及所經時間之量測，可以儀器本身之率定關係求得流速，其公式一般表示如下：

$$V = aN + b$$

其中， $V$  = 流速（公尺/秒）、 $N$  = 旋杯轉速（轉/

秒)、a 及 b 為率定常數。

由於普萊氏流速儀之構造簡單，使用上相當簡易，因此國內外水利單位普遍以其為標準量測設備。惟使用流速儀量測流速時，通常需要搭配各式設備（如圖 4-10 所示）。以吊測為例，懸索、重錘及捲揚器等皆為順利施測所需之輔助配備。

## (2) 浮標

浮標大致上可分為水面浮標、深水浮標與浮桿浮標三種，如圖 4-11 所示。國內於洪水流速測驗時，多採用水面浮標，而為減少水面浮標受風力吹送影響，其形狀以扁球體為佳。

以浮標進行之流速量測，其測得為河川表面或接近表面之流速，如欲求得測線之平均流速，則必須以浮標係數進行換算。浮標係數之測定，可於平時或中流量以上尚可使用流速儀時，利用兩者相互配合量測，並將數次量測結果加以平均，以求取浮標流速與測線平均流速之相關性，如下式所示：

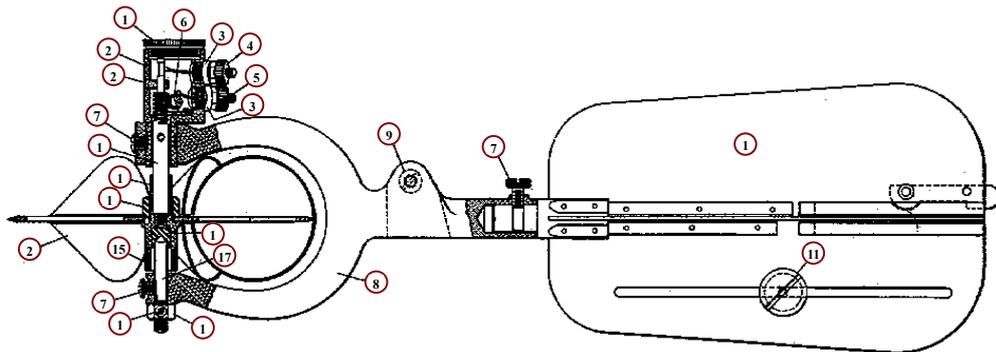
$$C = Q / (A \times V_f)$$

其中，C = 浮標係數、Q = 流量（立方公尺/秒）、 $V_f$  = 浮標所測得之斷面平均流速（公尺/秒）、A = 上下斷面平均面積（平方公尺）。

## (3) SVR 雷達測速槍

SVR 雷達測速槍為 USGS 特別開發用於河川表面流速量測之儀器，如圖 4-12 所示。量測之原理係應用都卜勒效應，當儀器持續發射之電波碰到物體反射後，由電波波長之變化可得知該物體與雷達間之相對移動速度，屬於非接觸式之量測方式。由於體積小架設方便，且可單人操作，使用上相當便利。

由於雷達測速槍所測得為河川表面之流速，因此亦須由換算係數推得測線之平均流速，理論上表面流速約為水面下垂直平均流速之 1.16 倍，故可以 0.86 為其換算係數。



- |            |            |            |
|------------|------------|------------|
| 1. 接觸器蓋    | 8. 軛架      | 15. 花螺帽    |
| 2. 接觸器     | 9. 吊桿螺絲栓   | 16. 下旋軸    |
| 3. 電木      | 10. 尾翼     | 17. 機軸     |
| 4. 單轉接線螺絲  | 11. 平衡桿    | 18. 機軸校正螺母 |
| 5. 五轉接線螺絲  | 12. 螺旋軸桿   | 19. 機軸固定螺絲 |
| 6. 五轉接觸齒輪  | 13. 上旋軸    | 20. 機軸支座   |
| 7. 接觸器固定螺絲 | 14. 旋軸固定螺帽 | 21. 旋杯     |

圖4-9 普萊氏流速儀及其構造



(a.重錘；b.吊桿及插梢；c.捲揚器；d.懸索；e.耳機)

圖4-10 流速儀週邊設備

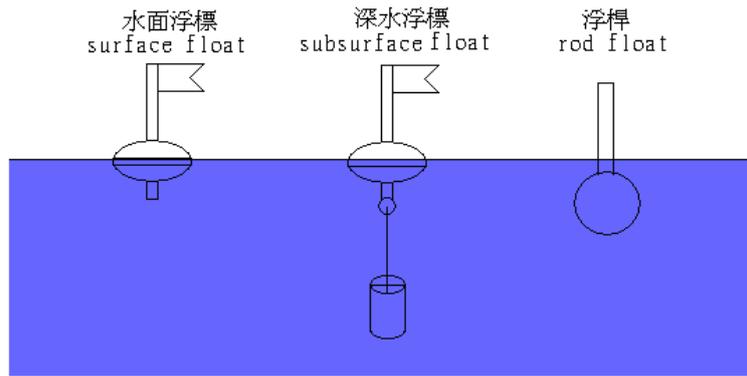


圖4-11 各種浮標示意圖



圖4-12SVR雷達測速槍

## 2. 實施方式

觀測人員每月需進行流量測驗 2~3 次（含斷面及流速量測），全年合計至少 30 次，且應儘量涵蓋高、低流量之測驗成果。若發生豪雨或颱風致使河川水位變化激烈時，得挑選適當測站進行全洪程流量測驗。

茲將水利單位目前經常採用之低、中、高流量量測方式分述如下：

### (1) 中、低流量測驗（流速儀）

- A. 涉水量測時，將流速儀固定於測桿上以手持使用方式，直接實施涉測。
- B. 橋上或船上量測時，將流速儀吊掛於懸索，利用人力或捲揚裝置施以吊測。
- C. 使用懸索吊掛流速儀施測時，其下方應配掛重錘以穩定流速儀，其操縱方式與測深規定相同。

- D.流速儀之施測方式，可採單點法、兩點法及三點法等，以求出各測線之平均流速，一般於不同水深情況下之施測可參考表 4-5。
- E.於各點施測流速時，務必使流速儀旋杯承受完全的水流，俟響音器或耳機聲響穩定後，方可開始計數轉數。
- F.於聽到聲響之同時按下碼錶計時，在時間超過 40 秒，且轉數適當時按停碼錶，記下轉數與經過時間。
- G.若超過 60 秒仍無轉數，則檢視流速儀是否故障或遭異物卡住，排除後重新施測一次，以進行確認。
- H.施測過程中若轉數過快不易辨識，則可將流速儀調整為五轉一響。反之，若轉速過慢，則可更換低流速量測範圍之流速儀，再繼續進行上述步驟。
- I.於各測線上不同測點反覆進行上述步驟。

表4-5 不同水深之流速測定方法

測線水深 D (m)		流速測定法及施測位置		測線平均流速 (m/s)
涉測	~0.75	單點法	0.6D	$V_{0.6}$
吊測	~0.75	單點法	0.6D	$(V_{0.2}+V_{0.8})/2$
	0.75~2.00	兩點法	0.2D、0.8D	$(V_{0.2}+V_{0.8})/2$
	2.00~	三點法	0.2D、0.6D、0.8D	$(V_{0.2}+2V_{0.6}+V_{0.8})/4$ 或 $(V_{0.2}+V_{0.6}+V_{0.8})/3$

※ 吊測係以流速儀至重錘底部距離 15cm 計。

(2)高流量測驗（浮標、雷達測速槍）

- A.利用浮標進行流速量測時，以其流經上、下斷面間距離 L 所需的時間 t，計算浮標流速  $V_f=L/t$ 。
- B.利用雷達測速槍進行流速量測時，將其瞄準待測斷面之水面位置以進行量測。
- C.以浮標法施測流速時至少需要觀測員 2 人，包括於橋面（上斷面）施放浮標 1 人、下斷面 1 人。

- D.橋上觀測員 A 記錄投下位置及時間後，於預定位置將浮標投下，當浮標接觸水面時立即按下碼錶計時，並於橋上追蹤浮標經過位置。
- E.當浮標通過下断面線時，位於下断面之觀測員 B 舉旗鳴笛，觀測員 A 按停碼錶，並就橋上距離定出浮標位置並記錄流經時間  $t$ 。
- F.觀測員 A 確認浮標行經路徑是否符合要求，若浮標在移動時超出測線範圍，亦或遭遇渦流、樹木等妨害浮標正常移動時，則必須改變投下位置重新施測，如圖 5-7 所示。
- G.使用浮標或雷達測速槍施測時，以 5 個測線為原則，得視断面寬度與現場狀況予以增減，並於各測線反覆進行上述步驟。

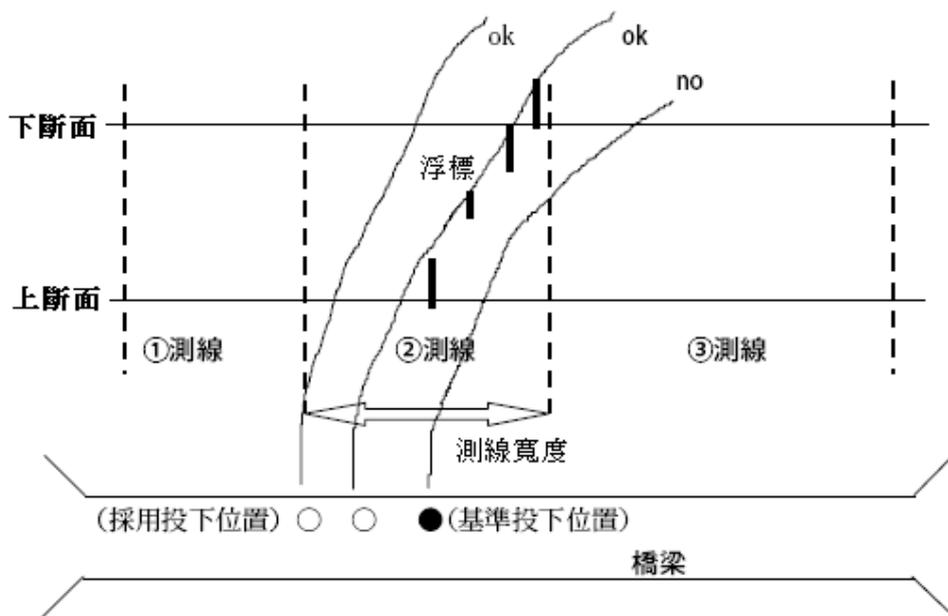


圖4-13浮標路徑觀測示意圖

### 3.其他注意事項

- (1)流速量測以流速儀之準確性較高，惟當水流速度超出儀器適用範圍或儀器可能被水流所挾帶之礫石、浮木干擾時，應以浮標法或雷達測速槍替代之。
- (2)流速小於每秒 1.5 公尺，水深在 0.75 公尺以下時，應儘量以流速儀進行涉水量測。

- (3) 涉水量測流速時，人員需立於施測斷面下游處，並面向上游，以免影響流速，同時應注意測桿需保持垂直，並記錄流速儀與施測斷面之水平夾角。
- (4) 橋上或船上量測流速時，為使流速儀能正確測得各水深位置之流速，應留意懸索刻度（或捲揚計數器讀數）與流速儀位置之關係，必要時可製作水深對照表方便查詢，相關範例可參考附錄 E。
- (5) 以浮標法施測時，上、下斷面間之距離以 50~100 公尺為原則。
- (6) 若人員與儀器數量充足，可分成數個小組於各測線同步實施測驗，一般自左岸依序向右岸施測。
- (7) 進行流量量測時，必須填寫相關表格（如表 4-6 所示），除詳實記載觀測站名、日期、時間、採用儀器設備及觀測人員姓名外，亦將相關量測數據逐次填入表格。

表4-6 流量量測記載表

流量量測記載表

河流名稱：\_\_\_\_\_ 流域名稱：\_\_\_\_\_ 測站名稱：\_\_\_\_\_  
 施測日期：\_\_\_年\_\_\_月\_\_\_日\_\_\_時\_\_\_分起；\_\_\_年\_\_\_月\_\_\_日\_\_\_時\_\_\_分止  
 天氣：\_\_\_\_\_ 風向：\_\_\_\_\_ 風速：\_\_\_\_\_ 水面寬：\_\_\_\_\_  
 面積：\_\_\_\_\_ 流速：\_\_\_\_\_ 水位：\_\_\_\_\_ 流量：\_\_\_\_\_  
 流速儀形式及號碼：\_\_\_\_\_ 重錘：\_\_\_\_\_  
 ( 浮標種類：\_\_\_\_\_ 浮標係數：\_\_\_\_\_ \*流距：\_\_\_\_\_ )  
 \*流距為利用浮標法時浮標的漂流距離(m)

角度 校正	起點距 (m)	斷面寬 (m)	水深 (m)	測點	轉數	時間 (sec)	流速(m/s)		校正 流速	面積 (m <sup>2</sup> )	流量 (m <sup>3</sup> /s)
							點	平均			

水位讀數		現場狀況簡易繪圖記錄
1. 時間	記錄值(m)	
記事		

經辦機關 \_\_\_\_\_ 施測 \_\_\_\_\_ 計算 \_\_\_\_\_ 校核 \_\_\_\_\_

#### (四) 流量計算

流量計算係指利用通水斷面面積及各測線斷面之平均流速，進行該次流量測驗結果之計算。

##### 1. 流速儀及雷達測速槍施測

一般流量計算方式以為平均斷面法為主，即將各子斷面定義為兩鄰近測線間之梯形範圍，如圖 4-14 所示，以 3-14 子斷面為例，其流量計算為兩測線之平均流速乘上子斷面之面積：

$$q_{3-4} = \left( \frac{v_3 + v_4}{2} \right) \times (b_4 - b_3) \times \left( \frac{d_3 + d_4}{2} \right)$$

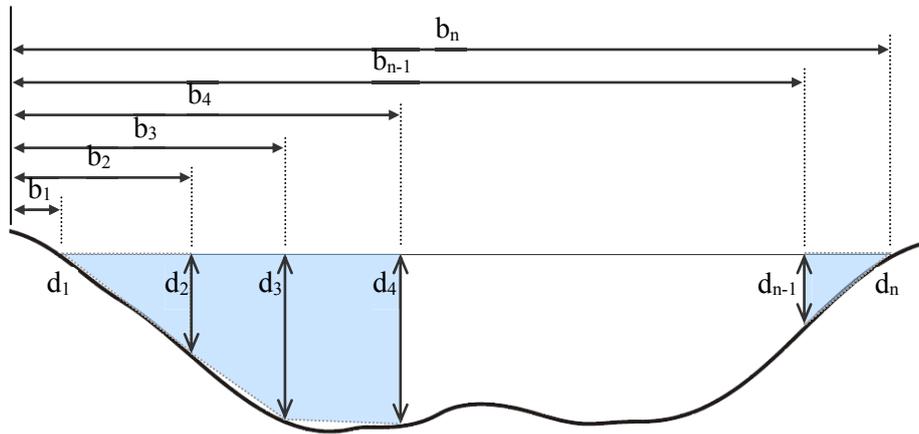


圖4-14 平均斷面法之流量計算示意圖

若考慮通水斷面之變化及流量量測之準確性，一般測線間距不必然須固定或相同，應將視斷面之變化程度進行適當調整。惟國內觀測實務上，常將測線之間距予以固定，以方便施測及計算。

##### 【計算範例】

○年○月○日於○○○流域○○站之流量觀測結果如表 4-7 所示，已知流速儀率定公式為  $V = 0.6572N + 0.0257$  ( $N$  為每秒轉數， $V$  為流速 m/sec)，試由平均斷面法計算流量。

表4-7 流量施測記錄

流量量測記載表

河流名稱：○○○ 流域名稱：○○○ 測站名稱：○○○  
 施測日期：\_\_年\_\_月\_\_日\_\_時\_\_分起；\_\_年\_\_月\_\_日\_\_時\_\_分止  
 天氣：\_\_\_\_\_ 風向：\_\_\_\_\_ 風速：\_\_\_\_\_ 水面寬：22.5m  
 面積：\_\_\_\_\_ 流速：\_\_\_\_\_ 水位：\_\_\_\_\_ 流量：\_\_\_\_\_  
 流速儀形式及號碼：  $V = 0.6572N + 0.0257$  重錘：\_\_\_\_\_

角度 校正	起點距 (m)	斷面寬 (m)	水深 (m)	測點	轉數	時間 (sec)	流速(m/s)		校正 流速	面積 (m <sup>2</sup> )	流量 (m <sup>3</sup> /s)
							點	平均			
	1.00	1.0	0.22	0.6	21	44					
	2.25	1.25	0.24	0.6	28	42					
	3.75	1.5	0.26	0.6	31	42					
	5.25	1.5	0.25	0.6	37	42					
	6.75	1.5	0.38	0.2	39	42					
				0.8	41	41					
	8.25	1.5	0.42	0.2	42	42					
				0.8	34	42					
	9.75	1.5	0.43	0.2	43	42					
				0.8	41	41					
	11.25	1.5	0.40	0.2	46	41					
				0.8	41	41					
	12.75	1.5	0.40	0.2	52	41					
				0.8	54	41					
	14.25	1.5	0.48	0.2	55	41					
				0.8	29	41					
	15.75	1.5	0.20	0.6	54	41					
	17.25	1.5	0.16	0.6	45	42					
	18.75	1.5	0.14	0.6	43	42					
	20.25	1.5	0.14	0.6	40	42					
	21.75	1.5	0.14	0.6	37	42					

2. 水位讀數

3. 時間	記錄值	內水尺	4. 外水尺

記事

經辦機關

施測

計算

校核

計算步驟如下，其結果如表 4-8 所示：

- (1) 以流速率定公式求得各測點流速後，根據之公式計算各測線之平均流速。
- (2) 計算各子斷面面積，亦即兩鄰近測線間之梯形面積。
- (3) 計算各子斷面平均流速，亦即兩鄰近測線之平均流速。
- (4) 計算各子斷面流量，將其加總後即得全斷面之流量。

表4-8 平均斷面法流量計算表

測線編號	起點距 (m)	水深 d (m)	外業						測線平均流速 (m/sec)	內業			
			流速儀轉數(rev)與時間(sec)							斷面寬 b(m)	斷面積 (m <sup>2</sup> )	斷面平均流速 (m/sec)	流量 (cms)
			0.2d		0.6d		0.8d						
轉數	時間	轉數	時間	轉數	時間								
0	0	0							0				
1	1.00	0.22			21	44			0.339	1.00	0.11	0.170	0.019
2	2.25	0.24			28	42			0.464	1.25	0.29	0.402	0.117
3	3.75	0.26			31	42			0.511	1.50	0.38	0.488	0.185
4	5.25	0.25			37	42			0.605	1.50	0.38	0.558	0.212
5	6.75	0.38	39	42			41	41	0.659	1.50	0.47	0.632	0.297
6	8.25	0.42	42	42			34	42	0.620	1.50	0.60	0.640	0.384
7	9.75	0.43	43	42			41	41	0.691	1.50	0.64	0.656	0.420
8	11.25	0.40	46	41			41	41	0.723	1.50	0.62	0.707	0.438
9	12.75	0.40	52	41			54	41	0.875	1.50	0.60	0.799	0.479
10	14.25	0.48	55	41			29	41	0.699	1.50	0.66	0.787	0.519
11	15.75	0.20			54	41			0.891	1.50	0.51	0.795	0.405
12	17.25	0.16			45	42			0.730	1.50	0.27	0.811	0.219
13	18.75	0.14			43	42			0.699	1.50	0.23	0.715	0.164
14	20.25	0.14			40	42			0.652	1.50	0.21	0.676	0.142
15	21.75	0.14			37	42			0.605	1.50	0.21	0.629	0.132
16	22.50	0							0	0.75	0.05	0.303	0.015
總計											6.23		4.147

## 2. 浮標施測

- (1) 將所測得之測線平均流速視為中斷面處之測線平均流速，乘上中斷面各部份面積後可得流量，此為標準計算方法。
- (2) 倘若河道平直規則或無法施測中斷面時，可以上下斷面平均面積法替代之，如圖 4-15 所示，其流量計算步驟如下：
  - A. 按適當比例繪製上下兩斷面圖，兩水面線之距離，等於兩斷面間之距離。
  - B. 將上下兩斷面之水面寬，均劃分為若干等分，並於各分點作垂直線，分全斷面為若干小部份，並分別計算各小部份之斷面積。
  - C. 在上下兩斷面線之中點，作 AB 線與兩水面線平行。
  - D. 兩水面線上之各分點以虛線相連，分 AB 線為相同之等分。
  - E. 將浮標通過上下兩斷面時之位置，分別繪於水面線上，並用實線相連，以表示浮標行經之路線。
  - F. 浮標行經路線與 AB 線相交之各點，可視為浮標之平均位置，自各交點下作垂直線，其長度以各浮標之垂線平均流速表示，將 AB 線下各垂直線端點相連，即為流速分佈曲線。
  - G. 自 AB 線上各小部份之中點，至流速分佈曲線之垂直距離，即為各小部份之平均流速。
  - H. 將各部份之平均流速，乘以上下兩斷面各小部份之平均面積，即得各部份之流量，累加各部份之流量，即得全斷面之總流量，上下斷面之平均總面積除總流量，可求得全斷面之平均流速。

## 3. 其他注意事項

- (1) 可將本次完成之水位及流量測驗成果，點繪於水位—流量率定曲線之相關圖紙上，並與過去成果進行比對，若發現流量不合理或施測過程有誤，則捨棄本次測驗成果，擇日再予以施測。
- (2) 有關流量線上計算及相關資料之整理，請參照「地面水文觀測手冊—資料處理篇」。

### 上斷面

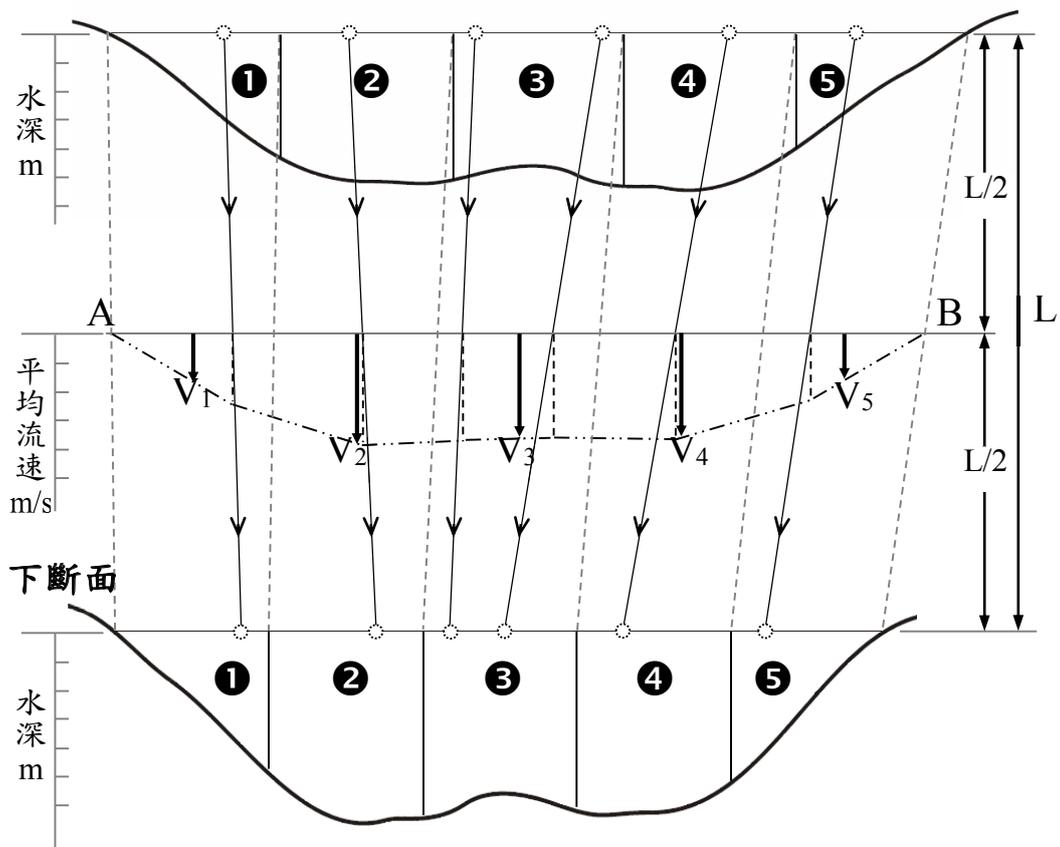


圖4-15 浮標施測上下斷面平均面積法示意圖

## 二、美國現有水文觀測技術

### (一) 雨量量測

美國雨量量測與我國相似，主要以傾斗式雨量計為主，並具有固態存儲記錄(加熱功能)和遙測實時遠傳的功能。由於美國有降雪影響，仍有使用非計式雨量筒檢驗其他自計式雨量計測值與降雪量量測。

除以上傳統方法外，近年來由於科技進步，世界先進國家另研發出非直接捕集雨量之感應器 (Non-catching precipitation sensors)，包括：光學式雨量計 (Optical disdrometers, PARSIVEL-OTT, Germany; LPM-THIES, Germany)、撞擊式雨量計 (Impact disdrometers, WTX-510-VAISALA, Finland) 及微波雷達 (Microwave radar disdrometer, 例如 LCR"DROP"-PVK ATTEX, Russian Federation)；這些新型雨量器量

測雨量測範圍及解析度可參考表 4-9。惟這些新研發，非直接利用承接器來捕捉雨量之雨量器皆有的共同優點是可大幅降低維護成本，亦即祇需清理降雨感應器上鋼鐵覆蓋上的樹葉與灰塵，定期以目視檢查即可。

表4-9 近年新研發（非捕式）雨量計概況表

撞擊式雨量計 (Impact disdrometer)	光學式雨量計 (Optical disdrometer)	微波雷達 (Microwave Radar disdrometer)
60 cm <sup>2</sup>	54 cm <sup>2</sup>	---
1~200 mm/hr	1~1,200 mm/hr	1~150mm/hr
0.1 mm/hr (1-minute-resolution)	0.001 mm/hr (1-minute-resolution)	0.1 mm/hr (1-minute-resolution)
WTX510-VAISALA, Finland	PASIVEL=OTT, Germany	LCR "DROP" PVK ATTEX, Russian Fed.
		

註：上表內容摘自WMO(2009), "Field Intercomparison of Rainfall Intensity Gauges", Instruments and Observing Methods Report no. 99.

## (二) 水位量測

美國地質調查局(USGS)建議水文量測設備和儀器架設須滿足：在準確度高、大範圍的環境條件下的性能，以及考慮成本效益；儀器和工具選擇用於評估必須滿足以下條件中的至少一個：(1)未滿足測量需要、(2)降低擁有成本、(3)替換停產/設備陳舊、(4)提高設備的選擇和類型、(5)降低初始設備成本、(6)提高安全性。

根據 USGS 網站提供之最新資料，整理出目前河川水位觀測常用之儀器，如浮筒式水位計、氣泡壓力式水位計及雷達波水位計等（表 4-10）。由於美國河川多

屬大陸型河川型態，坡度較平緩，且平均降雨量及降雨強度均遠低於台灣，因此水位觀測儀器大致能滿足使用需求。於地下水位觀測方面，由壓力式水位計所量測之水位資料，每 4 小時會透過衛星或行動電話系統傳送至 USGS 辦公室，如圖 4-16 所示。

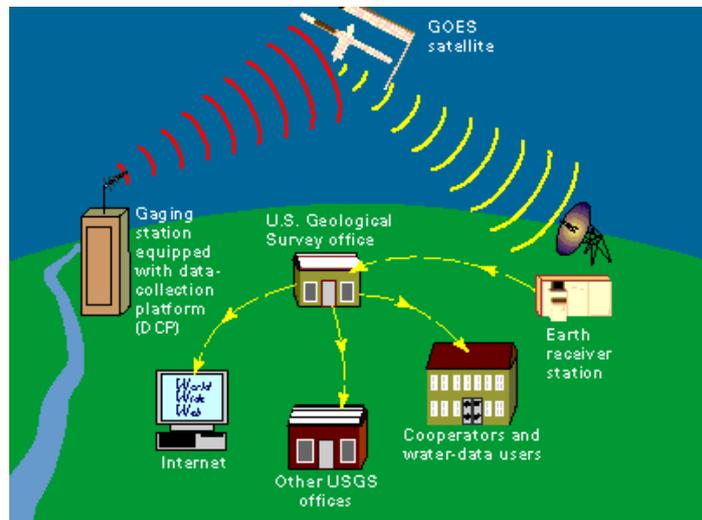


圖4-16USGS水文站數據傳輸方式

表4-10 2014 年 USGS 水位觀測採用儀器/設備評估

儀器/設備評估	功能	所屬
electric well tape study	water level	OGW
Ott PLS	water level (gauge pressure)	OGW & OSW
Sontek IQ plus	velocity acoustic	OSW
DAA H-3553 Bubbler	water level (bubbler)	OSW
DAA H3613 Radar plastic horn	water level (radar)	OSW
DAA H-3123	pressure sensor	OGW & OSW
well tape calibration protocol study	water level	OGW
Aqua Trak stage sensor	Surface Water, acoustic water-level	OSW
Sutron RLR	water level (radar)	OSW
Microcom UHF Satellite Antenna Model UB-6	Antenna	Telemetry
Microcom Design Xpress	logger, Goes transmitter & antenna	Telemetry
Infinites USA model 138	water level sensor & logger	OGW & OSW

OGW：地下水辦公室；OSW：表面水辦公室 (USGS, 2014)

H-3553 型氣泡水位計：美國 DAA 公司應 USGS 要求開發的高性能水位測量產品。

主要特點有：

- 氣泵+氣瓶智能氣泡系統，無需氮氣瓶。軟件置氣泡速率，連續跟踪水位變化。
- 氣泵打氣進入氣罐，無空放損失，氣泵磨損少，使用壽命長。設計壽命長達 7 年。
- 具有高壓氣體疏通管路功能，有效防止氣體管路堵塞，清除管口處淤積物、微生物等。
- 智能波浪濾波算法，可設置水位平均時間，適應包括潮位觀測的任何水位變化條件。
- 氣體乾燥系統使精度不受管內空氣溫、濕度變化影響，保證萬分級壓力測量精度。



圖4-17DAA H-3553氣泡式水位計

RLR-0003 雷達波水位計：Sutron 的雷達液位計/記錄器，使用脈衝回波測量技術可以精確地測量水文站（水位）且不與水面直接接觸。該儀器是理想的監測江河，溪流，水庫，潮汐領域和工業領域的傳感器。



圖4-18RLR-0003雷達波水位計

優點：

- FCC 認證脈衝雷達技術
- 機載數據存儲作為一個備份數據記錄器的情況下主站  
損失洪水或主要 DCP 失敗
- 不會受空氣的溫度或濕度影
- 顯示設置
- 32 MB 內存 ( 300,000 讀數 )
- 可以作為一個獨立的工作站
- SDI-12 接口 Satlink, IridiumLink, GPRS / CDMA Link  
或其他記錄儀
- 低功耗
- 內置的診斷功能
- 集成天線
- RLR-0003 並不需要額外的外殼來保護傳感器

應用：

- 地表水
- 潮汐能和海洋
- 監控鎖定
- 洪水監測
- 運河監測
- 橋安裝監控
- 快速部署 Gage 的更換
- 氣泡式系統替代
- 旋轉編碼器 w/靜水井替代

規格：

- 頻率：6.2 GHz NTIA 6.6 GHz FCC
- 分辨率：0.001 foot
- 誤差：3mm up to 20 ft. 0.05% above 20 ft.
- 量測距離：5 ft. – 60 ft.
- 適溫範圍：-40°C – +60°C
- 內建：RLR-0003 models NEMA rated RLR-0001 needs  
enclosure
- 資料儲存：300,000 plus readings
- 診斷：內部溫度，電池電壓
- 電源：9-18 VDC, reverse protected

- 防水防塵等級: IP 66 on RLR-0001-1 IP 67 on all other models

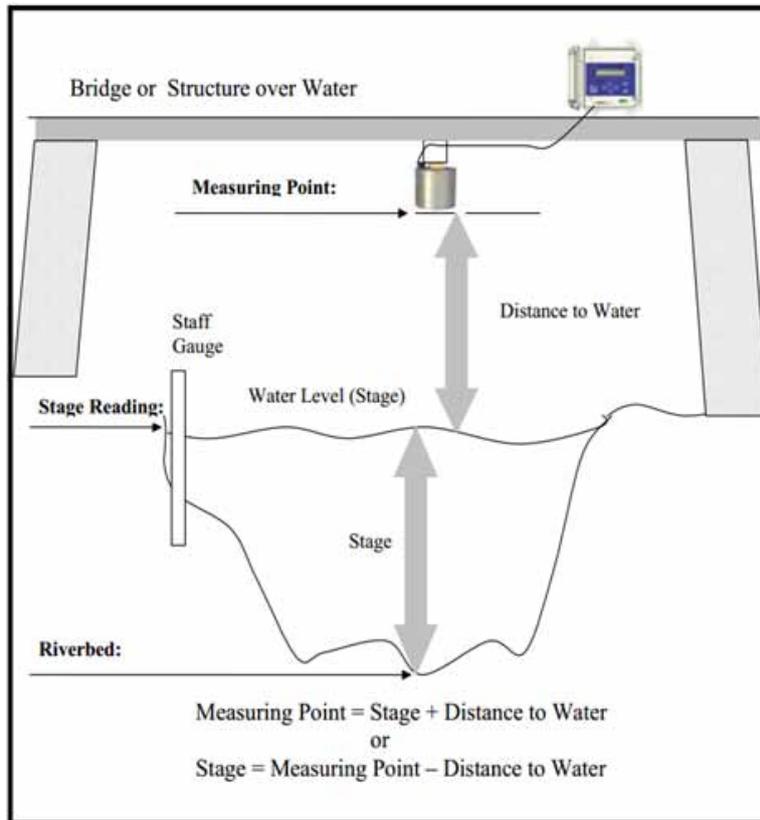


圖4-19 RLR-0003 雷達波水位計設置圖

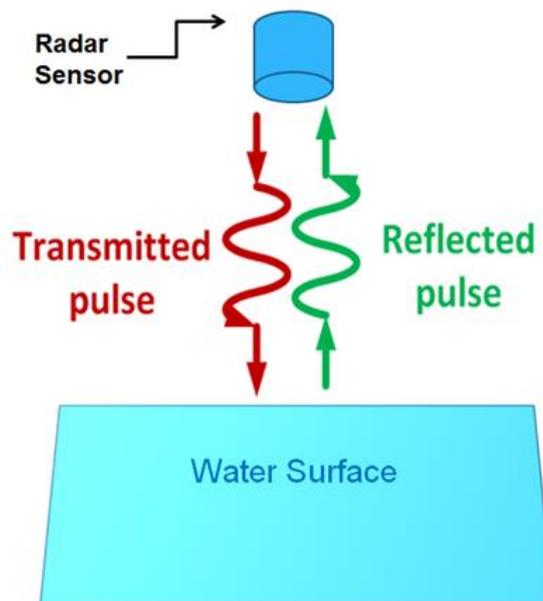


圖4-20 RLR-0003 雷達波水位計原理

此外若發現數值有問題，有時很難或根本不可能從發送到伺服器的數據中來分辨究竟是水文事件還是設備故障。例如，雜物碎片或泥沙的淤積，都可能影響測量水位的結果。技術人員必須親臨勘查遠程系統，甚至有時必須以頗大的代價來了解導致異常測量的原因。

USGS 採用了工業相機基礎的整合系統可以經由傳送現場圖像、水位測量、時間戳記和位置等資料來減低不確定性和代價。部分的水位測量站安裝了兆鎂新 (The Imaging Source) 相機及校準基準標記，圖 4-19 顯示現場於夜間採用紅外線照明的情況。(2012，DIGITIMES Inc.)

The Imaging Source USB 3.0 彩色相機：以高品質影像、傳輸快速及具競爭力的價格而聞名。搭配高敏感度的 Sony 或 Aptina 感光元件，即使在光線不足的條件下，仍可提供優越的影像品質。透過高速傳輸介面，幀速率最高可達 120 幀/秒；輕巧的外型 (29 x 29 mm)、彈性的全局快門或捲簾選擇。

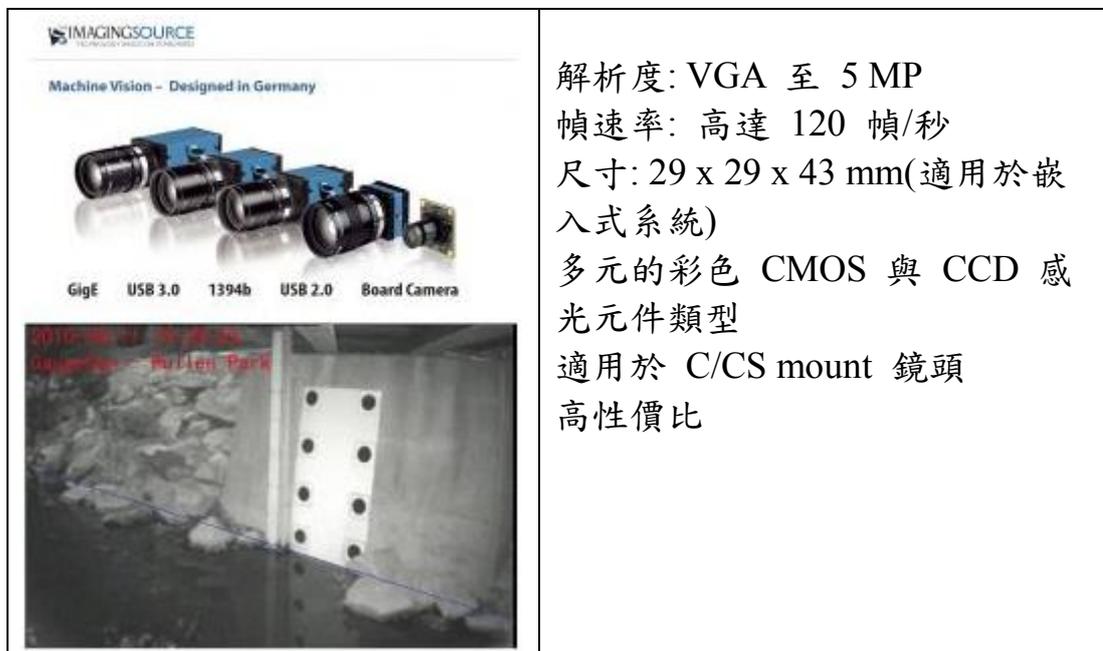


圖4-21 The Imaging Source工業彩色相機運用於水位量測

### (三)流量量測

美國流量量測目前最常用的方法也是流速面積法。流速量測以流速儀為主，當水深較淺時用 0.6 一點測速，當水深較大時採用 0.2、0.8 兩點流速作為垂線平均流速。常透過過河纜道、測船和橋測車懸吊鉛魚攜帶流速儀進行量測；在小水深情況之下，以常用涉水方式進行流量量測。

在流量量測中常採用流量量測儀(一種專門數據採集處理微器，如 ADC、ADCP 等)，它可計算流速、水深、河寬等水文因子，並即時進行流量計算；一般情況可以一人完成戶外流量量測工作。

為了提高量測流量自動化與效率，USGS 已擁有 100 台以上的 ADCP 用於條件適合斷面之流量量測。該局水文站測站 1994 年後有逐漸減少趨勢，這幾年數量在 7,000 ~ 7,400 處；逐漸改以 ADCP 取代舊有量測方式，並透過軟體將流速信號沿斷面與水深的二維積分測定出流量。



圖4-22USGS人員小水深以電子水尺進行量測



圖4-23 USGS橋測車



圖4-24 USGS過河纜道

聲學多普勒流速剖面儀 (Acoustic Doppler Current Profiler)：1980 年初發展起來的一種新型測流設備，利用多普勒效應原理進行流速測量。ADCP 因其原理的優越性，突破傳統機械轉動為基礎的傳感流速儀，用聲波換能器作感測器，換能器發射聲脈衝波，聲脈衝波通過水體中不均勻分佈的泥沙顆粒、浮游生物等反散射體反散射，由換能器接收信號，經測定多普勒頻移而測算出流速。ADCP 具有能直接測出斷面的流速剖面、具有不擾動流場、測驗歷時短、測速範圍大等特點。目前被廣泛用於海洋、河口的流場結構調查、流速和流量量測等。

優點：

1. 快速、準確流量量測：在穿越測流斷面的測船上，只需很短時間即可完成量測流量，且不干擾水體、不受航跡影響，從根本上改變了採用機械轉子流速儀量測流量的方法。例如一般水文站若採用測船施測

流量需費時 3~4 小時，但使用 ADCP 來回一趟只需十多分鐘。

2. 透過流量軟體的執行，可以直接取得計算流量所必須的全部資訊，特別是垂線流速分布(流速場)資訊。
3. 設備可有多種架設方式，可裝在大、小船隻上走航測量，也可架於平台、錨於河底定點長期自記，甚至亦可實施站隊結合於異地多斷面巡測。
4. ADCP 在電腦控制下沿斷面通過一次即可測算出全流量量測，同時獲得橫斷面面積數值及水深、流速等水文要素縱橫向分布資料。

此外若河流含沙量較大(如大河、江)，河底床面或水域底部都存在一定的推移質運動。由於受來自河底床面泥沙運動速度的影響，導致 ADCP 底跟蹤(BTM)模式測得的船速相對於河底的速度嚴重失真，使流量測驗不準確。在流量較大時其現象尤其突出，表現為在底跟蹤時施測的流量偏小。解決因底沙運動產生的船速失真最直接的方法是外接 GPS(全球衛星定位系統)測定測船在航跡上運動的任意兩點間的船速。ADCP 底跟蹤模式測流時，其結果與磁偏角無關，只受河底沙速影響。這是 ADCP 測流原理所決定的。當無河底泥沙運動或走沙影響非常小時，ADCP 測得流量是正確的，由於受外界磁物干擾存在磁偏角，故流向是錯誤的；如在底沙運動速度較大時，則流速、流向成果都是錯誤的。在底跟蹤模式測量失效時，採用外接 GPS 方式施測的流速與磁偏角有直接關係，若內置羅經確定大地座標與 GPS 大地座標之間偏角差異較大，則測流誤差較大、精度較低。這樣對於外接羅經的精度要求就顯得更加重要。(2008，蔣建平)



圖4-25 USGS人員使用ADCP情形



圖4-26 USGS不同ADCP用於水文站流量量測

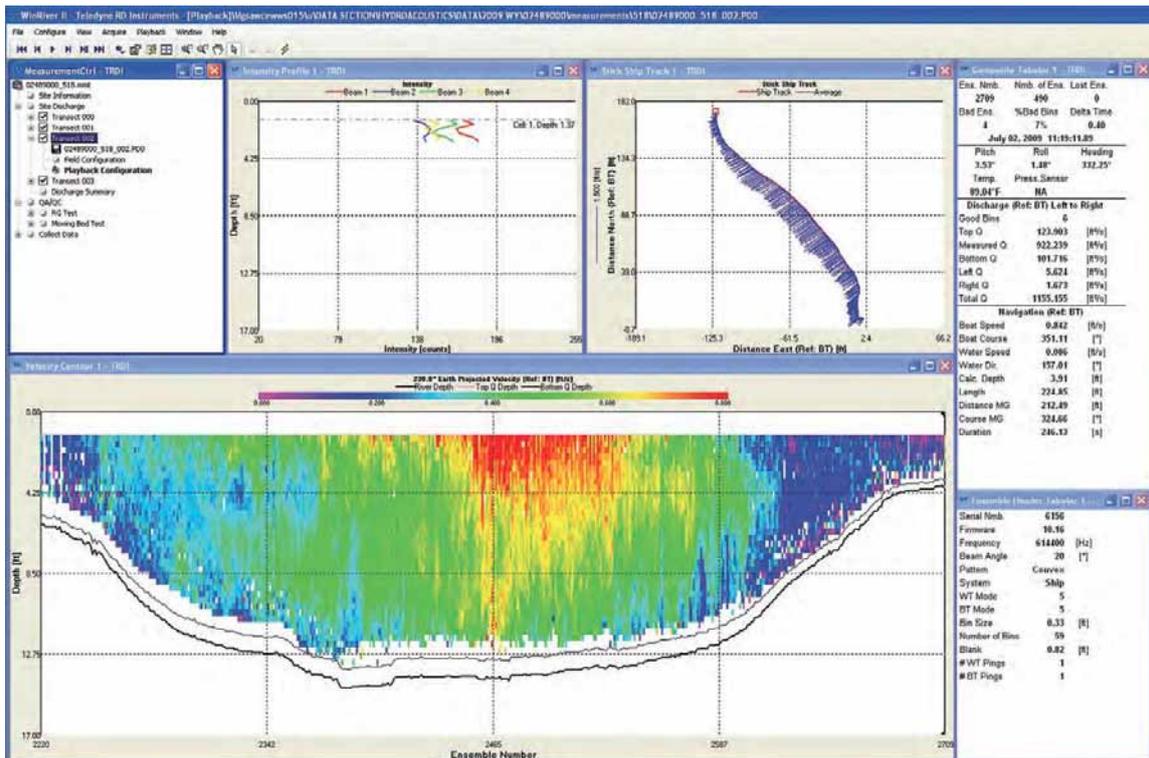


圖4-27 USGS以ADCP量測Pearl River流量



圖4-28 USGS人員於遠端操作纜線牽引ADCP自動施測流量

可攜式超聲波多普勒流量計 (ADC, Acoustic Digital Current meter) :

一種手持可攜式超聲波流量計，不需要建立堰槽就可以直接測量出管道和河道中水的流速和流量。不需要外接電源，可以測量完一個點就拿到下一個點測量。



圖4-29 OTT ADC可攜式超聲波多普勒流量計

優點：

- 低流速阻力的高效探頭可以適應不同的支杆。
- 可變的電纜長度，最高為 10 米，用於帶支杆或者定位裝置的測量。
- 完美檢驗過的探頭安裝方向用於測量正前方的流速。
- 集成壓力單元可直接測量深水、淺水，最低水位高度為 30 釐米。
- 小巧牆邊的手持終端，帶有鍵盤介面和圖形顯示介面，可現實即時資料。
- 通過軟體的引導可以很方便進行野外使用。
- 集成資料控制功能以便實現精確測量。
- 簡單的資料回顧軟體，用於資料回顧和處理。
- 自動根據國際標準計算流量 (EN ISO 748, USGS 標準)。
- 不同的資料匯出介面。
- 可充電電池組，連續使用超過 20 小時。

SOMMER 雷達流速流量測量系統 (RQ-30 Non-contact discharge measurement) :

USGS 部分測站 (與大陸部分水文局) 以奧地利 SOMMER 公司生產的雷達波流量計；應用最新的平板雷達技術，用以測量河流、管道等水體的流速、流量。

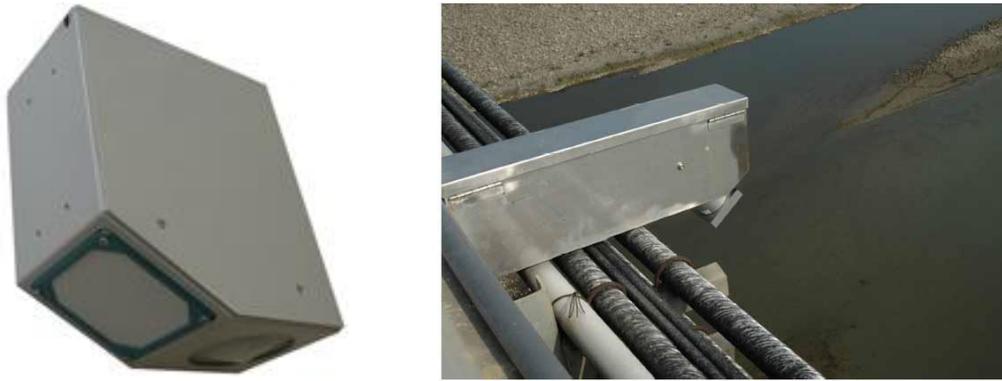


圖4-30SOMMER RQ30雷達波流量計

優點：

- 非接觸測量
- 低故障率
- 小維護量
- 可直接計算流量

由於雷達測流技術採用了非接觸式測量，系統不會到水中泥沙、漂浮垃圾等影響。這就保證了非常低的日常維護，同時增加了系統的可靠性。尤其在發生洪水的時候利用雷達測流技術進行流量測量為最可靠、最安全的測流手段。

在一些特殊的野外環境或惡劣環境下流速測量，傳統方法不易進行流量測量。而通過雷達波流量量測系統，即便是當河流發生洪水的時候，仍然能夠提供連續的流量資料，同時不存在任何人員，設備的安全風險。

### 三、大陸現有水文觀測技術

#### (一)雨量量測

目前大陸常用的量測雨量儀器有：SL3-1 型翻斗式雨量傳感計和雨量筒(不再使用虹吸式雨量計)。雨量筒為人工量測儀器，它只能測定某一時段的總雨量，不能反映降雨的起止時間、降雨強度。SL3-1 型翻斗式雨量傳感計室大多數地面天氣觀測站的自記雨量的唯一儀器。其採集的分鐘雨量克服了雨量計的弊端，能直觀反映降雨的起止時間和自動化(范長征，2012)。

雨量筒：一般為直徑 20 cm 的圓筒，為保持筒口的形狀和麵積，筒質必須堅硬。為防止雨水濺入，筒口呈內直外斜的刀刃形。雨量器有帶漏斗和不帶漏斗的兩種。筒內置有儲水瓶。降雪季節取出儲水瓶，換上不帶漏斗的筒口，雪花可直接儲入雨量筒底。

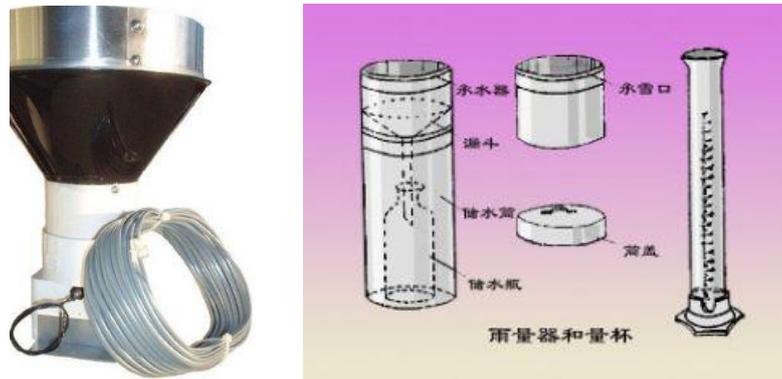


圖4-31 大陸常用雨量筒

SL3-1 傾斗式雨量計：由集水器、傾斗、調節螺釘、幹簧管等構成。在測量過程中，隨著傾斗間歇翻倒動作，帶動開關，發出一個個脈衝信號，將非電量轉換成可以進行計量的物理信號。



圖4-32 SL3-1傾斗式雨量計

優點：

- 採用傾斗式，測量精度高
- 適合氣象常規業務觀測
- 傳統測量方法，可靠性高
- 機械原理設計，易維護
- 國產自主創新研發，性價比高

- 採用不銹鋼材質，美觀耐用機械原理設計，易維護

應用：

- 自動氣象站，氣候觀測研究
- 農業和林業，灌溉植物
- 氣象、水文觀測
- 洪水預警

承水口徑	Φ200mm
環境溫度	0~+60°C
分辨率	0.1mm
測量範圍	0~4mm/min
工作環境	溫度範圍-40~+60°C 濕度範圍無凝結
精確度	±4%
輸出信號	脈衝(一脈衝=0.1mm 降雨)

表4-11 SL3-1 傾斗式雨量計規格

但是該雨量計只能用於非冰期雨量量測，無法進行降雪量觀測，所以需要考慮與人工觀測降雪相結合，因此該雨量計在大陸無法實現全年自動化報汛。並且大陸多年各單位各站實測經驗均得到：傾斗式雨量計所計量的雨量比實際偏小的結論；對於特大暴雨的觀測有一定限制。經對北京市 2007 的降雨資料統計分析得出：傾斗式雨量計非冰期觀測值與 20cm 口徑雨量筒相比，雨量平均偏小 11%，降雨日數偏小 7%，誤差超過使用要求。

北京市水文總站、北京軍區氣象水文中心(2012)建議雨量自動量測改採用秤重式雨量計：如德國 OTT 公司的 Pluvio 秤重式雨量計。該儀器採用秤重法量測雨量，不分雨雪全年均可使用，適用於全年觀測，使用該儀器作為遙測終端設備一方面可以提升降雨觀測精度，避免傾斗式雨量計記量結果比實際值偏小的計算誤差，另一方面實現了對固態降水(如雪、冰雹等)的自動化觀報，進而實現全年自動觀測。

Pluvio 稱重雨雪量計：Pluvio 是一款採用稱重法測量原理，可替代傳統翻斗雨量計的全類型、高精度的智能降水傳感器。它堅固耐用，可長期穩定地測量液態、固態、固液混合降水而無須維護保養，並完全符合最新 WMO(世界氣象組織)氣象標準。



圖4-33Pluvio稱重雨雪量計

優點：

- 可靠、無需維護、成本低，不受外界環境和氣候的影響
- 強降雨時也可實時準確測量
- 可精確採集的雨量數據
- 太陽能供電，安全可靠
- 可用於野外測量
- 能對自身的各種參數進行設置和對分鐘整點數據進行存儲
- 配有標準的 RS232 和 RS485 通信接口

應用：

- 自動氣象站，氣候觀測研究
- 水文觀測，垃圾填埋場
- 洪水預警網絡
- 機場氣象監測
- 農業和林業，灌溉植物
- 替代傾斗式雨量計

表4-12 Pluvio 稱重雨雪量計規格

<b>基本數據</b>	
降水類型	固體、液態、混合態
測量口徑	200cm <sup>2</sup> 和 400cm <sup>2</sup>
採集容積	1500mm 和 750mm
測量原理	密封式稱重傳感器
<b>接口</b>	
USB	配置/服務模式和固件更新
串行接口	SDI-12 或 RS-485
數字輸出	脈衝 0.1 毫米和狀態 (0..120 脈衝/分鐘;2 或 5Hz)
測量輸出	實時 RT, 累計 RT/NRT, 總累計 NRT, 桶容量 RT 和 NRT, 傳感器溫度
<b>機械指標</b>	
尺寸	Pluvio 200: 高 740mm/直徑 450mm, 口徑: 200cm <sup>2</sup> , 容積: 1500mm
	Pluvio 400: 高 660mm/直徑 450mm, 口徑: 400cm <sup>2</sup> , 容積: 750mm
重量	15kg
材質	不銹鋼, 鋁
採樣桶	聚乙烯
<b>電力指標</b>	
供電電壓	9.6~28VDC
工作功耗	180mW/15mA@12V
環形加熱選項	Pluvio 200: 24VDC/50W
	Pluvio 400: 24VDC/100W
<b>測量範圍</b>	
降水	0...50 mm/min or 0...3000mm/h
累計降水閾值	0.05 mm/h
強度閾值	0.1mm/h or 6mm/h
分辨率	脈衝輸出: 0.1mm ; SDI-12 和 RS-485: 0.01 mm/min,
精度	±0.1mm ; ±1%FS
<b>環境適應性</b>	
-50°C~+70°C (不帶加熱裝置)	
-40°C~+70°C (帶加熱裝置)	
外殼防護等級	IP 54, 防鹽霧
壓力傳感元件防護等級	IP 67
電子線路防護等級	IP 64

## (二) 水位量測

根據大陸水利部水文局「中小河流水文監測系統建

設技術指導建議」指示：新建或改建之水位站按「無人職守、有人看護、巡測管理」模式進行建設，新建的水位站實現水位數據自動採集、長期自記、自動傳輸。水位站的設備主要有浮筒式水位計、雷達波水位計、氣泡式壓力水位計、電子水尺、超音波水位計、GPRS/GSM（衛星）數據採集終端等。

在河床、主流穩定的水位站，盡量建設水位測井。其它情況下，河岸邊坡陡直的宜建設水位計支架，可採用雷達水位計；河岸漫坡的宜鋪設氣管通道，可採用氣泡式水位計；在山溪性、淺水域斷面可選用電子水尺或超聲波水位計等進行水位觀測。根據雲南省中小河流的河道特性，適宜選用雷達水位計的較多，雷達水位計實用於穩定河床、穩定河床邊坡陡直、不穩定河床、大變幅等。(楊惠玲，2012)

表4-13 水位觀測方式參考表

選擇 條件	浮筒式 (含斜井 方式)	雷達水位	氣泡水位	電子水尺	超音波
穩定河床	√	√			
穩定河床邊 坡陡直	√	√			
穩定河床河 岸漫坡			√	√	
不穩定河床		√			√
山溪性、淺 水小變幅				√	√
大變幅		√	√		

表4-14 水位站觀測設施建設和儀器設備裝備表

序號	設施設備名稱	單位	數量	建設與配置要求	備註
1	水準點	個	3		
2	自記測井	處	1	可採用島式、岸式、島岸結合式，亦可依據地形建設簡易井或斜井	浮筒式水位計適用
3	水位計支架（或水位計塔）	處	1	必要時可建灌注樁；橋樑下安裝的可簡化	雷達水位計等適用
4	氣管通道敷設	處	1		氣泡水位計適用
5	水位儀器房	處	1	4~7m <sup>2</sup>	
6	水位觀測道路			根據地形確定是否需要	
7	浮筒式水位計	套	1	分辨力：1cm；誤差：±2cm 或 0.2%FS；水位變率：<100cm/分	7~11 項選一種
8	雷達水位計	套	1	精度：±3mm（量程小於20m），±5mm（量程下於30m），±15mm（量程小於70m）；工作溫度：-20℃~+55℃；相對濕度：95%。	
9	氣泡式壓力水位計	套	1	精度：±5mm 或 0.02~0.05%FS； 工作環境溫度：-20℃~+55℃	
10	電子水尺			可順坡安裝，資料端機斜率改正	
11	超音波水位計			水介質型含沙量影響不大，落沙影響量程	
12	GPRS/GSM（衛星）資料採集終端	套	1	MTBF 應不低於 16000 小時	
13	免維護蓄電池	塊	1		
14	太陽能電池板	塊	1		
15	太陽能充電控制器	個	1	需注意連續供電，避免因保護電池斷電丟數	
16	防雷接地	套	1		
17	接外掛程式及線纜	套	1		

浮筒式水位計：利用浮筒跟踪水位升降，以機械方式直接傳動記錄。用浮筒式水位計需有測井設備(包括進水管)，適合岸坡穩定、河床沖淤不大的低含沙河段。浮筒式水位計在中國應用較廣。



圖4-34 安岩®AL-2型水位計(浮筒式水位計)

用途：適用於長期測量水庫、河流、湖泊、壩體測壓管等的水位，是監測水位變化的有效監測設備。量水位計採用磁光編碼原理進行測量，其測量精度高、穩定性好、沒有溫漂和時漂的影響，信號可接入 MCU-32 型分佈式模塊化自動測量單元或直接接入計算機，實現水位變化的自動監測。

表4-15 岩®AL-2 型水位計規格

規格代號	AL-2
測量範圍：m	0 ~40
靈敏度：cm	≤ 1
測量精度：% FS	± 0.1
信號輸出方式：	格雷瑪，RS485
報文方式：	自報，招測
組網數量：台	20
調試方式	自帶顯示屏，地址碼和波特率自設定

資料來源：成都安岩岩土工程技術有限公司

雷達波水位計：雷達波的傳播速度不受溫度、濕度、氣壓、雨雪和風沙等環境因素的影響，相當穩定，使得雷達波水位計在其工作範圍內具有相當高的精度，且不需維護，在歐美等發達國家得到了廣泛的應用，有逐漸取代超音波水位計之勢。

SEBA 雷達水位感測器利用雷達波測量雷達水位計的安裝高程到水面的距離，實際上是一台測距儀。SEBA 雷達水位計是利用微波脈衝通過天線發射並接收，雷達波以光速運行，執行時間可以通過電子部件

被轉換為水位信號，再利用水位遙測終端，將雷達信號採集、傳輸，完成對水位的監測。

SEBAPULS 雷達水位感測器安裝容易，它的4~20mA 類比信號與電源線共用（二線制），接線特別簡單。



圖4-35 SEBAPULS 雷達水位感測器

規格：

- 量程：0-20m,30m,70m
- 類比信號輸出：4-20mA
- 數位信號輸出：RS--485
- 工作頻率：26GHz
- 解析度：1mm
- 精度：3mm
- 測量原理：脈衝式
- 發射角度：5°
- 感測器保護：喇叭天線（Φ40mm）（抗凝露和水滴）
- 工作溫度：-40℃～80℃
- 電源：12VDC 或 24VDC
- 重量：2kg

氣泡式水位計：由活塞泵產生的壓縮空氣流經測量管和氣泡室，進入被測的水體中，測量管中的靜壓力與氣泡室上的水位高度成正比。氣泡式水位計先後測定大氣壓和氣泡壓力，取兩個信號之間的差值，計算出氣泡室上面的水位高度。氣泡式水位計具有高精度、高可靠、高智能、免氣瓶、免測井、免維護、抗振動、壽命長的特點。



圖4-36 KH.WQX-1型氣泡式水位計

優點：

- 非接觸式測量，精度高、穩定性好、維護方便。
- 安裝便捷，無需建測井，且不受水面漂浮物的影響。
- 具有零點自動校正功能，可完全消除零點漂移誤差。
- 通過外接溫度傳感器，可有效補償液體比重受溫度變化的影響。
- 具有模擬輸出和數字通信接口，方便用戶使用。
- 寬電壓設計，具有反接保護、過壓過流保護和雷擊浪湧吸收能力。
- 配置 LCD 顯示屏和輸入鍵盤，直觀顯示即時水位，操作靈活。
- 自動清洗功能，確保導氣管暢通。
- 循環存儲 1 萬條測量記錄。
- 採用 Modbus 通信協議，方便與各種數據採集設備對接。

應用：

適用於流動水體、大中小河流、水庫或者水體污染嚴重和腐蝕性強的工業廢水等不便建測井或建井昂貴的場合，如：水利水文、大壩上下游、海洋、地下水、石油、化工、污水處理廠、城市排水泵站等監測。

規格：

- 電源電壓：10~30VDC。
- 待機電流： $\leq 3.5\text{mA}$ 。
- 平均電流： $\leq 10\text{mA}$ (測量間隔 1min，RS-485 或 SDI-12 輸出)。
- 量程：20m/30m/40m/50m/60m 可選。
- 分辨率：1mm。

- 測量精度：±0.03% FS。
- 長期穩定性：≤±0.1% FS/年。
- 最大水位變化率：1m/min。
- 測量間隔：1~60min 可設置，默認 1min。
- 通信接口：RS 485 或 SDI-12。
- 模擬量輸出：4~20mA。
- 測量管規格：內 φ3/外 φ8。
- 溫度傳感器：NTC 103（選配件）。
- 測量介質：水（江、河、湖泊、地下水等），特殊液體可定制。
- 工作溫度：-20~65℃。
- 儲存溫度：-40~80℃。

磁致伸縮式電子水尺：根據磁致伸縮測量原理研製而成，可連續精確地測量液位的高度。磁致伸縮式電子水尺具有高測量精度，且安裝方便，免定期維護和標定。適用對各種液面的精確計量，可應用在農業灌溉、河道水渠輸水量調度、城鎮供水系統、污水處理等水位、流量測量工程中等領域的液位測量。



圖4-37SSCK-12AA磁致伸縮式電子水尺

規格：

- 測量精度：±2mm；
- 分辨率：2mm；
- 輸出信號接口：RS485；
- 通訊協議：Modbus-RTU
- 測量溫度範圍：-10℃~+50℃（不結冰）；
- 液位測量範圍：200~3000mm；
- 電源：+12V/DC。

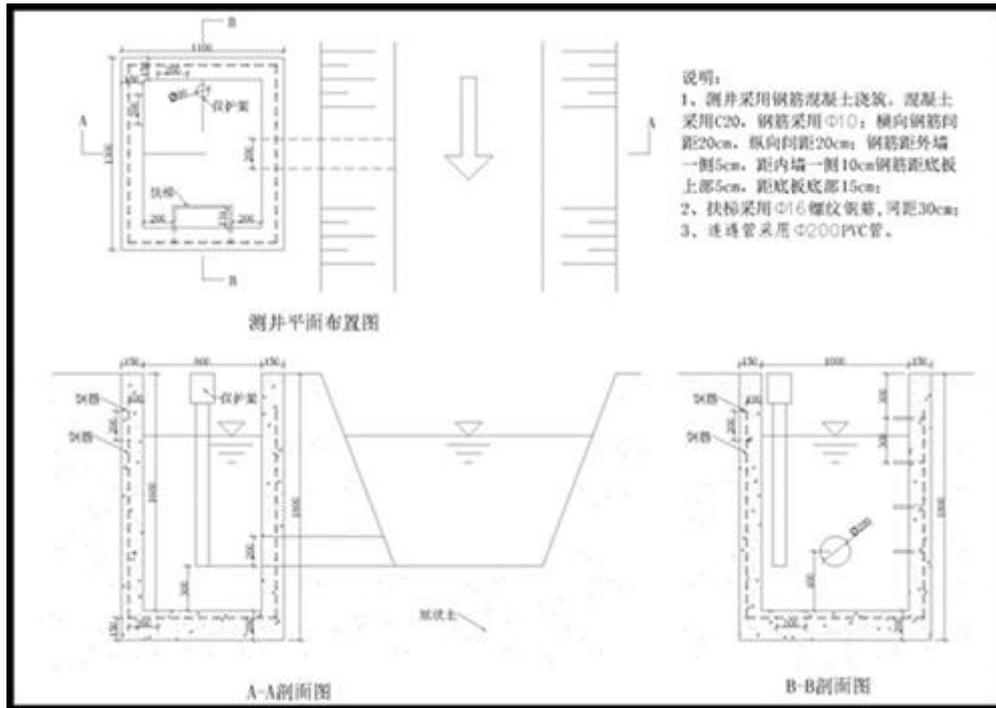


圖4-38電子水尺安裝示意圖



圖4-39電子水尺現地示意圖

### (三)流量量測

根據大陸水利部水文局「中小河流水文監測系統建設技術指導建議」指示：流量量測方法選擇與測驗方式相關，應首先確定駐測、巡測或無人值守自動測流的方式，可根據斷面形態和河道沖淤變化、水位漲落率、測驗人員、交通便利等情況分別採用坡度面積法、超音波多普勒定點測流法、量水建築物法、非接觸式雷

達表面流測流法、聲學波多普勒動船測流法(ADCP)、橋上測流法、纜道測流法、船測法和浮標法等方法進行流量測驗。各地應因地制宜選擇一種測流方法作為常用方法，選擇另一種測流方法作為備用方法。測流方法選擇可參考表 4-15。改建站和新建站可參照表 4-16 進行測流基礎設施建設，並配置儀器設備。

表4-16 大陸流量量測方法參考表

選擇	條件	断面齊整 河道沖淤 不大	水位漲 落率大	測驗人 員充足	交通 便利	特點說明
坡度面積法		√	√			需雙水位監測，糙率變化小，需進行人工率定
超音波多普勒定點測流法		√			√	可選用斜測、橫向、座底方式，含時差法，需進行人工率定
量水建築物法		√			√	基建投資偏大，需進行人工率定
非接觸式雷達表面流測流法		√	√			漂浮物多，洪水期儀器入水測驗困難的適用，需進行人工濾定
聲學波多普勒動船測流法(ADCP)		√		√	√	施測歷時短，適於巡測
橋上測流法				√	√	橋樑、交通條件有要求
纜道測流法				√		
船測法和浮標法				√		

表4-17 大陸流量測驗設施設備配置表

序號	設施設備名稱	單位	數量	建設與配置要求	備註
<b>坡度面積法測流設施設備</b>					
1	自記測井	處	1	或水位計支架、管道敷設	第一坡度水位儀器與基本水位共用
2	高精度水位計	套	1	精度優於 3mm	
<b>超音波多普勒定點測流設施設備</b>					
3	儀器安裝架	套	1	建議可按低、中、高水調整儀器放置高度	
4	定點式聲學流量計	套	1	斜測、橫向、座底多普勒式或時差法式選其一	
<b>量水建築物法測流設施設備</b>					
5	量水建築物	處	1	測流槽或測流堰等量水建築物	
6	高精度水位計	套	1	建議配置毫米級精度水位計	

序號	設施設備名稱	單位	數量	建設與配置要求	備註
<b>非接觸式雷達表面流測流設施設備</b>					
7	儀器安裝架	套	1	建議使用雙杆式，中間固定主機殼	
8	非接觸式雷達表面測流系統	套	1	可選用單點式、多點式、代表面積和河段表面流場等資料獲取設備，	
<b>聲學波多普勒動船法測流設施設備</b>					
9	聲學多普勒測流系統（動船法）	套	1	要求含沙量較低，測驗河段河底不穩定，需要配置差分 GPS 1 套	
10	筆記型電腦	套	1	野外應用，工業級標準	
11	專用測船	艘	1	含無人遙控船	
<b>橋上測流設施設備</b>					
12	水文測橋	座	1	或借用交通橋	
13	橋側車	輛	1		
14	橋測設備	套	1		
<b>纜道測流設施設備</b>					
15	水文纜道設施	座	1	含纜道、基礎、絞車和行車裝置	
16	纜道測流控制系統	套	1	含機櫃、測距測深測流等設備，具有流量計算、通訊介面等功能	
<b>船測設施設備</b>					
17	測船碼頭	座	1	根據斷面情況確定	
18	吊船過河索	處	1	採用吊船測驗的站建設	
19	測船	只	1	發動機馬力視施測最高流速定	
<b>浮標法測流設施設備</b>					
20	浮標纜道	座	1	含纜道、基礎、支架、絞車裝置、浮標房等	
21	浮標斷面設施	套	1		
<b>測流通用設施設備及配套軟體</b>					
22	GPRS/GSM（衛星）資料採集終端	套	1	MTBF 應不低於 8000 小時	帶人工置數功能
23	鉛魚	套	2		
24	機械流速儀	架	8		
25	超聲波測深儀	套	1-2		
26	經緯儀	台	1		
27	水準儀	台	1	含水準尺 1 對	
28	電腦	套	2		
29	印表機	套	1		
30	接收處理軟體	套	1		
31	圖像視頻裝置	套	1	具有無線遙控功能	
<b>測流通用設備輔件</b>					
32	免維護蓄電池	塊	1		
33	太陽能電池板	塊	1		
34	太陽能充電控制器	個	1		
35	防雷接地	套	1		
36	自備電源	套	1		
37	接外掛程式及線纜	套	1		

表4-18 大陸與 WTO 國際標準之流量量測比較

項目	大陸國家標準	國際標準組織標準	
標準代碼	GB 50179-93	ISO 748-1979, 2537-1988, 3455-1976 ISO /TR 7178-1983	
<b>流速面積法——流速儀測流法</b>			
原理	$Q = \sum V_i * A_i$ 從 1 到 n, $V_i$ : 第 i 部分斷面的平均流速; $A_i$ : 第 i 部分斷面面積		
測驗位置的確定	對流速儀法和其他方法分別做出詳細規定, 還包括河段勘測細則、斷面佈設的各項規定	列出了測驗位置選擇的各項要求, 特別指出結冰河流的情況, 並規定了測驗位置的標定、初步勘測的方法	
斷面測量	分大斷面及水道斷面測量部分分別規定; 並考慮了河床穩定性、冰情及豐枯水期等各種情況	分為水面寬度和水深測量兩部分, 列出了各種測驗方法並規定了相應的精度	
轉子式流速儀 (旋杯旋漿)	結構	未涉及	對旋杯、旋漿式流速儀各部分均述及
	操作	未做專門專案列出, 其它專案中有部分規定	除列出常規操作外, 還指出了在不同條件下流速儀操作方法及注意事項
	檢定	主要規定了流速儀比測的方法及應注意的情況	系統規定了檢定的程式
	養護	對流速儀使用前後的檢驗, 儀器的存放、各部件檢查有論及	同前
流速測驗	一般規定	規定了流速儀法的適用範圍應符合的要求, 及不同級別測站單次測驗允許誤差	僅總則, 無具體規定
	垂線佈設	規定垂線沿河寬的分佈, 考慮了高、中、低水和冰期垂線佈設以及潮水河垂線佈設	ISO 建議測速垂線不少於 20 條且任一部分流量不超過總流量的 10%, 在斷面測量後選擇垂線位置
	流速測量	規定不同方案流速測點的分佈、歷時, 並考慮了各種情況(出現死水或回水區時、潮水河流速測量、憩流時間、冰期測流)下的測流方法	列出了: a、流速分佈法, b、少點法, c、積分法, d、其它方法等測流方法
	流向測量	規定了偏角超過 10 度時應測量偏角, 並列出相應的測流向方法	只給出了總的原則, 未能詳細展開
<b>流速面積法——浮標測流法</b>			
類型	水面浮標法、深水浮標法、浮杆法、小浮標法	水面浮標法、雙標法、其它類型	
測驗位置的選擇	各觀測方法分別進行規定	沿河段選上、中、下三個斷面, 建議浮標法最小歷時 20s	
浮標	分別規定了各浮標製作應符合的條件, 對於浮標的投放設備及方法也有規定	僅作一般性描述, 沒有具體規定	
技術要求	規定了測速斷面、垂線、歷時及具體操作	無明確規定	
浮標係數	列出了確定浮標係數的方法	直接給出了各種浮標的係數	

在長江三峽大江截流流速流量量測，即以 ADCP 為主要量測技術手段。截流期間，走航式 ADCP 主要用於大江與導流明渠的分流比測驗、導流明渠的流速分佈測驗以及三峽工程出口控制站流量測驗；哨兵型 ADCP 負責龍口垂線流速分佈測驗，由於高新技術的應用，滿足了截流指揮部截流期對導流明渠、龍口等每 30min 甚至每 10min 一次流場、流態等水文資訊的要求。為三峽工程大江成功截流提供了可靠的水文資訊資料。在大江截流期間，ADCP 完成了流速分佈 424 次、流量 267 次的大量測驗資料。取得的一些測驗成果是常規水文測驗所無法得到的。由走航式 ADCP 實測龍口合攏時戽堤滲流量  $87.1\text{m}^3/\text{s}$ ，哨兵型 ADCP 實測龍口最大流速  $4.22\text{m}/\text{s}$ ，收集到寶貴的龍口流速分佈資料。

抑或是近年來逐漸改用非接觸式雷達流量自動化遙測系統取代舊有水文站。例如採用奧地利 Sommer 系統工程公司生產的 RQ-24 非接觸雷達流量計(最新型號為 RG-30)是世界上唯一將非接觸式雷達測流技術成熟地應用在水文測驗、水資源監測、城市防洪、山區暴雨性洪水和環保排汙監測並進行商業化生產的公司。

RQ-24 由雷達流速儀和雷達水位計組成，它可以同步監測表面流速和水位，通過內置的模式計算並輸出流量。RQ-24 可安裝在橋下或懸臂上，也可安裝在纜道上，對現場環境要求很低，安裝十分簡單；配套的流量軟體可根據現場水體邊界情況和水力學模型快速給出綜合相關係數，使用十分方便，同時還具有省電、免維護等優點，由於儀器本身全部為電子器件，無機電轉換部件，所以其壽命很長。此產品已在歐美國家廣泛應用，近年也在中國的多個省市安裝在天然河道和城市河湖進行實際監測。



圖4-40RQ-24非接觸雷達流量計

優點：

- 非接觸測量、安全低損、維護方便
- 在洪水期高流速條件下也能進行量測
- 比接觸式流速量測系統功耗低很多，一般太陽能供電即可滿足測流需要
- 可隨時修改量測斷面參數
- 安裝簡單、運行可靠
- 可與任何現存自動測報系統連線

規格：

- 流速測量原理：多普勒
- 流速測量範圍：0.3m/s-8m/s，解析度：1mm/s
- 水位測量原理：脈衝式
- 水位：0-30m，解析度：1mm
- 類比介面：4-20 毫安培
- 數位介面：RS232
- 電 源：10.5V--15VDC
- 電 流：最大 170 毫安培（測量時）
- 休眠時：小於 1 毫安培
- 功 耗：2.83 毫安培時每次測量
- 工作溫度：-30℃ --+60℃
- 野外防護等級：IP66
- 儀器尺寸：450mm x 200mm x 100mm
- 流量軟體：SIMK(在流量測試點,針對具體水力邊界情況而創建的數學模型，使用者可根據需要進行配置)

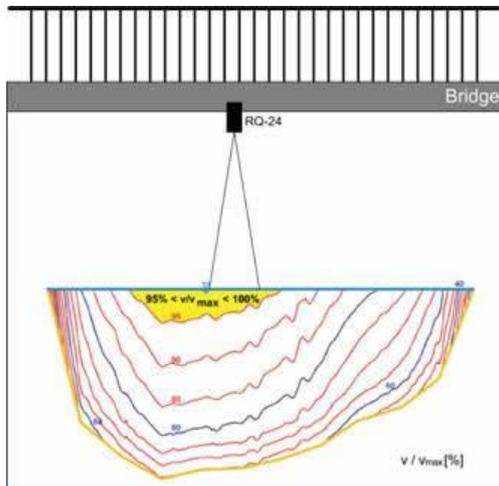


圖4-41RG-24非接觸雷達流量計於大陸應用情況

近年來，大陸水文單位開始反省過去水文量測整編的規範太偏重於「點(水文站)」的水文因子量測精度，許多水文站的流量測次在 100 次以上。對於「線(河流)」和「面(全流域)」的水文因子監測的不夠。而且未能跟上形勢的發展，未能將最近幾年高速發展起來的水文遙測站網納於國家基本站網，使多年以來採集到基本水文資料列入水文數據提供分享。並加強水文量測技術研究，及時修改補充規範，探索巡測與駐測結合的方式，提高水文觀測品質。

而大陸目前雨量、水位、流量量測基本儀器已與美國相近(除了 ADCP，水利單位持有不超過 20 台；而美國光 USGS 就擁有 100 台以上)，但在數據收集、處理、儲存等方面仍有落差，所以致力於扶持大陸本土水文儀器公司(或研究所)，開發研究適合的水文自記儀器。

目前大陸測站收集到水文資料匯入資料庫所需時間，最快也要耗時半小時，兩小時內可能僅收入 80%~90% 的資料；而美國 60% 的測站資料是透過衛星網路傳輸，資料從有到匯入完成僅需十幾分鐘。針對此點，大陸水文測站逐漸加快應用網路傳輸的方式處理資料，並逐漸淘汰以往封閉的預報系統。

#### 四、日本現有水文觀測技術

##### (一)雨量量測

###### 1. 地面雨量觀測

根據日本氣象廳之儀器檢定相關資料得知，目前雨量觀測上主要使用之儀器為傾斗式雨量計，惟日本氣候由北至南跨越寒帶、溫帶及亞熱帶，有同時計測固態及液態降水之需求，因此對於防凍結之相關技術較為成熟，包含溫水式或附有加熱管傾斗式雨量計等標準化計器相當普遍。惟其加熱或保溫裝置仍有其使用限制，加上傾斗式雨量計於高強度降水時量測誤差隨之增加，因此近年來有自國外引進之重量式雨量計，以及日本自行研發之自動排水重量式雨量計等（如圖 4-42），可同時監測固液態降水。

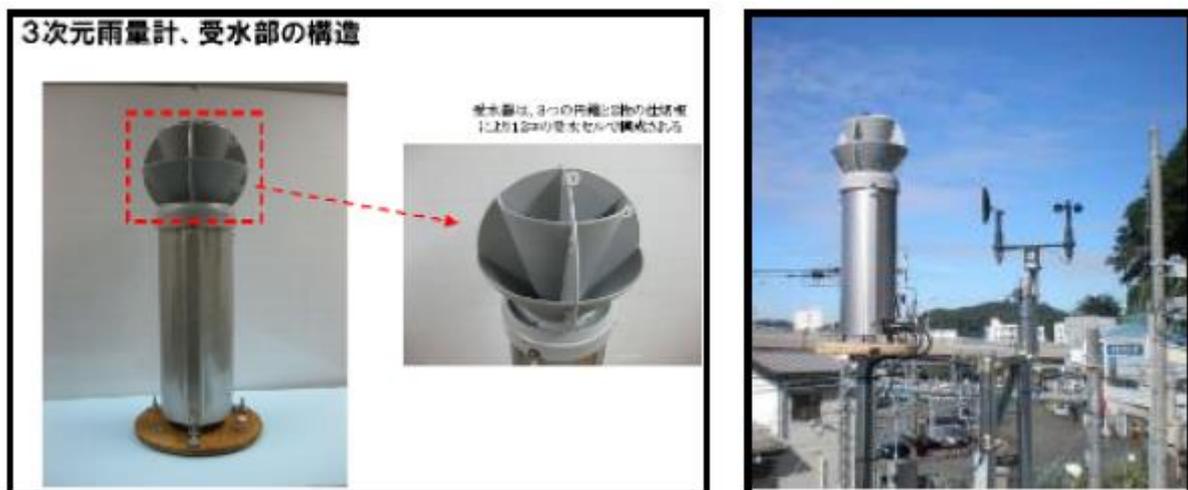
此外，針對斜坡災害（山崩、地滑及土石流）監控地區，傳統雨量計承雨口往往無法正確量測雨水之

斜面衝突量，為改善此一問題，近來亦有三維雨量計（如圖 4-43 所示）之開發及測試。



（左：Pluvio；右：TWO-S）  
參考資料：OTT、株式会社拓和

圖4-42秤重式雨量計



資料來源：株式會社 MTS 雪氷研究所

圖4-43三維雨量計

## 2. 雷達雨量計系統

日本國土交通省除了採用上述雨量計之外，從昭和 51 年(1976 年)起開始建置雷達雨量計系統（現有 26 站，詳見圖 4-44、45），係由河川局、道路局所建置維護。結合上述地面觀測雨量系統，進行資料精度比對後上傳至資料庫，並應用於降雨監測及防災預

報方面。

雷達雨量計以雷達為中心、半徑 300 公里以內進行範圍性之雨量觀測，觀測網格為 1.5kmX1.5km，提供每 1 分鐘之雨量觀測資訊；搭配 26 站的觀測範圍，能有效涵蓋日本全土。

此外，在半徑 120 公里範圍內，一有雨雲產生降雨，透過定量分析反射電波與降雨強度之間的關係，可針對區域內降雨強度(1~250 mm/hr)的降雨事件進行定量雨量觀測(如圖 4-46)。



圖4-44 日本雷達雨量計觀測局

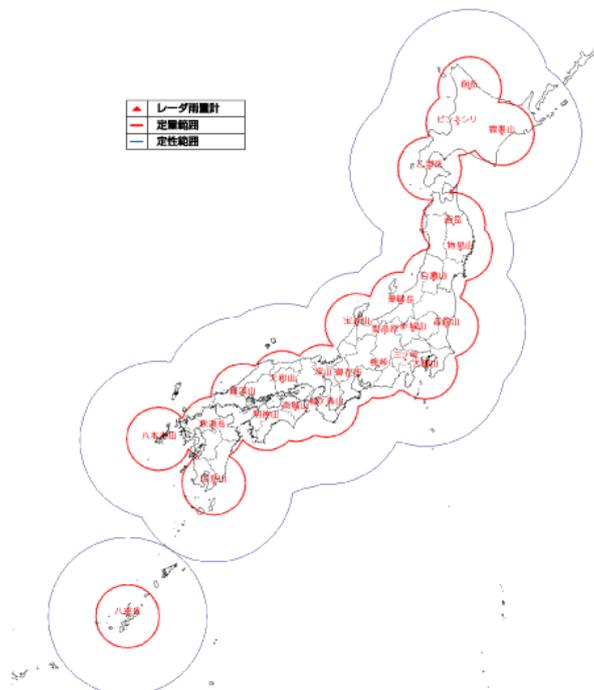
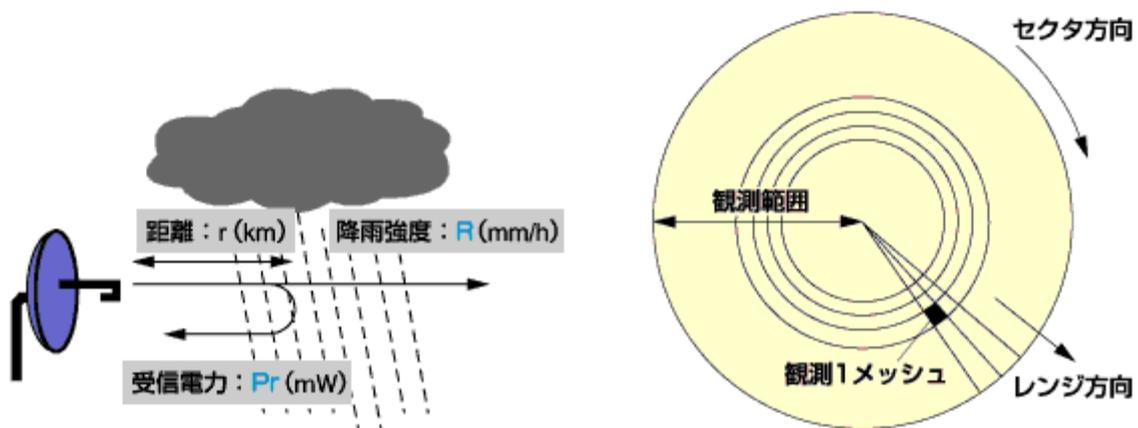


圖4-45 日本建設省管轄雷達雨量計涵蓋範圍



資料來源：日本財團法人河川情報中心

圖4-46 雷達雨量計與降雨關係及範圍

## (二) 水位量測

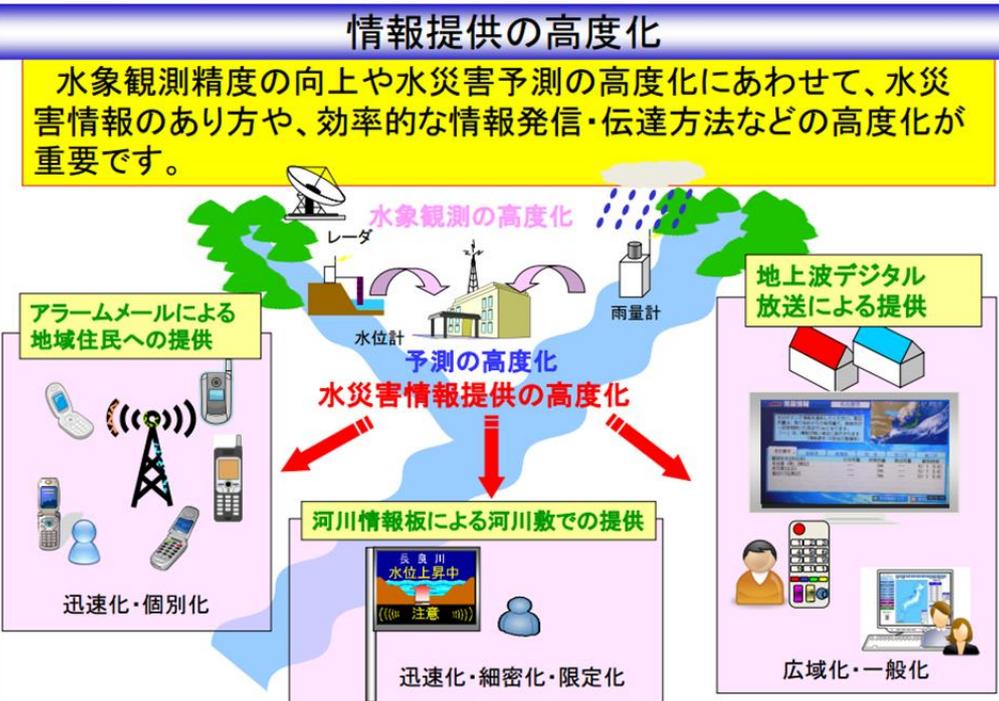
日本河川水位觀測常見之儀器為浮筒式水位計，屬於直接量測水面方式，雖然量測時相對地穩定且準確，但於洪水發生時經常發生問題（如水位塔及導水管阻塞淤積等），造成必要時卻無法觀測之窘境，因此目前多為磁力浮筒式水位計（水位測定柱）所取代，如圖4-47所示。而不適合設置浮筒式水位計地點，則普遍使用壓力式水位計、超音波水位計或雷達波水位計等，大多視測站之現地情況而定。



資料來源：株式会社拓和

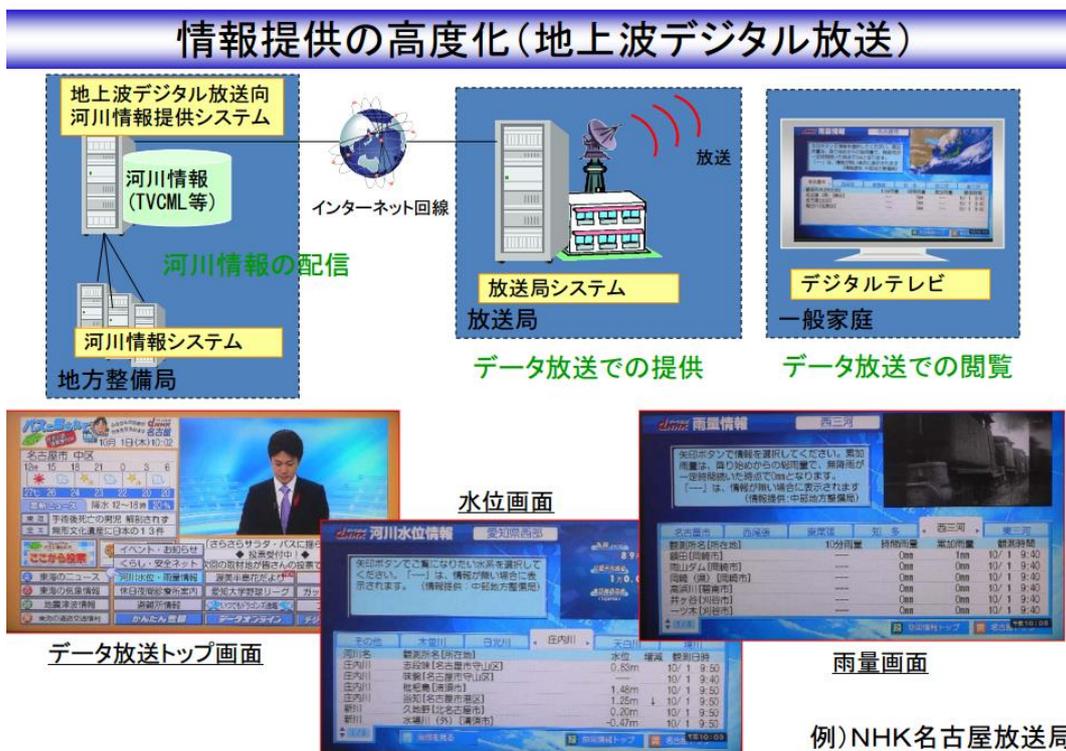
圖4-47 磁力浮筒式水位計設置實例

日本水文測站的記錄資料透過衛星或行動電話的方式回傳；若有事件，根據現地情況立即自動發送相關訊息致集水區內居民手機或媒體(如圖4-48~51)。



資料來源：日本国土交通省

圖4-48 日本水位、水情即時回報系統(I)



資料來源：日本国土交通省

圖4-49 日本水位、水情即時回報系統(II)

## 情報提供の高度化(アラームメール)



資料來源：日本国土交通省

圖4-50 日本水位、水情即時回報系統(III)

## 情報提供の高度化(河川情報板)

**情報板提供システム**  
河川情報システム  
河川事務所

**河川敷**

**ダム**

**庁舎屋上**

**表示例**

**今日の天気予報 (岐阜県)**  
飛騨(高山) 美濃(岐阜)

**15時現在の雨量状況**  
時間雨量 累計雨量

八幡	0mm
中切	11mm
美濃	0mm
忠節	0mm
	5mm

**長良橋付近**  
15時現在の水位 14.82m  
1時間前の水位差 0.01m ↑

資料來源：日本国土交通省

圖4-51 日本水位、水情即時回報系統(IV)

### (三) 流量量測

日本現有之河川流量觀測方式可區分為需以人力直接進行觀測之「單次觀測」，以及不需人力即可自動進行觀測之「連續觀測」兩大類。於「單次觀測」方面，無論是利用普萊氏流速儀、浮標、聲波都卜勒流速儀或電波流速計等所進行之現地流量調查，於實際河川流量調查作業上仍舊相當重要，單次觀測之適用範圍概念圖如下圖所示。

日本洪水(或高砂、高流速)時的流量觀測以往採用浮標法，但洪水時浮標觀測之精度問題亦未有良好解決方式。近年來，日本國土交通省獨立行政法人土木研究所(水災害・リスクマネジメント國際センター)運用 ADCP 搭配 GPS 進行洪水或高流速時進行流量量測，解決以往浮標法在洪水事件觀測的問題。

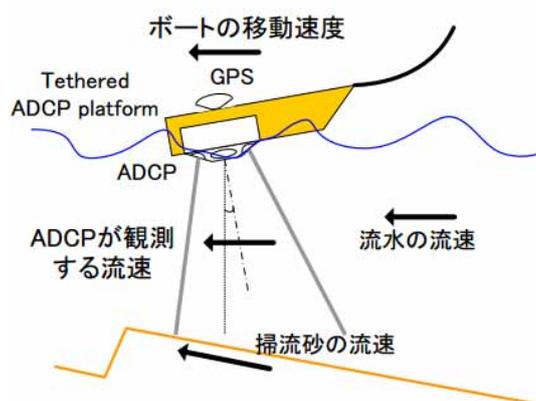
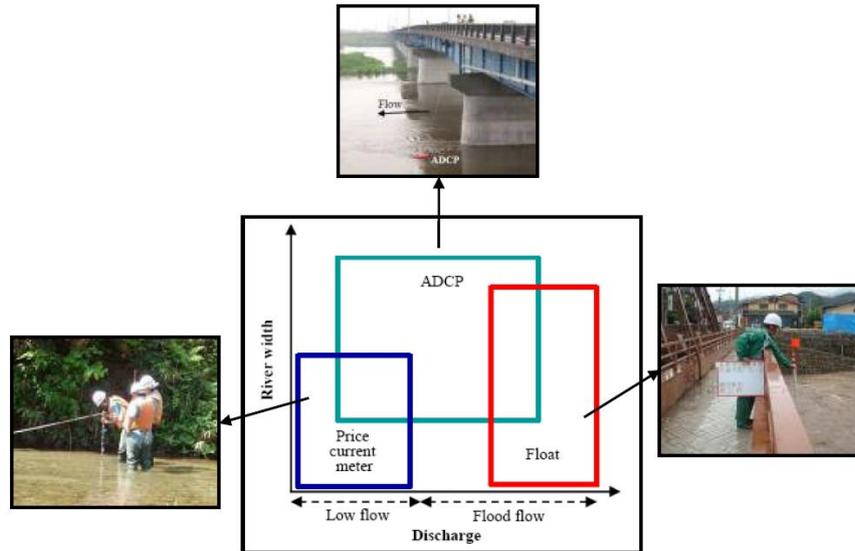


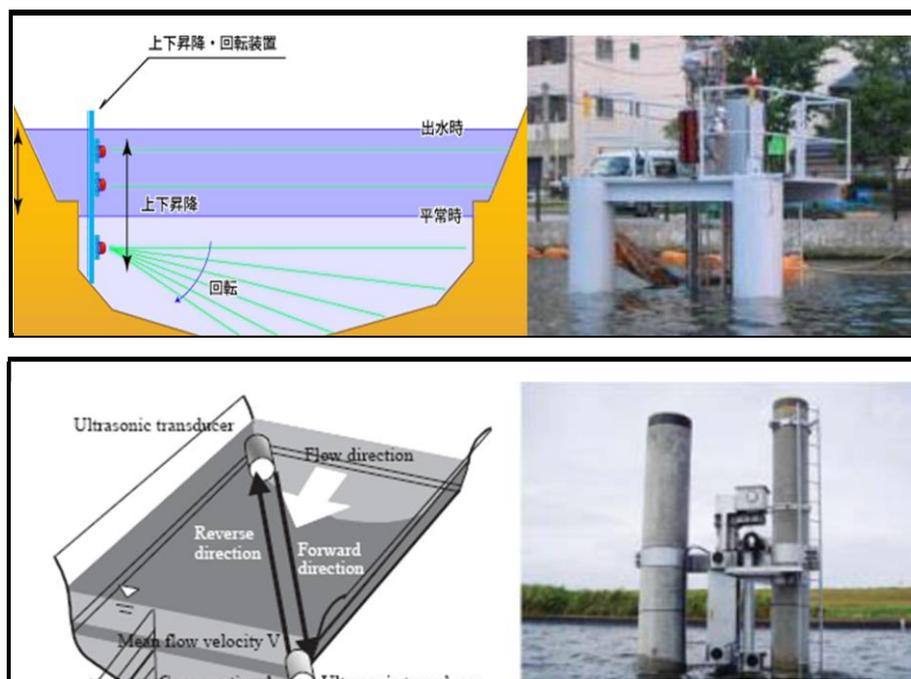
圖4-52 洪水時 ADCP 巡測概念圖

而於「連續觀測」自動化流量監測技術部份，傳統係以水位監測等間接計算流量方式(如 H-Q 率定曲線)進行，但受限於 H-Q 率定關係之精度問題，以及潮汐影響等因素，在許多情況下並不適用此一方法。因此國土交通省為提昇觀測效率及其精度，促進河川管理或防災上之利用，引進如影像解析法(PIV)、電波流速計、水中超音波流速計及水平設置型聲波都卜勒流速計(H-ADCP)等「準直接」計測方式(如圖 4-54 所示)，除可彌補傳統觀測方式上不足點外，同時也大大地增加流量即時監測之可能性，惟目前對於洪水發生時河川斷面之即時監測技術並未有相關事例。



資料來源：東京理科學

圖4-53日本各種單次觀測方式之適用範圍概念圖



(上：H-ADCP；下：超音波流速計)

資料來源：JFE アドバンテック株式会社、株式会社ハイドロシステム開発

圖4-54日本水中流速計

### 五、國內外水文監測與新研發技術比較

本團隊蒐集相關國內、外水文監測技術及水文分析之研究，以下分別針對目前蒐集成果進行說明，水文監測技術部分又分為國內、外蒐集情形，國內監測技術部分則屬於目前研發中或已研發之監測儀器；國外監測技術部分則針對日本、美國及中國大陸新監測技術進行蒐集。

表4-19 國內外雨量監測技術比較表

監測項目	國別	儀器名稱	生產地	備註說明	照片
雨量	台灣	垂直指向雷達	加拿大、韓國	以垂直向上發射電波,量測上方降水回波詳細資料,如探測雨滴降落速度及累積雨量。	
	日本	重量式雨量計	日本、德國	利用雨水重量及加熱保溫裝置量測降雪所形成之雨量。	
		三維雨量計	日本 (研發階段)	針對斜坡災害(山崩、地滑及土石流)監控地區,研發可蒐集三維空間雨量。	
		C 波段雷達	日本	用於日本全域降雨推估及預報系統。	
		X 波段 多重參數雷達	日本	加強重點區域(都市圈等)之局部大雨及集中豪雨即時監控。	
	美國	加熱式 傾斗式雨量計 (HTB)	美國	量測固態及液態降水。	
		全天候 降水量計 (AWPAG)	芬蘭、德國	可針對固態降水進行較精確之量測,精確度較傾斗式雨量計高。	
		S波段氣象雷達 (WSR-88D)	美國	雙偏極化雷達可以更準確地推估降雨及降水強度,以滿足日趨多元化氣象服務需求。	
		位相陣列雷達	美國 (研發階段)	原用於海軍船艦飛彈防禦系統,目前國家海洋及大氣總署之劇烈風暴研究室正運用於天氣	
	中國	容柵式雨量計	中國	以固定極板與動極板間電容量變化所發出之電信號來檢測雨量	
浮筒式雨量計		中國	利用浮筒及虹吸原理量測雨量,可替代傳統使用記錄紙之虹吸雨量計		
S、C 波段雷達 (CINRAD)		中國	新一代氣象雷達系統,包含引進美國NEXRAD系統技術後自行發展及依靠本國技術研制生產之設備		

表4-20 國內外水文監測技術比較表

監測項目	國別	儀器名稱	產地	備註	照片
水位 流量	台灣	影像式水面流速儀(PIV)	台灣 (研發中)	主要目的是利用影像中流場內標示物來估算位移量。	
	日本	磁力浮筒式水位計(水位測定柱)	日本	針對洪水經常發生點設置，可避免人為觀測而造成之傷害。	
		水中超音波流速計	日本	屬於直接計測方式，精度上較傳統間接計算流量方式高。	
		水平設置型聲波都卜勒流速計(H-ADCP)	美國	水平設置型聲波都卜勒流速計可量測整體河川斷面之流速狀況。	
	美國	氣泡壓力式水位計	美國	水中放入連結壓力感測器和氣源之管子，以恒定流通入少量氣體，由測出之氣體壓力轉換成水位。	
		雷達波水位計	美國	利用雷達波反射時間量測水位高度。	
		雷達波流速計	美國	包含連續波雷達、微波脈衝都卜勒雷達、短波雷達等量測表面流速之儀器。	
		船載式聲波都卜勒流速儀(ADCP)	美國	聲波都卜勒流速剖面儀可量測整體河川斷面之流速狀況。	
		走航式聲波都卜勒流速儀(ADCP)	美國	通過小船上的感測器在河道中進行斷面流速測量，操作人員使用PDA通過藍牙連接感測器，資料可以即時分析並存儲。	
		可攜式超聲波都卜勒流量計(ADC)	美國	可攜式超聲波多普勒都卜勒結合了傳統測流方式和最新測量技術，可即時測量流量。	
雷達流速流量測量系統(流量計)(RQ30)		奧地利	結合雷達測量表面流速和雷達測量水位兩種方法，可持續測量河流和渠道的流量		

中國	自收纜浮筒式水位計	中國	單浮球式自收纜水位計，工作時井內只有一根測纜牽動浮球跟蹤水位升降變化，無須外部平衡錘。	
	電子水尺	中國	以傳統水尺量測概念為基礎，利用極板充電等方式精確定位，信號經數位處理、傳輸之水位感測器。	
	全自動水文纜道測流裝置	中國	由水文絞車調速控制、纜道測距定位和無線測流等部分組成，可進行全斷面範圍內流速測量及計算。	
	纜道拖曳式聲波都卜勒流速儀(ADCP)	美國	利用現有纜道配合拖曳式ADCP進行流速量測。	
	可攜式超聲波都卜勒流量計(ADC)	美國	可攜式超聲波多普勒都卜勒結合了傳統測流方式和最新測量技術，可即時測量流量。	
	雷達流速流量測量系統(流量計)(RQ30-T)	奧地利	結合雷達測量表面流速和雷達測量水位兩種方法，可持續測量河流和渠道的流量，並針對中國環境特製。	

資料來源：淡江大學水資源管理與政策研究中心

## 4.2 上游集水區控制點與關鍵開發區域之觀測位置及觀測方式建議

北區水資源局管轄區域包括基隆市、台北市、新北市、桃園縣、新竹市、新竹縣、花蓮及宜蘭縣之八縣市，區域內重要之河川有蘭陽溪、淡水河、頭前溪、和平溪、南澳溪、雙溪、南崁溪、鳳山溪、秀姑巒溪與花蓮溪等。北部區域目前營運中之水資源設施有貢寮堰、西勢水庫、東勢坑堰、新山水庫、翡翠水庫、直潭壩、青潭堰、石門水庫、鳶山堰、上坪堰及寶山、寶二水庫等處。

而局內管轄區域依河系可概分為蘭陽地區、花蓮地區、淡水河地區、桃園地區及新竹地區，區內之生活及工業用水供水系統為由台北自來水事業處及台灣省自來水公司所分別管轄之公共給水系統，台北自來水事業處係隸屬於台北市政府之公務單位，其供水範圍除台北市區外，尚涵蓋了新北市所轄三重、中和、永和、新店四區及汐止區橫科、宜興、北山、忠山、環河、福山及東勢等七個里。而台灣省自來水公司係依公司法有關股份有限公司之規定所成立之組織，係屬國營事業。北部區域除蘭陽、花蓮地區因受地理條件限制，屬獨立的供水系統，無法與其他的系統互相支援供水外，其他地區目前雖未有大範圍的水源互相支援運用，但已由翡翠水庫水庫水源支援板新及淡水系統，石門水庫水源支援新竹系統情形。

所以本計畫將針對局內管轄區域先進行潛能水量估算，並統計各區取水壩堰與人口等因素後，評估該區是否值得開發；若該區水源值得開發者，在上游處選定控制點並搭配中央氣象局劇烈天氣監測系統(QPESUMS)與水利署合作 FEWS 之平台提供之水文資料，利用 SOBEK 模式推估該點之流量。後續根據前一章節收集之國內外流量量測方式，研提觀測方式之建議；若需新設測站，則需參考水利署水文觀測站設站原則。

### 一、水文觀測站設站原則

#### (一)設站條件

水位、流量觀測應就河川管理、計畫與工程上之若干需求，而於重要之控制地點，規劃並設置符合需要及精度要求之施測設施及場所。一般站址之設置以符合下列條件為原則：(1)水流不紊亂、(2)水流不湍急或過度緩慢、(3)水路及河床變動較少、(4)不受迴水影

響、(5)豐枯水期皆能觀測、(6)觀測時危害較少、(7)觀測便利。茲說明如下：

1. 在水流紊亂的情況下，以點流速乘上面積所計算出的流量精確度會變差，因此原則上必須選擇斷面流速較均勻的地點。例如避開河道彎曲、分歧或有浮洲、渦流、跌水、構造物等水位變化不規則處，並注意土砂、垃圾較多的河段。一般可選擇河道平直，其直線長度為主河槽寬度三倍以上之河段。
2. 由於流速儀有其使用範圍，超過儀器量測範圍的湍急水流區域或明顯低於量測範圍的緩慢水流，皆無法用平常的方法來量測流速。因此為避免流量無法測定，必須選擇水流不過於湍急或緩慢的地點。例如可能發生超臨界流的地點並不適合設站。
3. 當河床變動頻繁時，將使洪水過程中的流量精確度產生明顯變化，如含砂量較大之河川上的堰，其上游側極容易因淤積造成水位流量關係改變，因此必須選擇流路及河床穩定，沖刷、淤積變動較少的地點。例如橋樑上下游間固床水利工程河段。
4. 為避免受河口潮汐、支流匯入、湖泊或水庫等迴水影響，造成水流大幅波動和異常變化，除感潮水位測站外，應選在變動迴水影響範圍外之河段。例如潮汐線以上的河川支流合流點下游，或攔河堰、水庫等水工結構物之下游處。當其下游觀測有困難時，可設置於上游河段，唯必須避開迴水影響範圍。
5. 必須考慮全年皆能進行觀測的地點，避免因豐枯水量變化造成觀測中斷，特別是枯水時的流量觀測準確性，由於受到社會的強烈需求，因此必須選擇於枯水時也能有足夠精確度的觀測地點。
6. 由於流量觀測與雨量、水位觀測相較下為危險度較高的作業，在選擇地點時需要特別的注意。例如水文條件極佳，但洪水時被孤立的地點並不適合進行流量觀測。
7. 為便於洪水流量觀測與測站維護，一般選擇交通便利且觀測容易的場所。例如，藉由橋樑做為觀測場所，除自記水位觀測塔的設置與維護較為方便外，更有利於量測器材的搬運。唯需注意洪水流量觀測時，橋面與水面間的安全距離，太過接近與水位激增時將會造成危險。

## (二) 水文站佈置

水文測站為觀測水位變化、流量等項目，一般佈置依設站地點不同可分為一般河段與橋樑兩類，並需劃設出若干個斷面；其中，中斷面為測站水尺、水位塔及流速儀觀測之橫斷面，上下斷面為浮標測流速使用，而最外側二斷面則用以觀測水面坡降變化。

設於一般河段與橋樑處之水文站標準佈置圖如下圖所示，茲說明如下：

1. 站址位於一般河段時，通常以水位塔或水尺位置為中斷面，而於上下游各設置兩斷面，上下斷面距離至少應比水面寬1.5倍為大。內側斷面為浮標所使用，而外側兩斷面則用以量測水面坡降變化。
2. 當測站設置於橋樑處時，可以橋樑為上斷面，另於平直段之下游處設置下斷面，做為浮標及水面坡降觀測之用。上下斷面直線長度可視河川情況儘量延長，一般大於水面寬1.5倍以上可得較佳之結果。

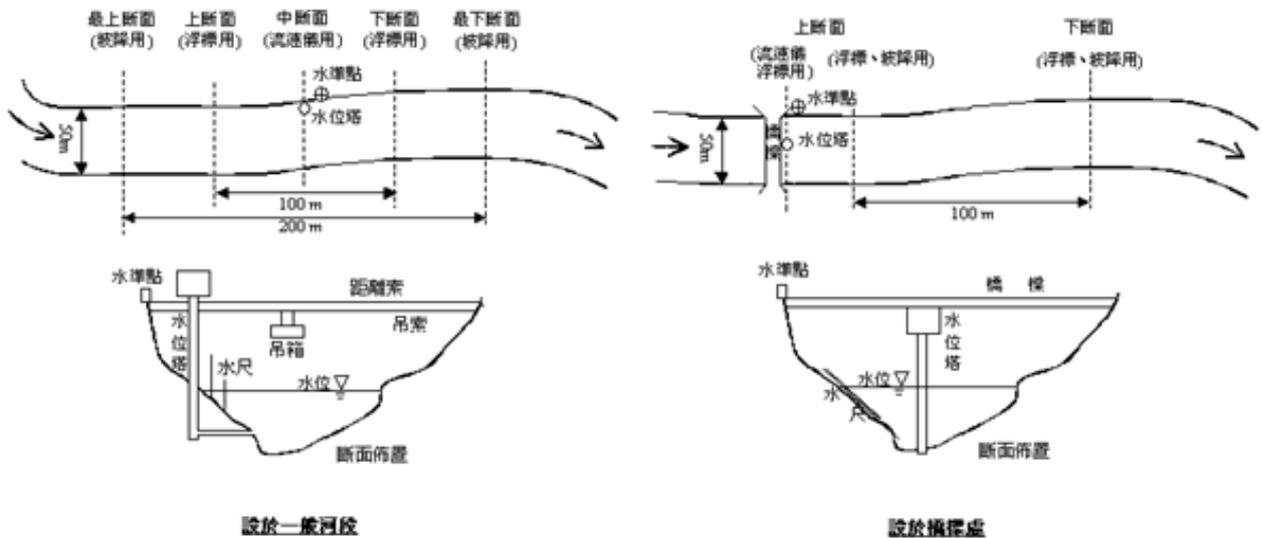


圖4-55 水文站標準佈置圖

表4-21 設站條件檢視簡表

項目	量測條件	是	否	備註
交通	車輛可直達?			
	需步行?距離?			
	產業或林業道路?			
場址安全	曾經發生山崩、地滑、土石流?			
	是否有落石?			
	兩岸是否為陡坡?			
	曾有意外?			
水理條件	水流紊亂?			
	河床變動頻繁?			
	迴水影響?			
	河道有礫石?			
	水流湍急?			
	河道是否筆直?			
量測條件	全年皆能進行觀測?			
	人員是否能進入河床?			
	兩岸連通是否方便?			
	有橋可直接施測?			

## 二、中央氣象局劇烈天氣監測系統(QPESUMS)簡介

為加強對於颱風、梅雨等災害性天氣的監測與預報能力，中央氣象局自 2002 年起整合多重觀測資料並結合地理資訊發展劇烈天氣監測系統 QPESUMS(Quantitative Precipitation Estimation and Segregation Using Multiple Sensor) 並自 2006 年起與美國國家劇烈風暴實驗室合作開發「高解析度定量降雨估計與預報系統」(High Resolution Quantitative Precipitation Estimation and Quantitative Precipitation Forecast, HRQ2)，整合了中央氣象局五分山、花蓮、七股及墾丁等四座都卜勒氣象雷達的觀測回波，系統中對於雷達資料進行品質控管處理後(張等 2004)，依各雷達不同方位的觀測，組成最低仰角合成回波並進行定量降雨估計，其有效利用雷達、衛星及地面觀測資料等多重觀測資料以準確估計降雨型態及降雨強度，提供多重區域的過去定量降水估計及 0-3 小時定量降水預報。也引進了 WDSS(Warning Decision Support System)系統對於對流胞進行辨識與定位，並對於對流胞路徑進行追蹤與 0-1 小時的外延路徑預報且提供流胞定位相關資訊。此外，由於劇烈天氣常伴隨閃電的發生，閃電密度及頻率高的地區經常伴隨

強烈對流及降水，就長時間統計而言，對流愈劇烈閃電的頻率愈高，閃電頻率與降水間存在有相當程度的相關 (Gremillion and Orville 1999; Knupp et al. 1998; Lang et al. 2000; Shafer et al. 2000; Toracinta et al. 1996; Watson et al. 1995)。因此於 2005 年 1 月起更納入了台電整合型閃電落雷偵測系統(TLDS, Total Lightning Detection System)，以即時顯示閃電資訊，可作為劇烈天氣發生的指標。另外，於颱風系統接近台灣本島鄰近海域時，監測系統可即時提供颱風中心定位資訊，隨時掌握颱風結構與對流雨帶的變化，對其會帶給台灣的影響保持警戒。藉由網路傳輸將資訊提供至防、救災單位，以作為天氣災害決策與警訊發布的參考，藉以降低民眾的生命財產損失。



圖4-56 中央氣象局劇烈天氣監測系統 QPESUMS 首頁畫面

過去丘等(2004)已對 2002 ~ 2004 三年降雨個案進行評估，發現雷達估計雨量在經雨量站修正下具有其準確度。丘(2004)更針對 2004 年 7 月 1 日 ~ 2 日敏督利(Mindulle)颱風與 8 月 23 日 ~ 25 日艾莉(Aere)颱風兩個案，在經由雨量站校正的情況下，不論所累積降雨量多寡，皆會相當接近實際降雨量，亦可明顯看出雷達降雨估計經雨量站校驗後的改善情況。丘(2005)也另針對 2005 年 6 月 12-17 日西南氣流個案，7 月 16-21 日海棠(Haitang)颱風個案，8 月 3-6 日馬莎(Matsa)颱風個案及 8 月 31 日至 9 月 1 日泰利(Talim)颱風個案等四個個案分析其雷達降雨估計結果，顯示雷達

降水估計雖偏低，但降雨隨時間的變化都可掌握。

近年來水利署利用 FEWS\_Taiwan 平台完成全台 26 流域洪水預報系統的建置工作，並陸續使用水利署既有測站與氣象局 QPESUMS ,WRF, ETQPFS 等不同觀測與預報降雨組合資訊作為洪水預報的降雨量資料來源。

### 三、FEWS (Flood Early Warning System)平台簡介

FEWS (Flood Early Warning System)是由荷蘭 WL|Delft hydraulics 所開發的系統，在系統開發的初期，著重在使用者介面與水文水理模式的結合；近來則逐漸朝向天氣預報、收集雷達回波資料與即時水文氣象資料、另一個重點則是 FEWS 匯入及處理資料的流程設計。因此目前 FEWS 主要的技術在於資料庫的發展、水文水理模式的整合、即時資料的處理三方面，而最大的挑戰在於如何整合龐大的資料群，並將資料與各種的模式結合。

為達到設定的三種功能，FEWS 採用模組化設計，如圖 4-57，敘述如下：

1. 資料庫模組(Database Module)：負責整合所有整類的資料，如時序資料、空間格網資料，並控制 FEWS 中的資料流程。
2. 匯入模組(Import Module)：可讀取線上遠端資料庫即時的氣象雨水文資料，並且有處理時間序列資料的能力。
3. 驗證模組(Validation Module)：由於匯入的資料在進行預報工作前必須經過非常小心的驗證，而驗證模組有能力檢查大量資料中的不合理值或離群值。
4. 內插模組(Interpolation Module)：提供空間內插的方式產生新資料，用以補遺缺少的資料，確保氣象與水文資料的連續性。
5. 模式模組(Model Wrappers)：具有包裝水文水理模式的能力，讓 FEWS 可以整合各種模式。
6. 報告模組(Report Module)：可讓使用者自訂輸出報表資料的格式。
7. 使用者介面(User Interface)：幫助使用者完成各種預報前的準備工作，採用易懂的圖形與地圖顯示方式，降低操作 FEWS 的使用門檻。

### 四、FEWS\_TAIWAN現況

FEWS\_TAIWAN 是基於 FEWS 系統，針對台灣的特性設計簡化的預報流程，包括模擬專案的建立、歷史水文資料的匯入、加入河川縱剖面圖之展示功能，並且建立中文化使用介面。

FEWS\_TAIWAN 的系統架構如圖 4-58，外部資料 (External Data Sources) 經由網路的方式傳輸到本機端彙整，經過驗證模組、內插模組的功能確認資料的完整與正確性，資料透過模式模組轉換成模式的輸入檔案格式，啟動模式進行預報工作。

FEWS 中最重要的工作便是資料處理，包括如何從遠端擷取資料，本機端系統讀取、轉換資料，或是利用 HYMOS 編輯資料庫。資料處理的架構如圖 4-59，遠端伺服器可以是任何種類的 SQL Server，如氣象局降雨資料、氣象局雷達資料、水利署資料庫等，使用者可以設定欲擷取資料的時間，FEWS\_TAIWAN 自動連線至各 SQL Server 擷取資料，並將所有資料分類存成『HYMOS Transfer Database』。『HYMOS Transfer Database』是 MS Access 檔案，FEWS\_TAIWAN 提供 Import 的功能，可從完整的資料庫檔案中拿取某一段時間的資料，進行分析、處理、預報的工作。

除了 FEWS 可以讀取『HYMOS Transfer Database』之外，WL|Delft hydraulics 所開發的另一套軟體【HYMOS】也可讀取這種資料庫檔案，與 FEWS 不同的是，【HYMOS】是專門處理氣象水文資料的軟體，較偏向資料庫管理系統，但在處理氣象水文資料的能力十分強大，因此水利署在 FEWS\_TAIWAN 開發初期，便是利用【HYMOS】轉換原本 SQL Server 內的資料至『HYMOS Transfer Database』。

FEWS\_TAIWAN 目前開發完成的畫面如圖 A-4，主要完成淡水河流域(圖 4-60)與濁水溪流域(圖 4-61)的資料建置，而其他資料如地下水與下水道、氣候及海岸資料、水位站、監視網等資料皆已經完成，且系統的中文化介面已經趨近完成。系統的操作流程概述如下：

執行 Import：設定匯入資料的日期，系統會由『HYMOS Transfer Database』中取得此段的資料匯入 FEWS 中，如圖 4-62。

觀看資料：使用 FEWS 所提供的地圖介面(圖 4-63)，點選相關點位與資料項目後，便出現圖形表格(圖 4-64)，若點選兩項資料則出現比較圖，圖中同時包含兩測站的資料，

如圖 4-65。

選擇預報流程：針對不同流域的特性，在設計流程時便已經將各流域的參數輸入，因此在 FEWS 中只需要選擇預報時間或是初始狀態與預報長度，FEWS 便會依據設定匯出資料檔案後啟動 SOBEK 執行預報計算，如圖 4-66。

選擇預報結果：FEWS 提供預報管理的功能，紀錄 FEWS 啟動模式計算的結果，使用者可依照需求點選後，系統便將相關模擬結果呈現於畫面中，如圖 4-67。

觀看預報結果：如同觀看資料一般，於地圖介面點選相關資料項目後，便出現圖形表格呈現預報結果，如圖 4-68。

在水利署 2003 年「水文氣象資訊與水文水理系統模式整合之研發(2/2)」報告中，已經針對 SOBEK 進行初步測試，採用淡水和流域 160 公尺 X 160 公尺的格網模擬象神颱風期間的淹水範圍，證明 SOBEK 在結合一維河川運算後所表現的浸淹情形範圍，對於淹水區域之分析具有相當的助益。因此透過 FEWS 系統整合資料庫與淹水模式，使兩者在結合上更具彈性與緊密性，達到更快速且準確預報的目標。

FEWS 中有許多模組，而這些模組都必須讀取一些已經設定的參數值，以便呈現正確的資料與畫面。在 2003 年，FEWS\_TAIWAN 屬性參數是用檔案的方式存放於跟目錄或 Setting 資料夾中；2004 年則全面改版成 XML 格式，並存放在 Config 目錄中，更方便系統維護者改變系統參數。

FEWS\_TAIWAN 目前擁有良好的整合能力，從處理即時資料至執行預報工作皆有適當的控制模組，而未來除了加強軟體的圖形介面外，也需要針對各個研究區域的特性設定工作流程及參數，使預報系統的價值可以發揮到極致。

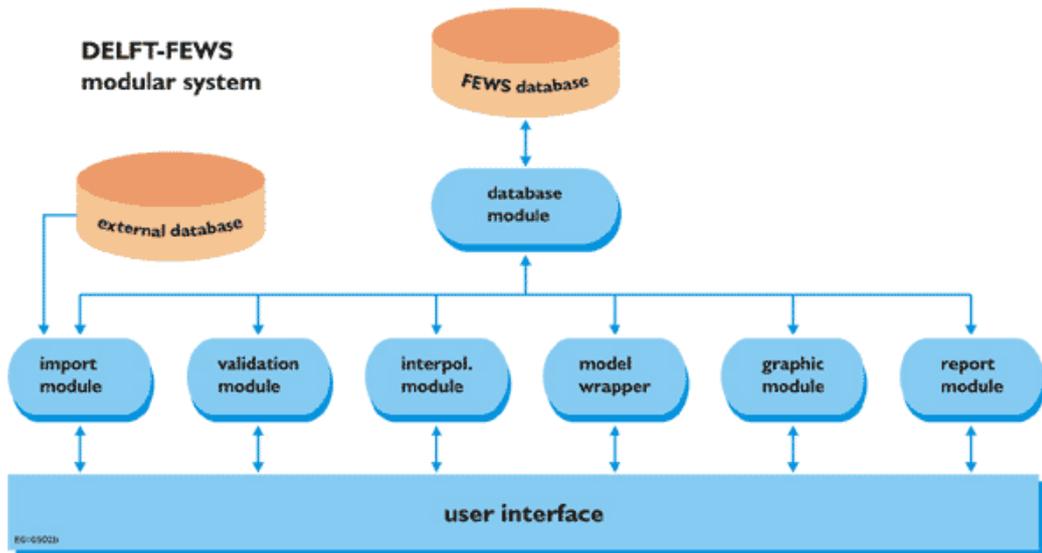


圖4-57 FEWS模組架構

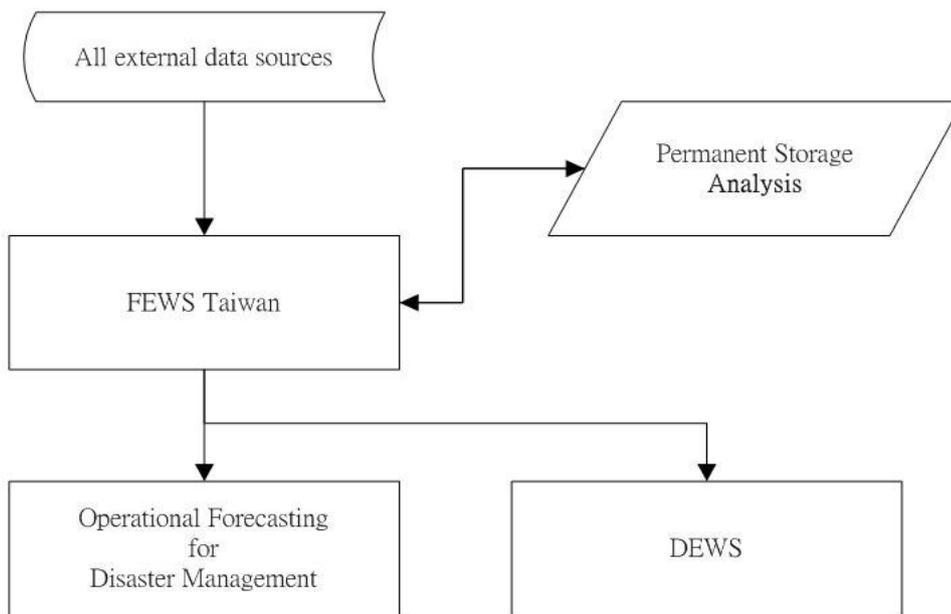


圖4-58 FEWS\_TAIWAN系統架構圖

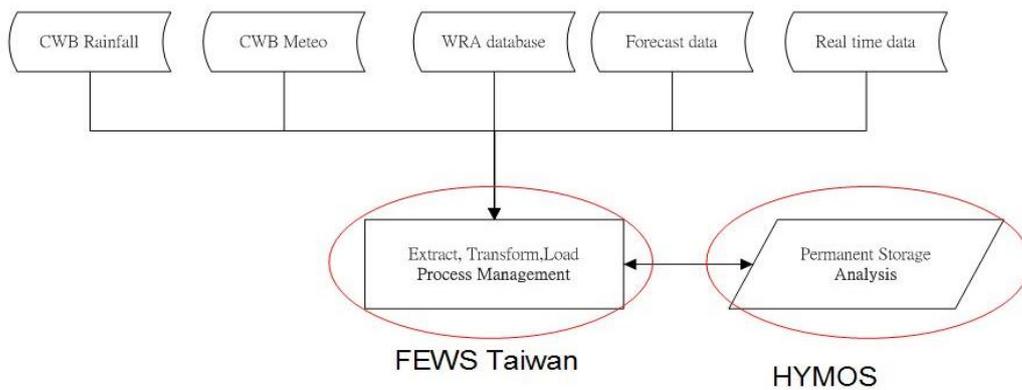


圖4-59 FEWS 資料處理架構圖

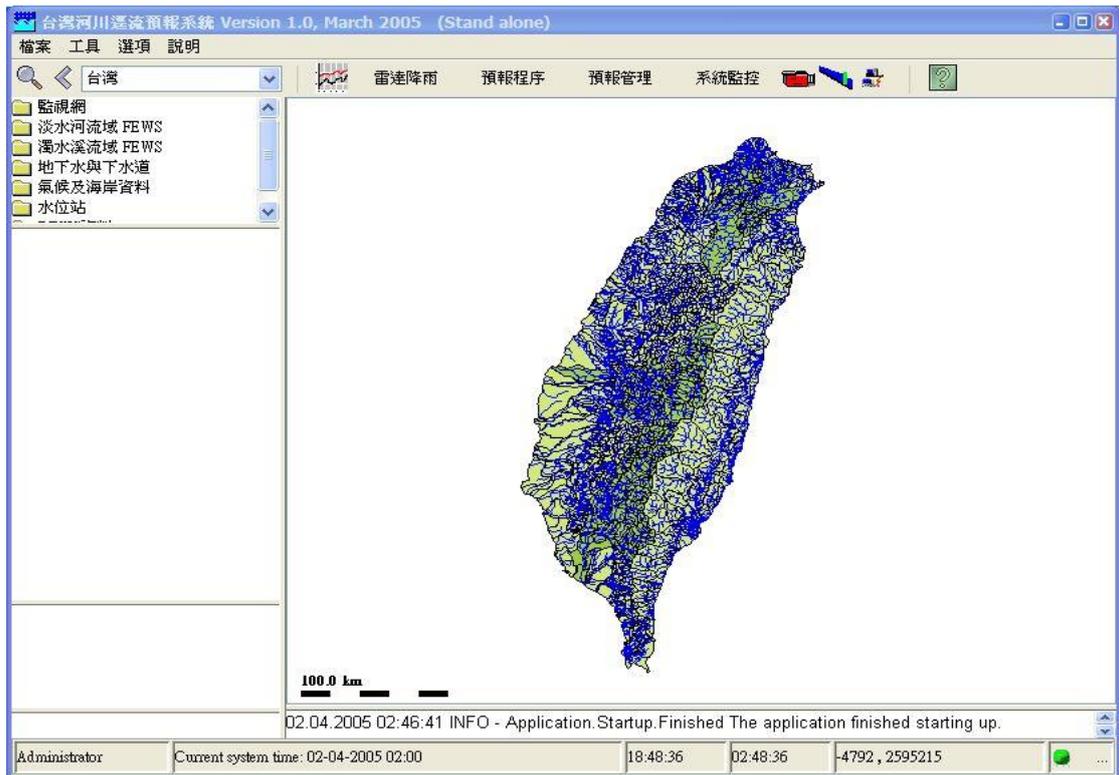


圖4-60 FEWS\_TAIWAN

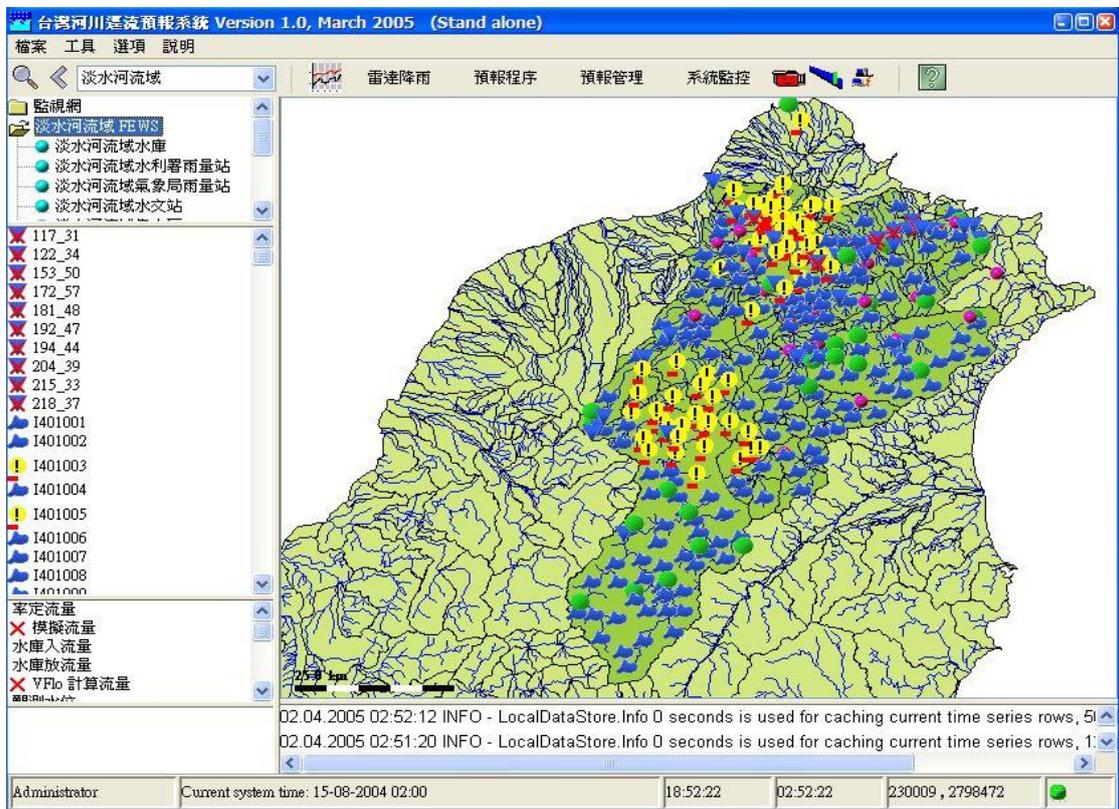


圖4-61 淡水河流域FEWS

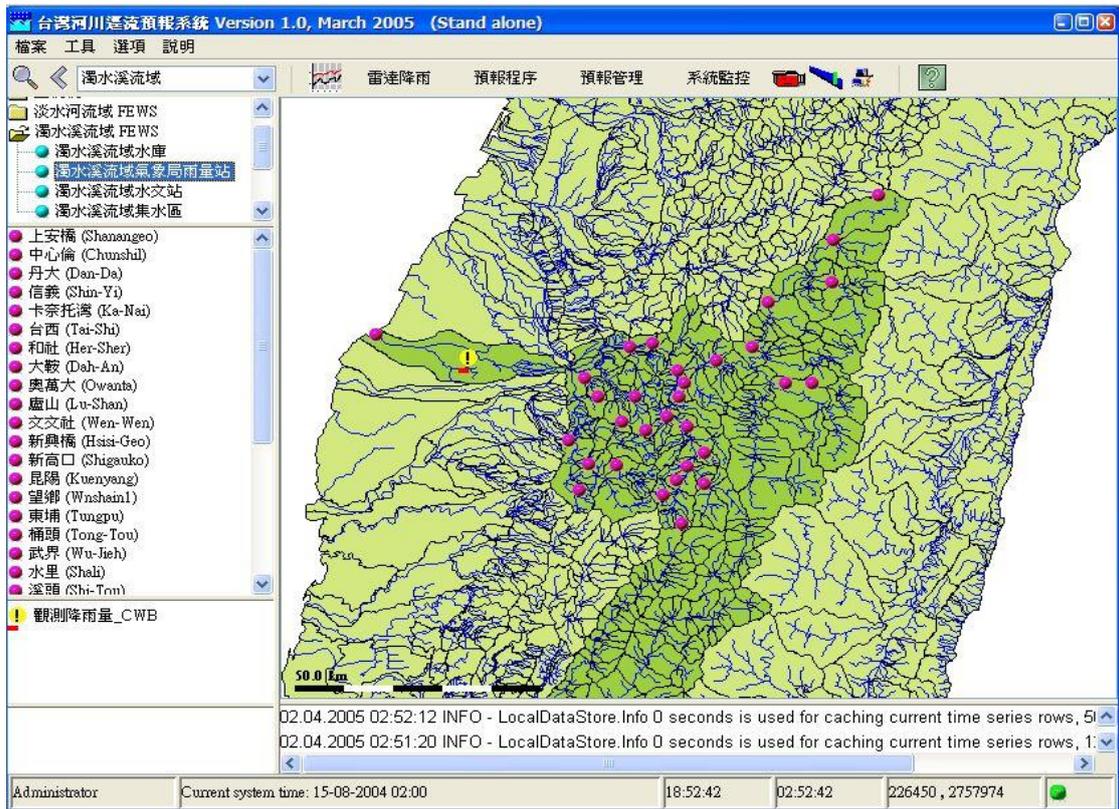


圖4-62 濁水溪流域FEWS

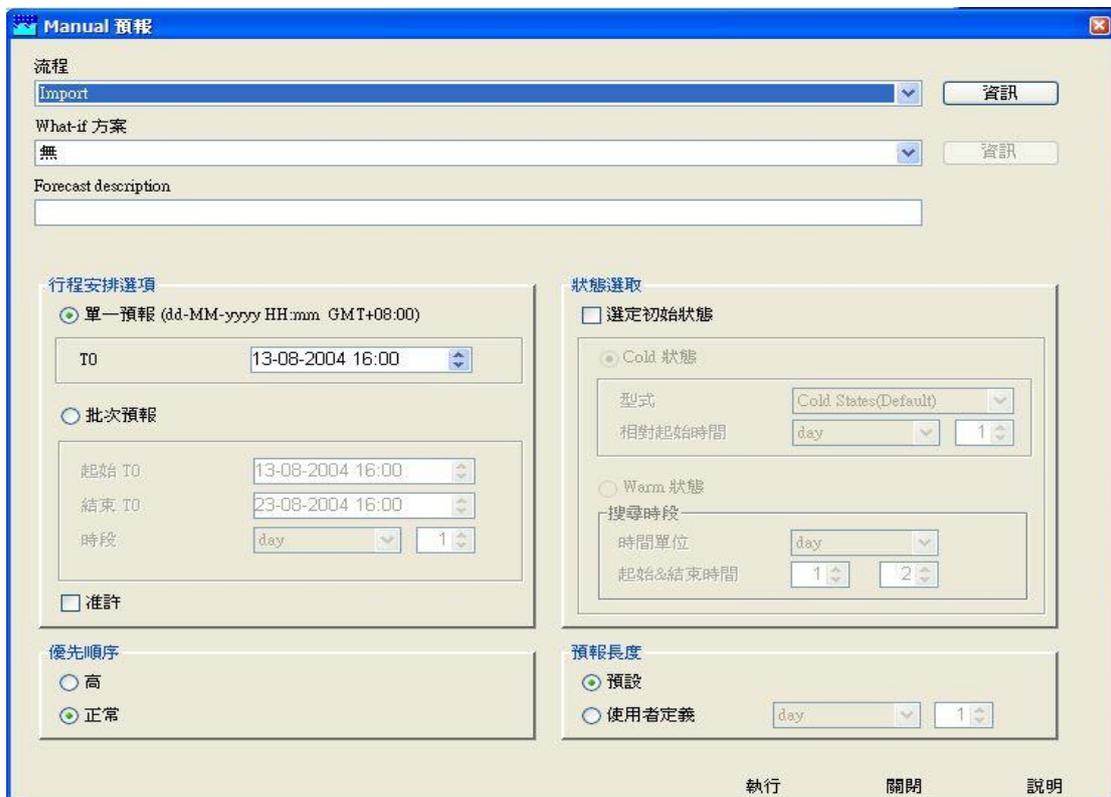


圖4-63 輸入流程

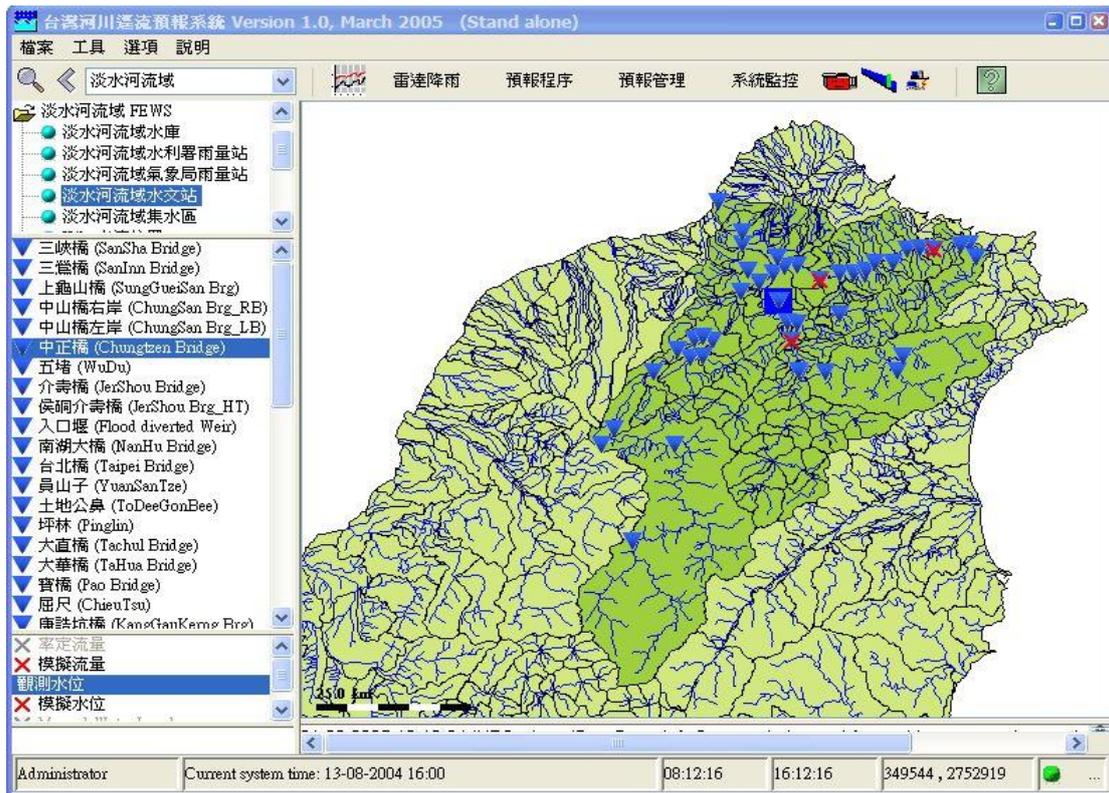


圖4-64 地圖資訊介面

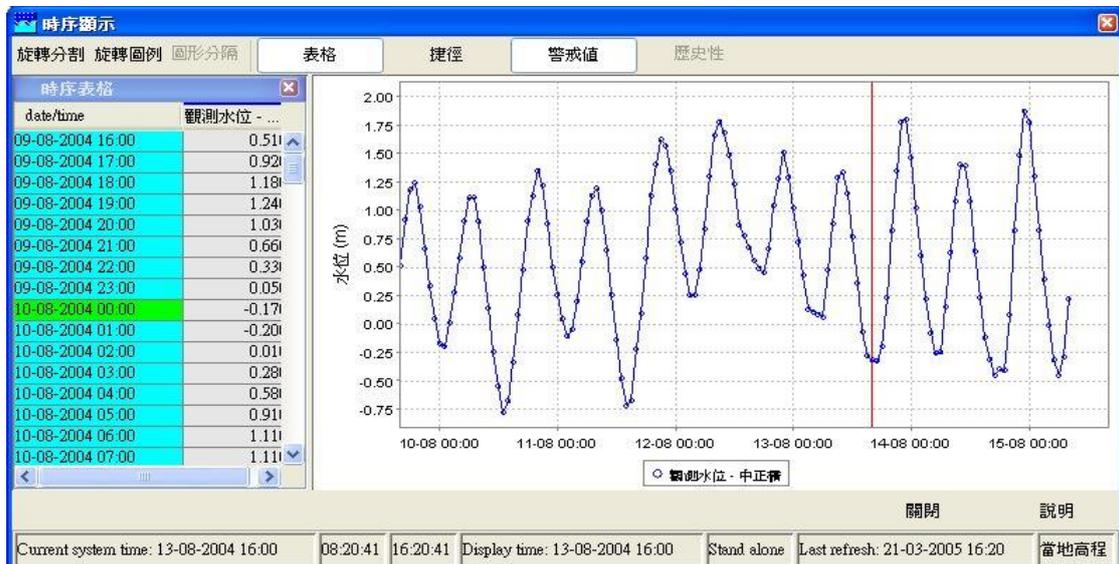


圖4-65 觀測水位資料

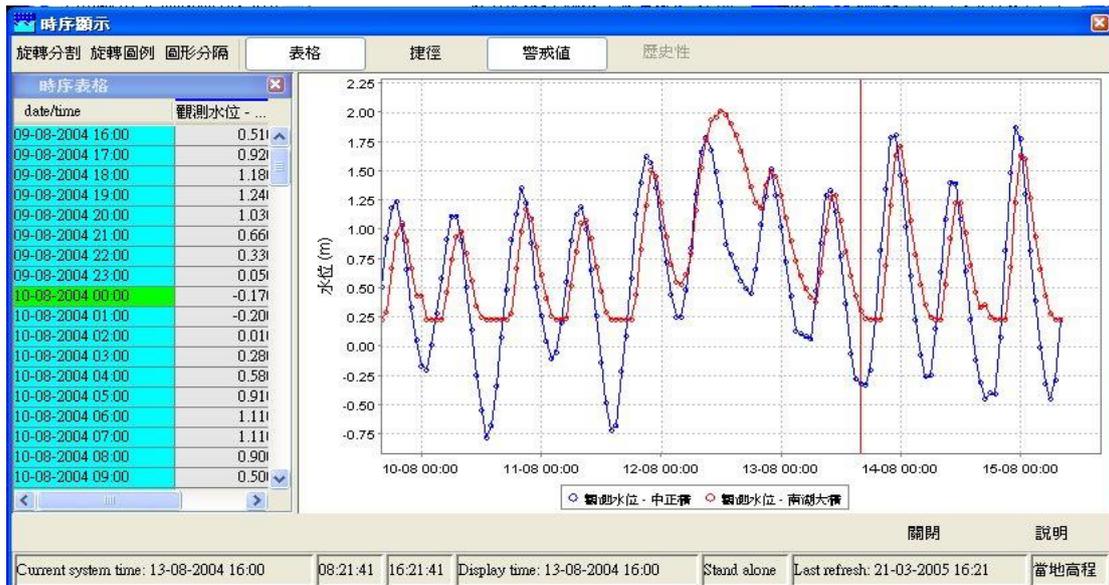


圖4-66 同時比較兩測站的資料

圖4-67 選擇預報流程

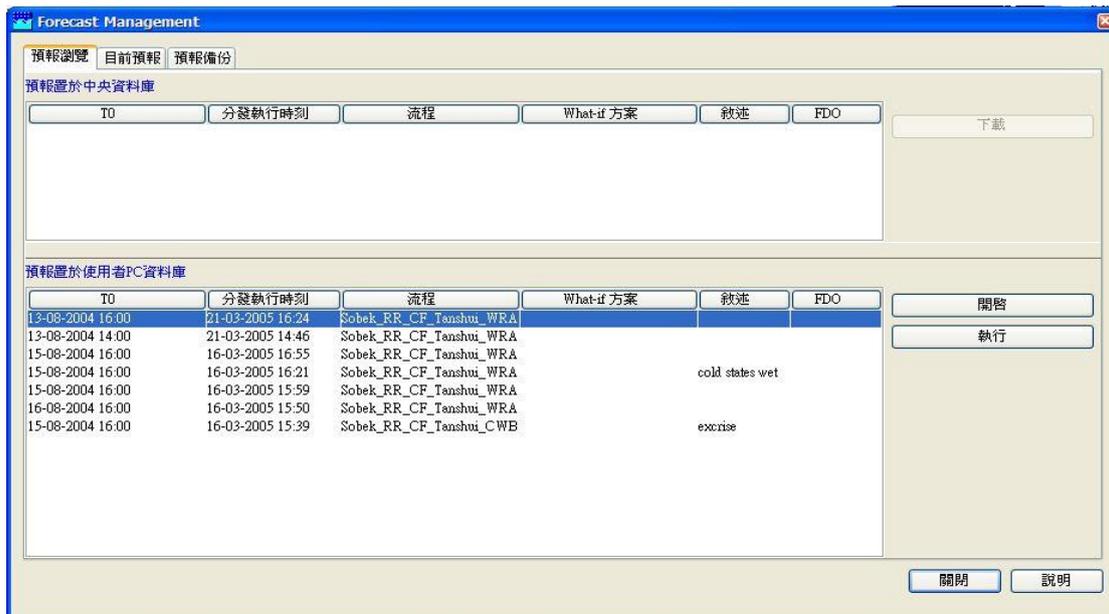


圖4-68 預報管理介面

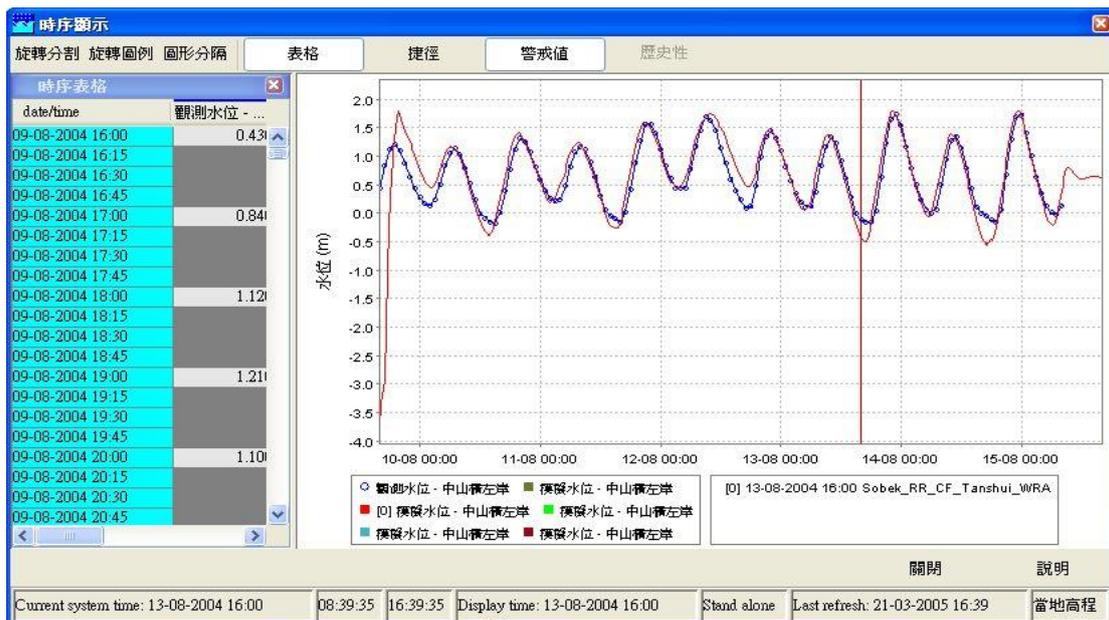


圖4-69 預報結果

## 五、北區地區上游集水區控制點潛能水量與觀測方式建議

北區上游集水區水文觀測資料多半不齊全，因此本計畫採用水利署與荷蘭 Deltares(前身 Delft Hydraulics)合作發展功能強大之 FEWS\_TAIWAN 作業平台，針對北水局轄管之流域，利用 FEWS 平台降雨資料和 SOBEK 降雨逕流模式，建構集水區上游每月中低逕流量預測並提出控制點位建議。

### (一)各分區供需水現況

#### 1.淡水河區

淡水河地區係包括台北市全境與部分新北市、桃園區域。

除台北市區外，尚涵蓋了新北市所轄三重、中和、永和、新店四市及汐止鎮橫科、宜興、北山、忠山、環河、福山及東勢等七個里，早年地下水亦為本區重要水源，然因超抽造成地盤下陷致成為地下水管制區，現今自來水水源為地面水，主要來源為新店溪流域水源，翡翠水庫為北部區域最大水庫，可有效調蓄豐水期餘水供枯水期使用。台北地區用水量於未來不見成長，至目標年 110 年時用水量為每日 212.8 萬噸，而台北地區之地區性水源為每日 8.1 萬噸，在翡翠水庫與南勢溪水源聯合運用下供水量可達每日 321.6 萬噸(滿足第二枯年用水及平水年)，表示台北地區於民國 110 年前不致出現缺水現象，並有約每日 109 萬噸之水量可供調配支援鄰近用水分區。

板新石門地區包括新北市之八里、五股、蘆洲、泰山、新莊、林口、樹林、板橋、土城、三峽、鶯歌等市鄉鎮、桃園縣全部及新竹縣之湖口、新豐鄉，本區由石門水庫及鳶山堰水源供應每日 123 萬噸，而民國 85 年時之需水量即已達每日 135.2 萬噸，不足部分即已由大漢溪與新店溪水源聯合調度，民國 89 年三峽堰供水後雖將增加每日 25 萬噸，並不足以滿足本分區用水需求的增加，可見僅依賴大漢溪水源並不足以供應本地區之用水，須由水源較為豐富之台北地區引新店溪水源以區域支援之方式設法滿足用水需求，未來板新石門地區用水宜由大漢溪與新店溪水源聯合運用供應。



圖4-70 淡水河區水系

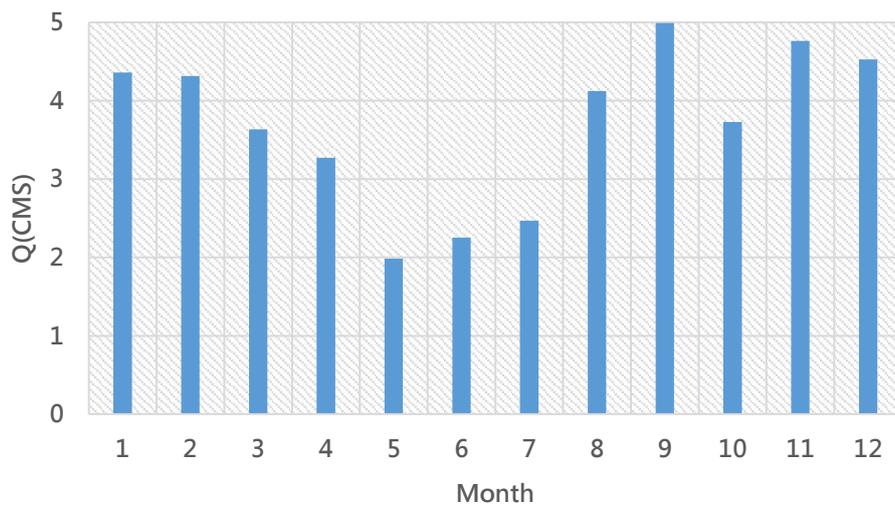


圖4-71 大豹溪每月中低流量平均(SOBEK)

## 2. 蘭陽區

蘭陽地區係包括宜蘭縣全境與部分新北市區域。宜蘭地區自來水水源以地下水及地區性水源為主，民國 85 年自來水供水能力為每日 16 萬噸，可滿足當時的需水，在粗坑簡易堰及新城溪抽水站，可增加穩定供水量約每日 5 萬噸，而羅東溪堰可再增加供水量約每日 20 萬噸，將可滿足宜蘭地區民國 110 年及以後之生活及工業用水需求。即使水文狀況不佳，遭遇十年一缺的乾旱情況，仍可提供足量的供水，使得宜蘭地區的供水穩定度大幅提高。而在若干偏遠地區，由於地緣接近水源且水質尚佳，並不須捨近求遠，另行連接現有管網，僅須於局部地區興建小型供水設施即可。



圖4-72 蘭陽區水系

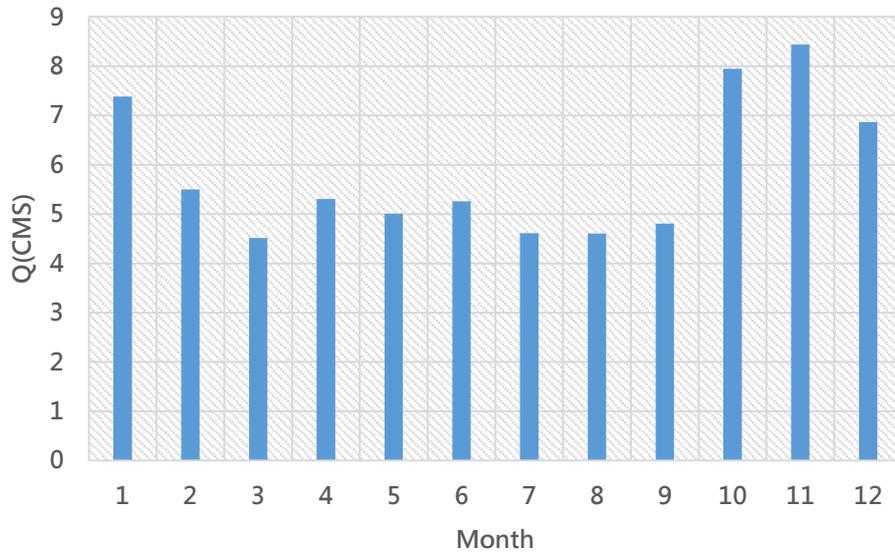


圖4-73 蘭陽溪上游每月中低流量平均(SOBEK)



圖4-74 蘭陽溪流量站分布

蘭陽溪建議測量方式：蘭陽溪中上游溪流呈網狀亂流；有砂石場，導致下游斷面易變，建議往上游或以 ADCP 巡測。可選擇既有流量站家源橋做為控制點。

### 3. 花蓮區

東部區域包括花蓮縣，區域內之重要河川有立霧溪、花蓮溪、秀姑巒溪。東部區域水資源之開發利用，以往因本區域之河川均屬流短坡陡且輸砂量大，除台電及花蓮、台東農田水利會所屬之小型發電用調整池及灌溉用池埤外，尚無水庫之建設。花東縱谷為東部區域最主要的地下水蘊藏地區，天然補注量每年約6.4 億噸。該區域水資源之流量豐枯比約為 3 比 1(76:24)，豐枯分配仍不甚平均，且由於受地形影響，被河川、山岳切割，致水源規模小及分佈零散，各供水區管線不易聯通互相支援，無法達成區域聯合運用的目的，除積極推動節約用水以降低用水需求外，可朝開發區域水源達到自給自足之目標著手，並可利用地緣優勢構築攔河堰抬高河川水位以利於引水。



圖4-75 花蓮區水系



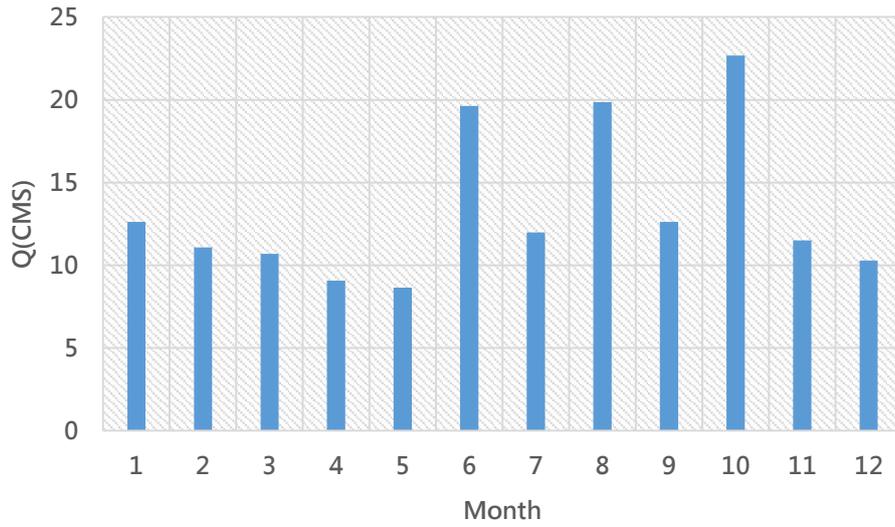


圖4-78 秀姑巒溪上游每月中低流量平均(SOBEK)



圖4-79 秀姑巒溪上游流量站分布(灰圈處水位站)

秀姑巒溪上游既有流量站如圖 4-79 所示，以水資源開發角度來論，選擇秀姑巒溪上游之玉里大橋流量站較為適合。而玉里大橋已有既有流量站，且位於斷層上，高程逐年些微上升，以 ADCP 巡測較為合適。崙天大橋已有既有流量站，坡陡、豐期常氾濫成災(斷面易變)，以 ADCP 巡測配合現有觀測資料較為合適。

#### 4. 桃園區

桃園地區包括南崁溪、鳳山溪(不考慮淡水河區之水系)。南崁溪上游有工業區、砂石場，加上工程施工，這一帶屬於嚴重污染區，大檜溪橋處有排水溝直接排入工業區與桃園市區之家庭污水，河水污染程度又較上游的河川更為嚴重。而鳳山溪上游鄰近友達、華映公司廠區，廢水皆排入霄裡溪中，不適合作為水資源開發區域。

鳳山溪建議測量方式：鳳山溪上游既有水位站如圖 4-81 所示，以水資源開發角度來論，選擇鳳山溪上游之關西較為適合。但鳳山溪最上游匯流點已有關西水位站且屬水公司第三區管理處取水位置。

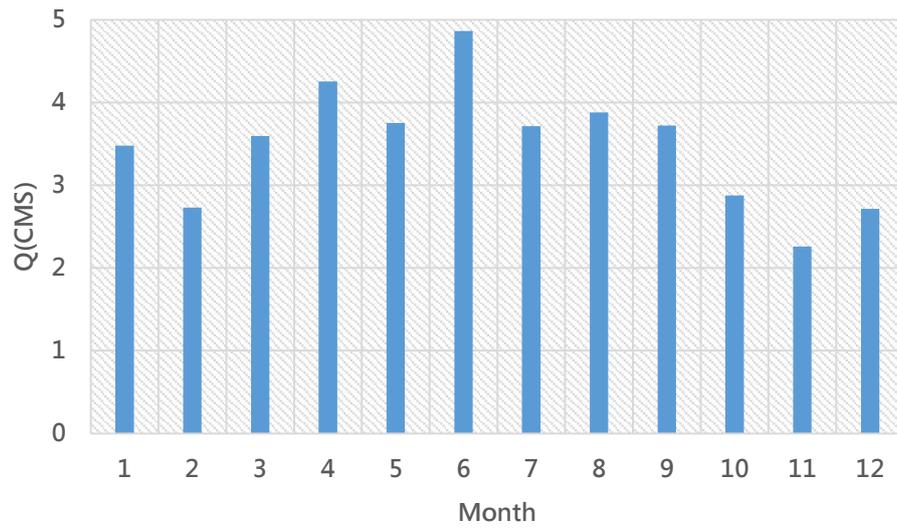


圖4-80 鳳山溪上游每月中低流量平均(SOBEK)



圖4-81 鳳山溪上游水位站分布

## 5. 新竹區

新竹地區水資源之供給係以地表水為主、地下水為輔，其中地表水主要取自水庫及由河川引水，地下水則由各地區民眾及供水單位運用。在自來水供水系統方面，新竹地區自來水供水系統配合區域水源調配，水供應由寶山水庫、寶山第二水庫及頭前溪隆恩堰等水源聯合運用，每日可供應大新竹地區約 52 萬噸之用水，並配合園區、廠商蓄水設備（合計約 40 萬噸）及永和山、石門水庫多方向供水，建立水資源移轉之市場機制，使水資源得以充分利用，將可滿足新竹地區至 2021 年民生及工業用水需求。另目前竹科已自來水公司及農田水利會已簽定契約，於每年一、二期稻作整地插秧期移用農業用水約 350 萬噸調節水資源供應。



圖4-82 新竹、桃園區水系

北部區域各分區中蘭陽、花蓮地區因受地理環境阻隔，可視為獨立系統，而淡水河區中台北部分之供水最為不虞匱乏，尚有餘裕可支應鄰近地區之用水，其他地區用水若僅以該地區之區域性水源供應，皆呈現缺水之景況，最終須仰賴台北地區提供水源進行區域間之支援，用水方不致出現問題。也由於寶山第二水庫已供應新竹科學工業園區之用水需求，同時受惠於翡翠水庫所提供之龐大水量，北部區域僅局部地區如宜蘭、基隆兩地區仍須以攔河堰、水庫加高之小型

蓄水設施開發所需水量。除此之外，鑑於板新石門等地區工商業成長及大台北都會區之人口成長，為了遠期未來之用水需求，仍須及早就淡水河流域新水資源開發計畫進行研究並進行可行性分析。

表 4-22 為各分區潛能水量與需水人口，根據此表與上述供需水情況顯示，新竹區與淡水河區(板新石門地區)仍有開發之必要，考慮遠近與開發成本，建議選擇三峽河上游大豹溪為主要關鍵開發區域，新竹地區水質較為乾淨之頭前溪與大漢溪之上游打鐵坑溪為輔。

表4-22 各分區潛能水量與需水人口

分區	流域	測站	(年)蘊含水量	壩	堰	人口數
蘭陽區	蘭陽溪	家源橋	195	2	4	45 萬
	南澳溪	山腳	82			
	和平溪	和平北溪	306			
	雙溪	雙溪(2)	257			
花蓮區	立霧溪	綠水	419	5	x	33 萬
	秀姑巒溪	卓清合流	663			
	花蓮溪	馬鞍溪	200			
桃園區	南崁溪	南崁溪橋	140	4	1	259 萬
新竹區	鳳山溪	新埔(2)	110			
	頭前溪	內灣	116			
	中港溪	南庄(2)	86			
淡水河區	三峽河	三峽(2)	<b>104</b>	<b>10</b>	2	668 萬
	打鐵坑溪	X	<b>3.31</b>			
	淡水河	x	<b>x</b>			

註：淡水河水系主要集水區新店溪已建水源開發設施翡翠水庫故不列出可開發潛能水量區域

但由於上游集水區水文觀測資料多半不齊全，因此本團隊採用水利署與荷蘭 Deltares(前身 Delft Hydraulics)合作發展功能強大之 FEWS\_TAIWAN 作業平台，針對北水局轄管之流域，整合該流域利用 FEWS 平台和 SOBEK 降雨逕流模式，建構集水區中低逕流量預測(如圖 4-73 所示)。

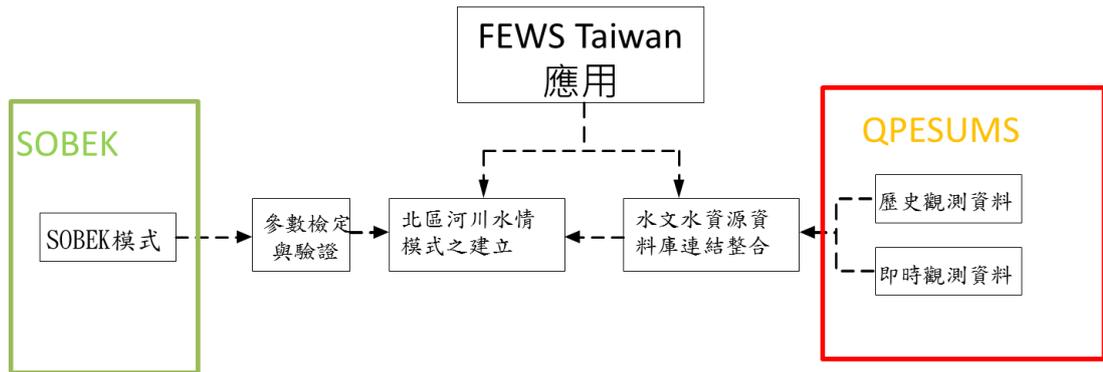


圖4-83利用FEWS、SOBEK、QPESUMS推估控制點流量

## (二) 關鍵區域上游控制點

在以模式推估各區潛能水量之前，本團隊針對第三章關鍵開發區域觀測資料與模擬值比對，其結果如圖 4-84、4-85 所示。

圖 4-84 為模擬大豹溪歷年七月份流量與今年七月實測資料比對之結果，由圖所示降雨事件的影響能充分反映在模式流量模擬之上，表式模式在水文事件模擬基本上與現況符合。該兩條橫線為七月實測流量最大與最小值，在結果上模擬、實測兩者大致符合；圖 4-85 為模擬打鐵坑溪今年七月份流量與實測值比較，結果也式大致相符。

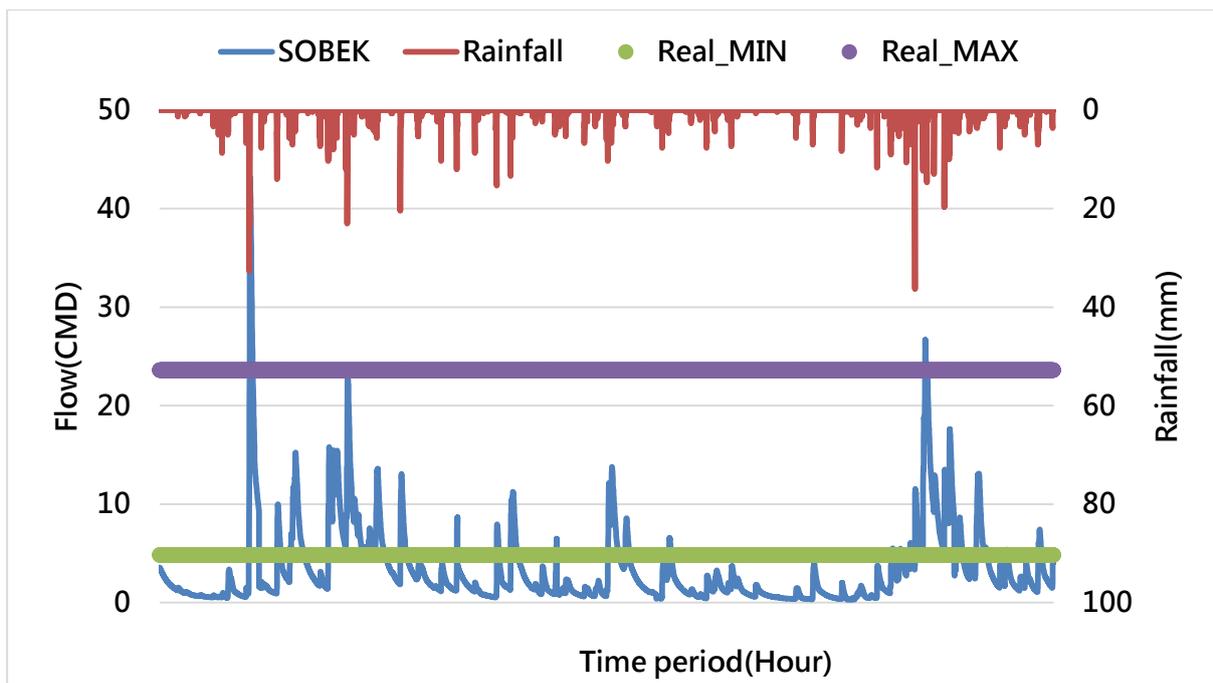


圖4-84 大豹溪測量與模擬結果

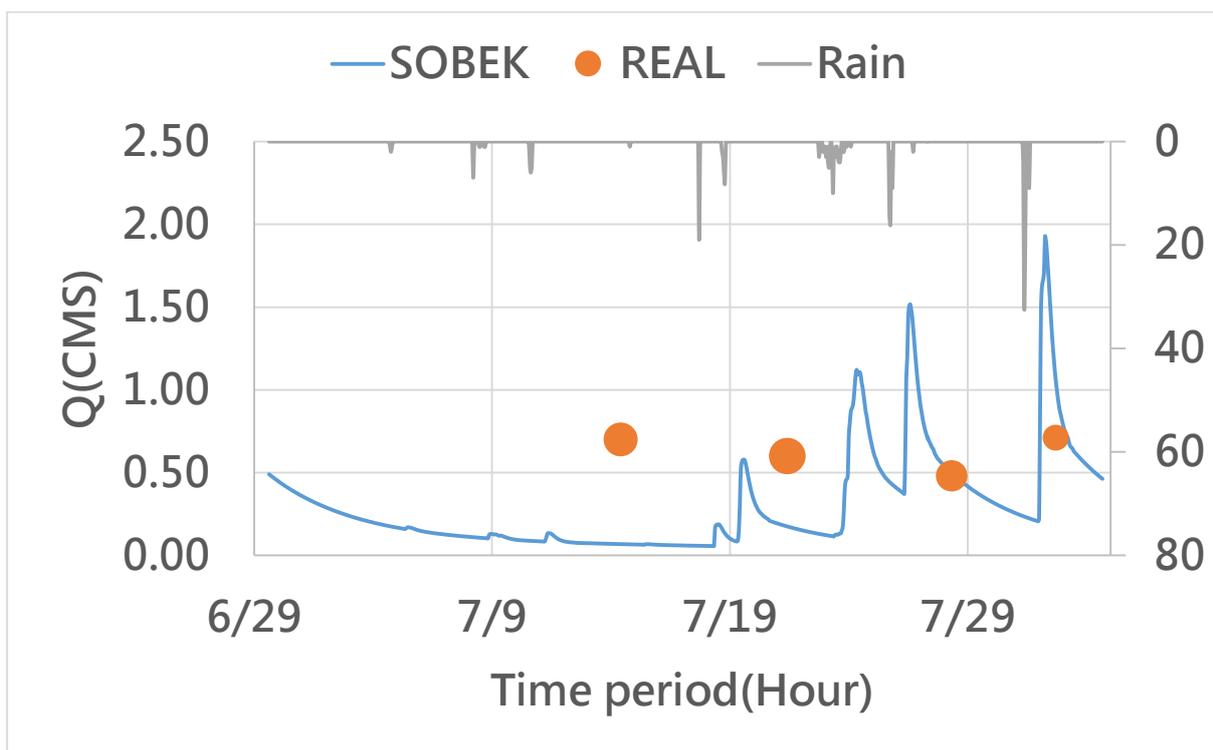


圖4-85 打鐵坑溪測量與模擬結果

### 1.大豹溪選定控制點

大豹溪建議測量方式建議採巡測方式進行流量量測，不建議另設測站：因觀測點處正好位於湊合橋。

直接量測：若水量多或水位夠深時(一般 ADCP 水深需大於 60 公分，或是採用便攜式 ADCP 如圖 4-88 所示)，可以 ADCP 進行巡測；若水位淺，建議以表面流速儀方式進行流速量測。未施測期間之每日流量水位變化，可參考三峽(2)流量站。

間接量測：可在湊合橋架設流量儀，直接量測每日流量。或是架設雷達波水位計，再以人員手持表面流速之方式推估流量。



圖4-86 大豹溪控制點位

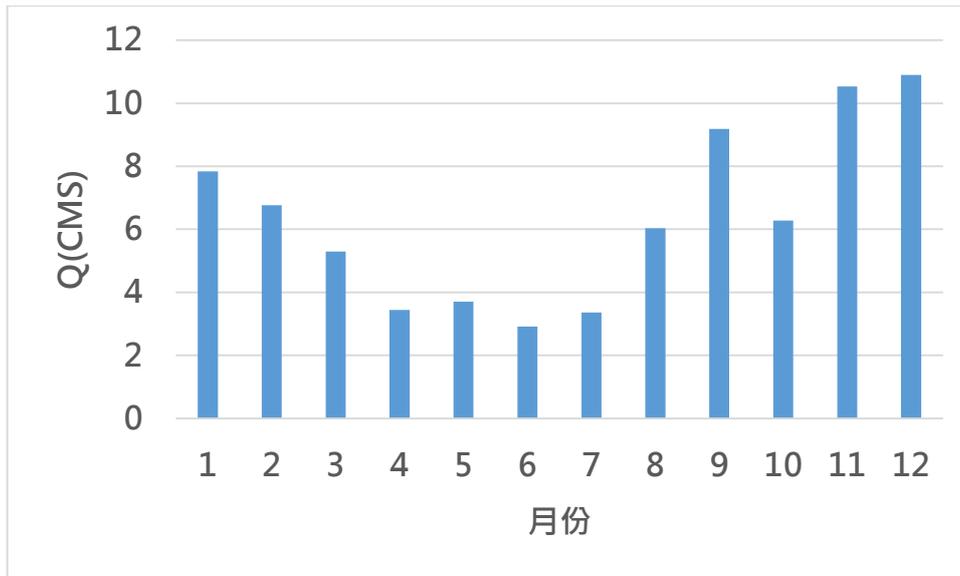


圖4-87 大豹溪每月平均中低流量



圖4-88 便攜式ADCP

## 2.打鐵坑溪控制點

打鐵坑溪選定控制點如圖 4-80：其測量方式建議採巡測方式進行流量量測，不建議另設測站：因平日水深不高，一般水位計容易測不準。

直接量測：若水量多或水位夠深時能採用便攜式 ADCP 能為最佳，但施測點建議改為第一水橋，以利 ADCP 操作；由於水位不深(40~60cm)，也建議以人員操作表面流速儀配合箱尺方式進行流速量測較為簡便。



圖4-89 打鐵坑溪控制點

### 3. 頭前溪上游控制點

頭前溪控制點如 4-80 所示，控制其量測方式建議採巡測方式進行流量量測，不建議另設測站。因控制點處正好位於五峰大橋附近：若水量多或水位夠深時(一般 ADCP 水深需大於 60 公分，或是採用便攜式 ADCP)，可以 ADCP 進行巡測；若水位淺，建議以表面流速儀方式進行流速量測。未施測期間之每日流量水位變化，也可參考下游不遠處之上坪流量站。或是在五峰大橋架設流量儀，直接量測每日流量。

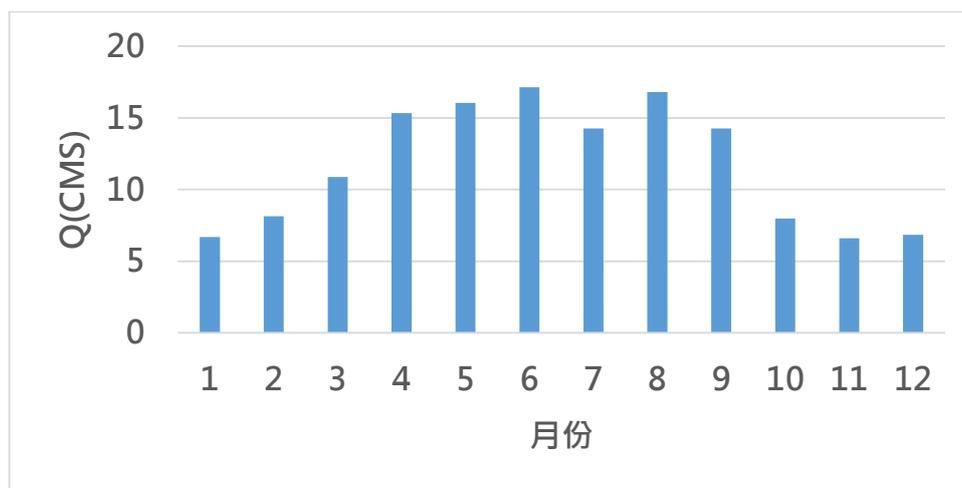


圖4-90 頭前溪上游每月平均中低流量(SOBEK)



圖4-91 頭前溪建議控制點

### 4.3 北區水資源局既有測站技術改善與建議

本節針對北水局現有隸屬測站網系統與參考目前農工中心計畫針對石門水庫集水區觀測網建議方式，並根據經濟部「台灣水文觀測長期發展計畫第二期(104年-109年)」之方向(如下圖 4-92、圖 4-93 所示)，研提局內管轄之測站現有觀測方式為例進行改善與建議。

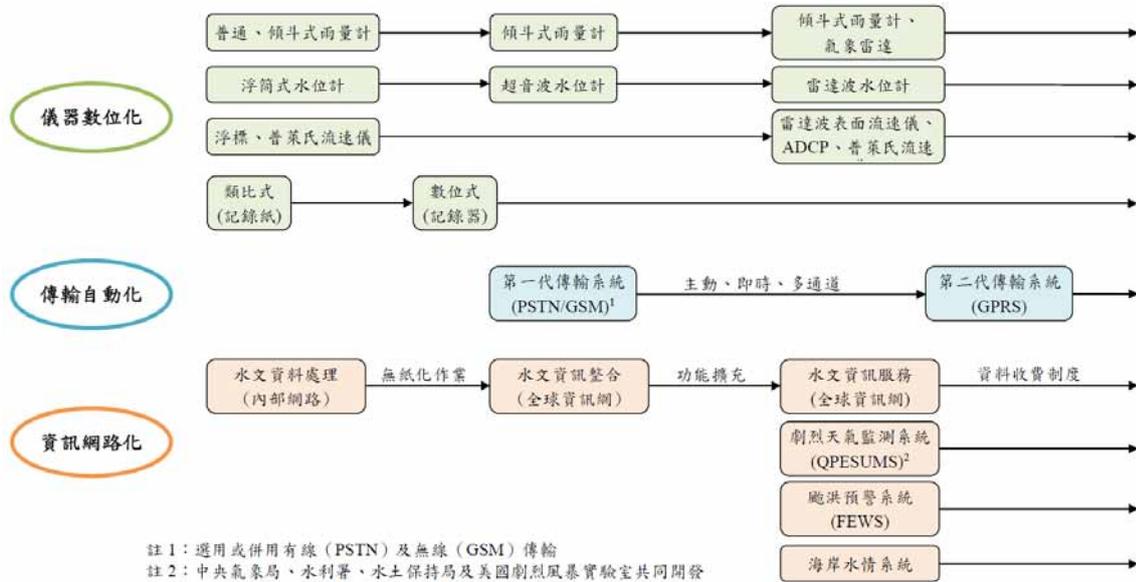


圖4-92 經濟部水文技術改善既定方向(104~109年)

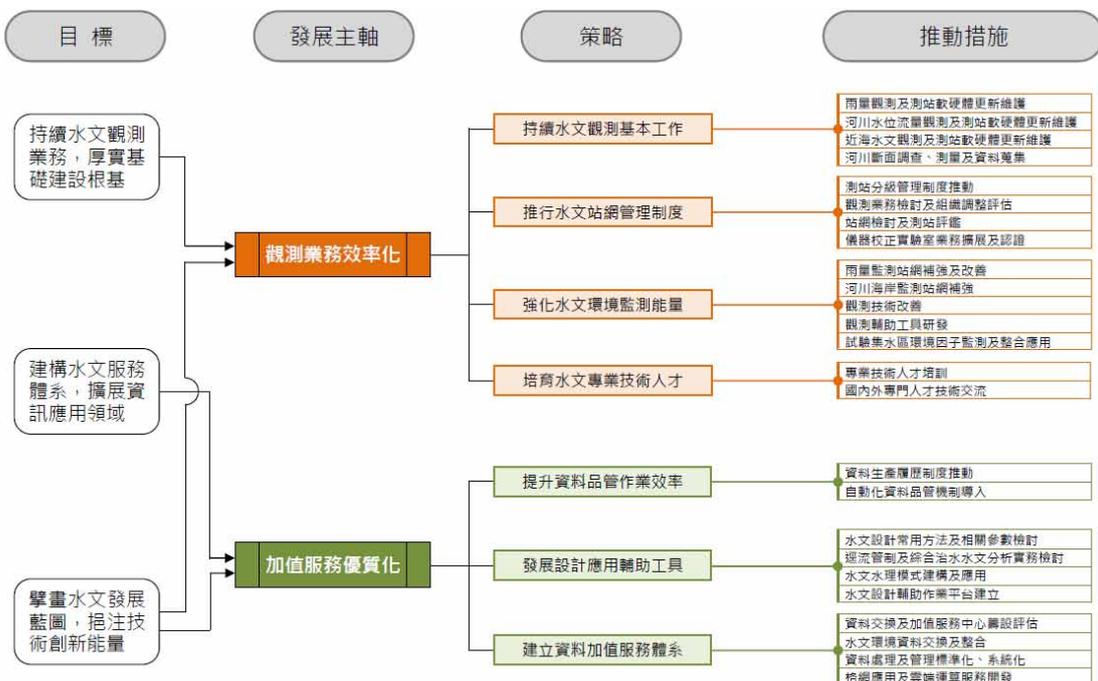
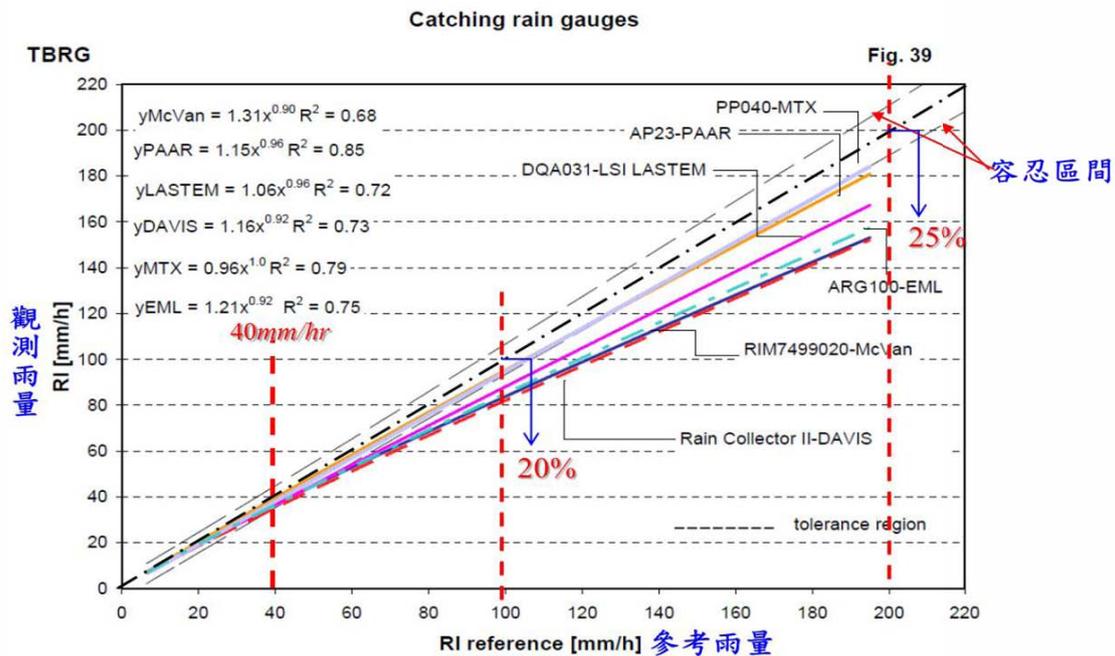


圖4-93 經濟部水文技術改善實施整體架構圖

## 一、雨量

目前局內所轄氣象測站均設置兩種不同廠牌傾斗式雨量計互相比較並作為雨量資料來源，而傾斗式雨量計一直存在著系統性誤差(inherent systematic error)，而且該誤差係隨著降雨強度之增加而增大。根據國外文獻顯示：當降雨強度超過 100mm/hr，傾斗式雨量計低估近 20%；當降雨強度超過 200mm/hr，傾斗式雨量計至少低估 25%以上；事實上，當降雨強度超過 40mm/hr，傾斗式雨量計之觀測值(RI)與參考值(RI reference)即出現低估現象(超出 5%容忍區間 tolerance region)，如圖 4-94 所示。



資料來源：WMO 雨量計田野比對，2009

圖4-94傾斗式雨量計系統誤差造成觀測雨量低估情形

此外，傾斗式雨量計屬捕集型(catch type)雨量計；其捕集雨量之功能極易受地形障礙物之遮蔽效應與環境風場之影響。根據聯合國世界氣象組織(World Meteorological Organization, WMO)於1986年編印之「氣象儀器與觀測方法指南」，雨量計承雨口高度愈高，受風場之影響愈大，觀測雨量差異(低估)量亦愈大。根據文獻報告，風速增加後，將降低雨量捕集率(catch ratio)；當風速達4.4公尺/秒，量測到之降雨量較實際值低17%，當風速達13.3公尺/秒時，則低估值將達60%以上。

傾斗式雨量計由於系統誤差所造成器示值低估現象，由於是可預期的行為，可透過TAF認證檢校機構確定儀器是否有誤差(如下圖4-95所示)。

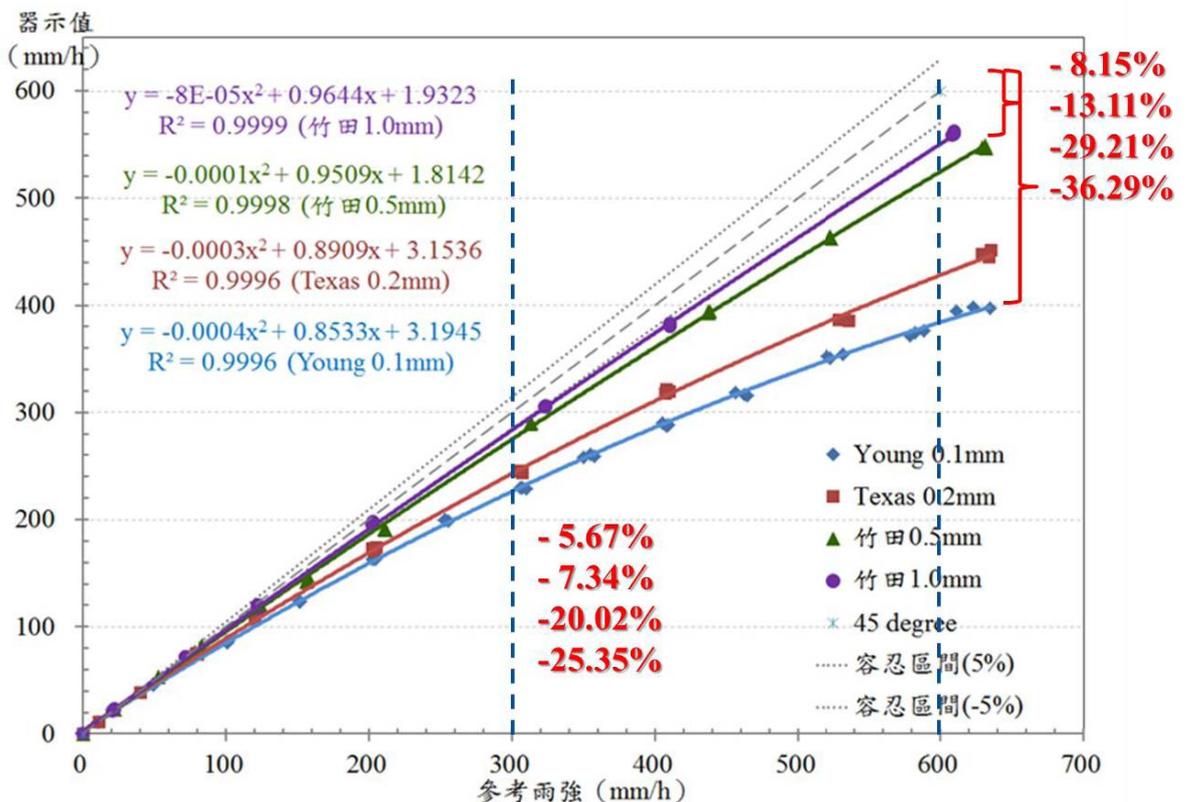


圖4-95 台大水工所檢校實驗室成果

因此，本計畫除儀器本身誤差送檢校之外，也發現記錄器與資料傳輸一直以來也是誤差來源，所以目前署內也為因應水利規劃及防災應變之雨量資訊需求，調整雨量觀測盲區之站網分布，同時配合雨量雷達校驗需求，進行現有偏遠山區雨量站傳輸功能之改善。

由於QPESUMS主要針對極端氣候，所以本計畫以2012年蘇拉颱風事件為例，透過FEWS\_TAIWAN平台比對

當時北水局既有測站雨量資料與以 QPESUMS 系統反推求得雨量站雨量，檢視將雷達降雨結果用於推估局轄測站雨量值之可行性，其結果如下：

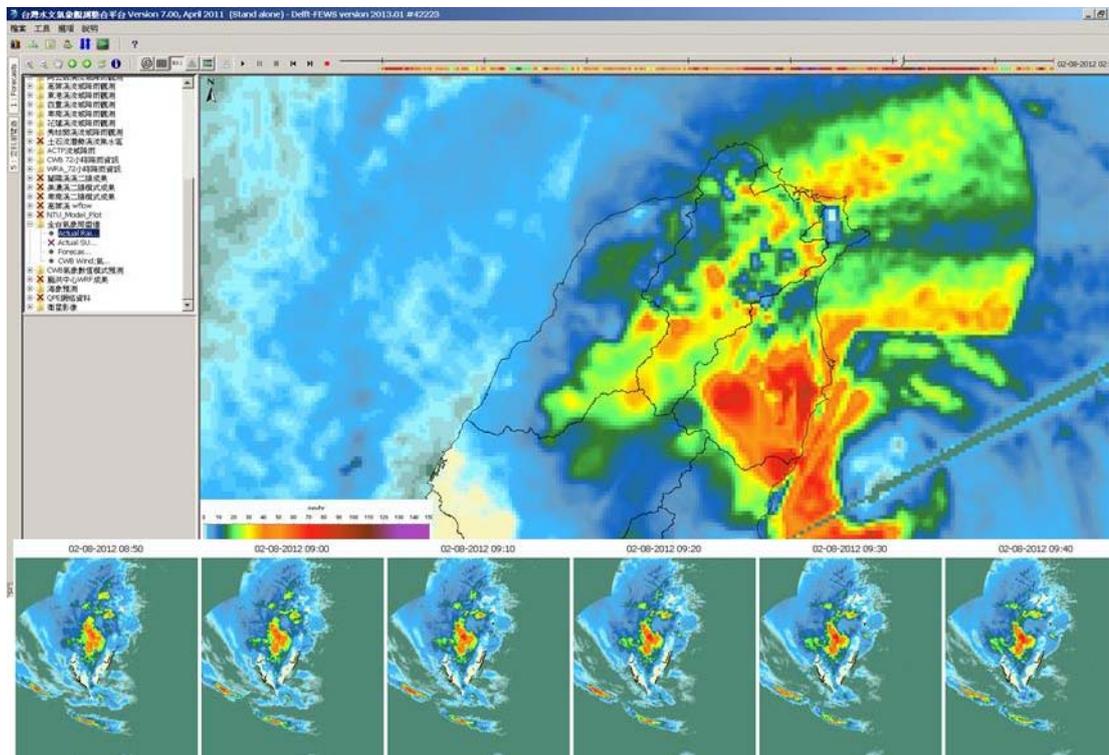


圖4-96 蘇拉颱風QPESUMS雷達降雨圖於北區河川範圍

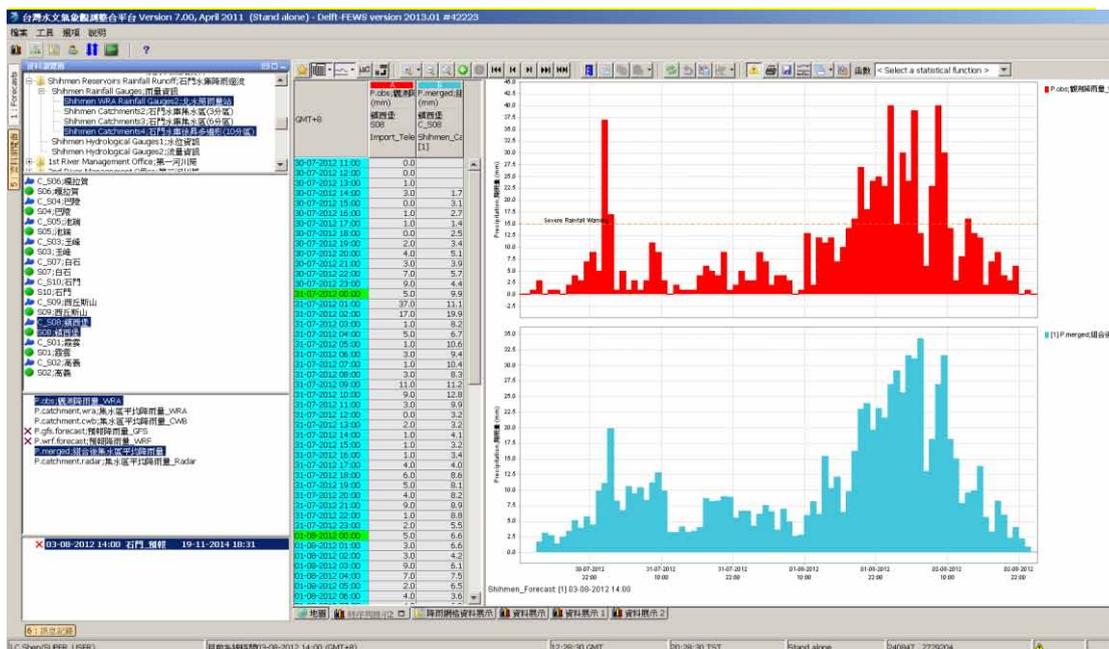


圖4-97 鎮西堡實測 (上)與QPESUMS (下)小時雨量資料直條圖

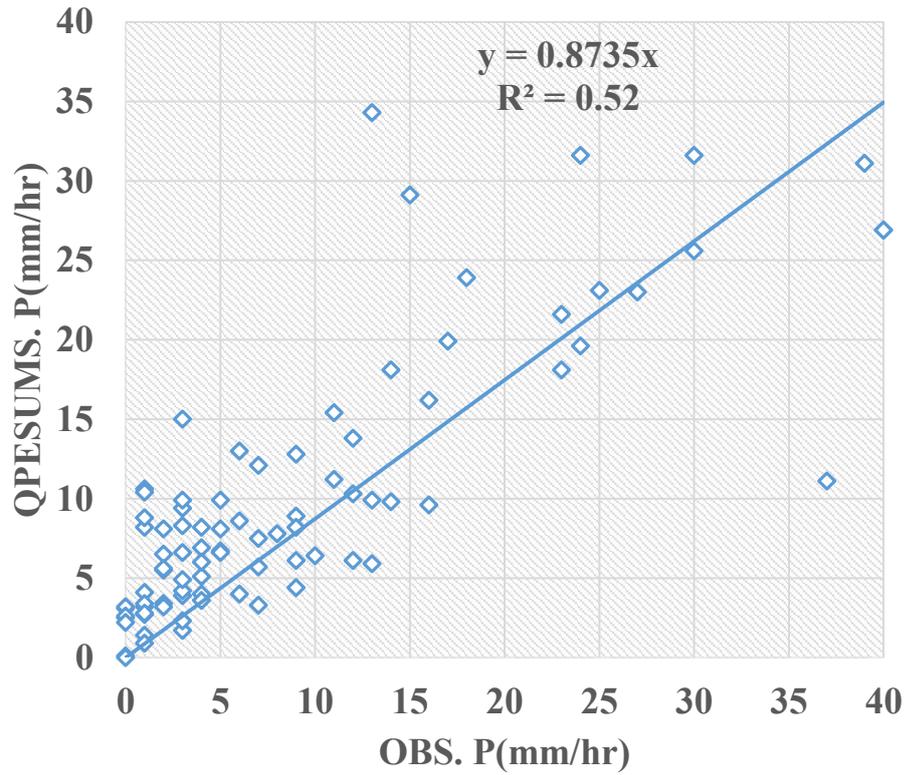


圖4-98鎮西堡實測 (橫)與QPESUMS (縱)小時雨量決定係數圖

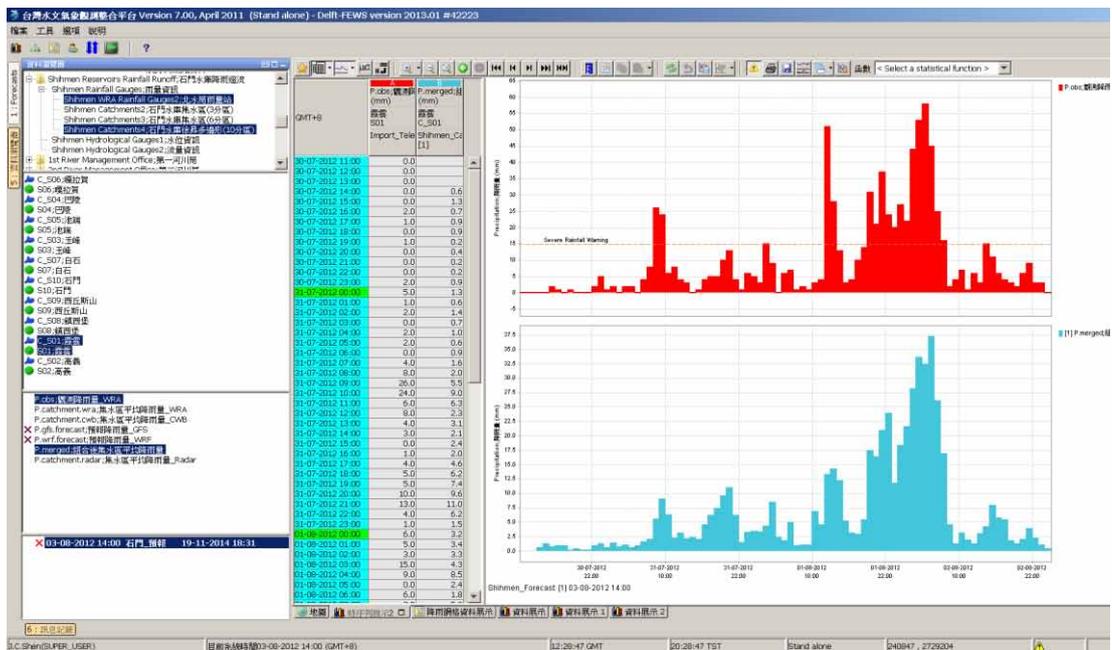


圖4-99霞雲實測 (上)與QPESUMS (下)小時雨量資料直條圖

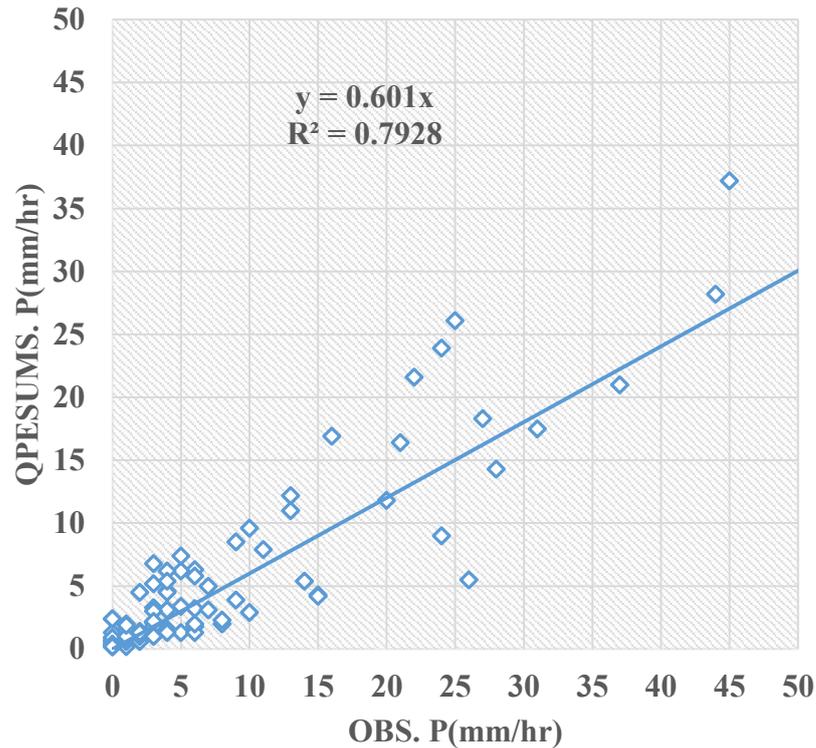


圖4-100 震雲實測 (橫)與QPESUMS (縱)小時雨量決定係數圖

由圖 4-96~99 所示：雷達降雨反應之降雨趨勢與北水局石門水庫既有測站實測結果相近，但量值仍有所出入。因為一般雷達降雨值修正僅使用氣象局測站(多半在平地)，惟台灣地區因山區地勢起伏較大，雨量分布不均，山區降雨情況特別不易掌握，用於反推山區降雨量仍有問題。若能將山區氣象站資料納入考慮，則可提升山區降雨量測準確度。

水利署位於山區已有不少氣象測站，但由於量測誤差與資料回傳品質等問題，雖各所轄測站資料也以收錄至 FEWS\_TAIWAN 平台當中，QPESUMS 修正仍以氣象局測站為主。近年來水利署雖已協調氣象局增設雨量站及改善 QPESUMS 功能，彌補雨量空間解析度不足之問題，惟山區測站受限於交通、安全及測站維護等因素，站網密度難以提升。

由於雷達對於觀測降水空間分佈較雨量站有較高的解析度，而若地面雨量站能提供正確單點雨量值，結合 QPESUMS 系統與既有雨量兩者的優點，將有助於改善區域降雨量推估的準確性。然而，要達成雷達雨量之準確推估必須依賴其校驗工作，甚至必須具有即時校正功能，故尚

需配合其他點資訊之蒐集，包含垂直指向雷達、雨滴譜儀、地面雨量計等。因此未來若能配合重要山區自動測報雨量站之建置及升級工作，將山區寶貴資料納入雷達雨量監測系統，將可大幅提升山區降雨範圍及雨量監測之準確性。

經校正後之地面雨量站觀測資料與傳輸功能改善後，使得氣象局採納後，可將雷達降雨資料修正為更符合現地量值，未來可以供既有測站或未有氣象測站之地區所需之雨量資訊參考，同時也可以使 QPESUMS 資料更符合山區實際情況。由於 QPESUMS 或 FEWS\_TAIWAN 的使用是免費的，FEWS\_TAIWAN 除了氣象局的雷達降雨資料外，更收錄氣象局、河川局、台電各測站之水文資料，能省下新設測站的經費，若資料出現問題也容易透過鄰近測站觀測資料作為修正。

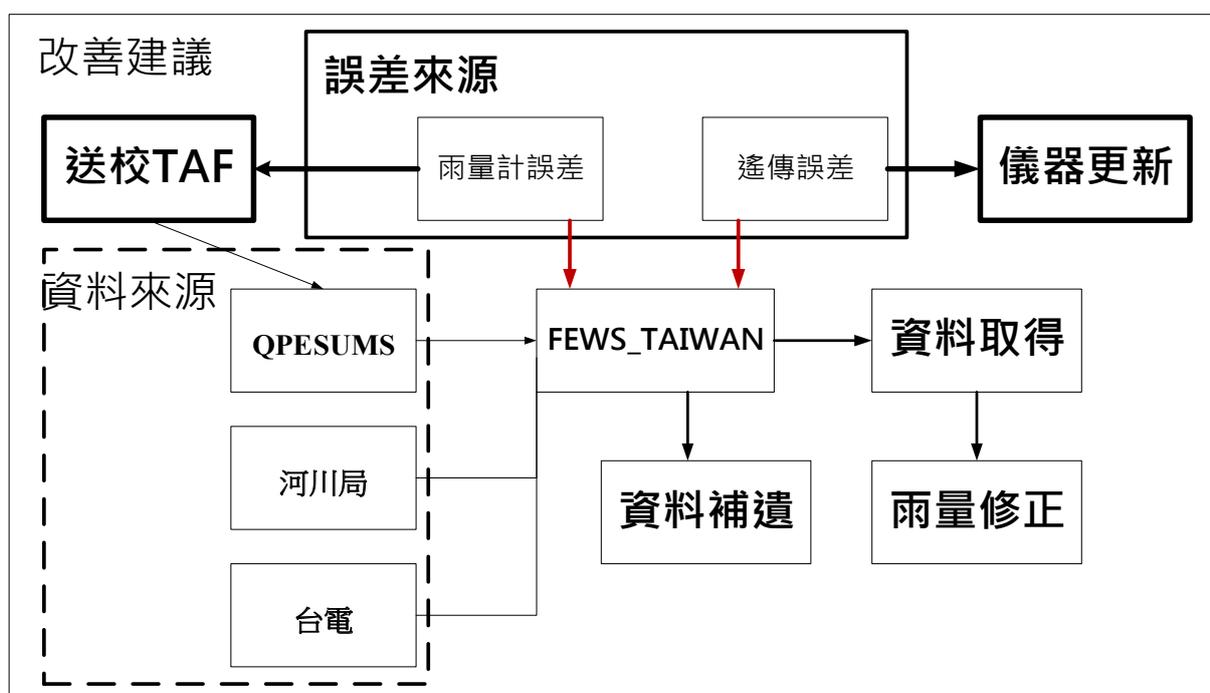


圖4-101雨量誤差與修正建議

## 二、水位、流量

署內現有河川流量觀測誤差主要來自速度項(公式係數或參數)及通水斷面積項(河床沖刷或淤積變動)之量測與計算，兩者皆有可能發生量測設備誤差與計算方法誤差。基於降低速度項及通水斷面積項之量測與計算誤差，提升流量推計準確度之理念，標準斷面自動化水位流量站設置之目的即在於克服河道變遷及底床沖淤歷程不易掌握之影響，及高流量觀測因資料不足致需採率定曲線延伸外插問題，以提升流量量測之準確度，並兼顧操作人員安全性、儀器操作維護之便利性及建立長期觀測資料之可行性，其適合量測方法之評估：

以人員巡測為提高流量量測精度常用之河川流量觀測方法，依其流速量測方法或流量積算方法之不同可概分人員及自記量測二類。其中，自記量測中河川水位與流量率定曲線關係係顯示河渠斷面面積、形狀、坡度及糙率等河渠特性，惟因河道變遷及底床沖淤等影響，每年水位流量資料繪製之率定曲線即有不同，而洪水期間因水流流速湍急，傳統流速觀測方法因需人員現場操作致施行不易，一般多以水位觀測值利用原率定曲線延伸外插方式推計流量，惟此推計值之準確度較難掌握。

如同 4.1 節所收集的資料，為能克服水位觀測間接推估流量面臨問題，一般國外多以側掃式聲波都普勒流速儀(ADCP 或 H-ADCP)或微波雷達波流量儀等方法進行自動化水位流量觀測工作，克服洪水期間無法觀測之問題。

而局內水文站大部分問題為：

- (1) 壓力式水位計易淤
- (2) 資料收集系統老舊
- (3) 資料轉檔不易
- (4) 站位不佳
- (5) 電力中斷與交通不易等問題。

本計畫針對既有測站流量精進，以兩大方向做為建議與改善：

### (一)人員量測法

目前最準確之流量量測方法仍為直接人員現地量測，量測方法可參考大陸水利部水文局「中小河流水文監測系統建設技術指導建議」因地制宜：流量量測方法選擇與測驗方式相關，應首先確定駐測、巡測或無人值守自動測流的方式，可根據斷面形態和河道沖淤變化、水位漲落率、測驗人員、交通便利等情況分別採用坡度面積法、超音波多普勒定點測流法、量水建築物法、非接觸式雷達表面流測流法、聲學波多普勒動船測流法(ADCP)、橋上測流法、纜道測流法、船測法和浮標法等方法進行流量測驗。各地應因地制宜選擇一種測流方法作用常用方法，選擇另一種測流方法作為備用方法。

表4-23 大陸流量量測方法參考表

條件 選擇	斷面齊整 河道沖淤 不大	水位漲 落率大	測驗人 員充足	交通 便利	特點說明
坡度面積法	✓	✓			需雙水位監測，糙率變化小，需進行人工率定
超音波多普勒 定點測流法	✓			✓	可選用斜測、橫向、座底方式，含時差法，需進行人工率定
量水建築物法	✓			✓	基建投資偏大，需進行人工率定
非接觸式雷達 表面流測流法	✓	✓			漂浮物多，洪水期儀器入水測驗困難的適用，需進行人工濾定
聲學波多普勒 動船測流法 (ADCP)	✓		✓	✓	施測歷時短，適於巡測
橋上測流法			✓	✓	橋樑、交通條件有要求
纜道測流法			✓		
船測法和浮標 法			✓		

考慮到局內轄管五個水文站的位置，若交通方便：可以以船測 ADCP 方式進行。若不便但附近有橋梁，也可以以人員在橋上使用 ADCP 方式巡測都能節省時間。

此外，本計畫也建議可參考台大水工所與八河局於去年合作建置水文工作車進行自動化水文觀測作業，主要將水文觀測儀器整合於既有之水文工作車上，並具備高度自動化之特性，達到「單人即可完成河川水文量測」之理想（基於安全理由，出外作業時仍以至少兩人為一組進行）。

(二)高流量與洪水時期流量量測：

山溪性河流以及暴漲暴落的洪水在流量測驗時經常會選用浮標法，浮標法在以往多次洪水量測中為完整控制流量過程、準確計算水沙總量、分析水位流量關係以及水文資料整編等提供了依據。而一般流量量測方法於高流量時量測誤差如表 4-24 所示：

表4-24 高流量與洪水時期常用量測法誤差

情況	方法	誤差原因
無法施行	流速面積法	人員安全、儀器無法施測
常用	浮標法	斷面沖淤變化大
	表面流速法	人員緊張

浮標法的關鍵是通信聯絡和人員配合，浮標法的最大缺點是借用斷面，尤其在斷面沖淤變化大、含沙量相對較高的沙質河床而不得已借用斷面時浮標測驗具有不確定性，有時誤差很大，由此帶來了報汛誤差，增加了防汛決策的不確定性；且汛期時，人員施測時易受到風、雨、洪水與結構物安全等因素影響，導致回報失真。

然而，近年來國外高流速或高含沙量測量多以 ADCP 加裝 RTK-GPS(Real Time Kinematic-GPS)方式進行，其優點如下(橘田隆史等人，2013)：

- 短時間取得河段斷面與流速分布
- 巡測完同時取得斷面形狀
- 推移質輸送量(bed-load discharge)估算
- 即時測得流量並回傳災防中心

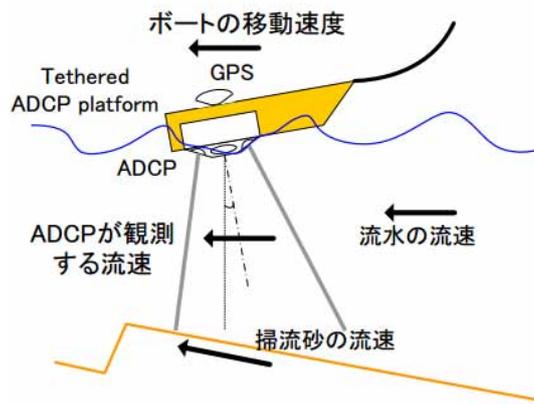


圖4-102洪水時ADCP巡測概念圖



圖4-103ADCP洪水測量構成

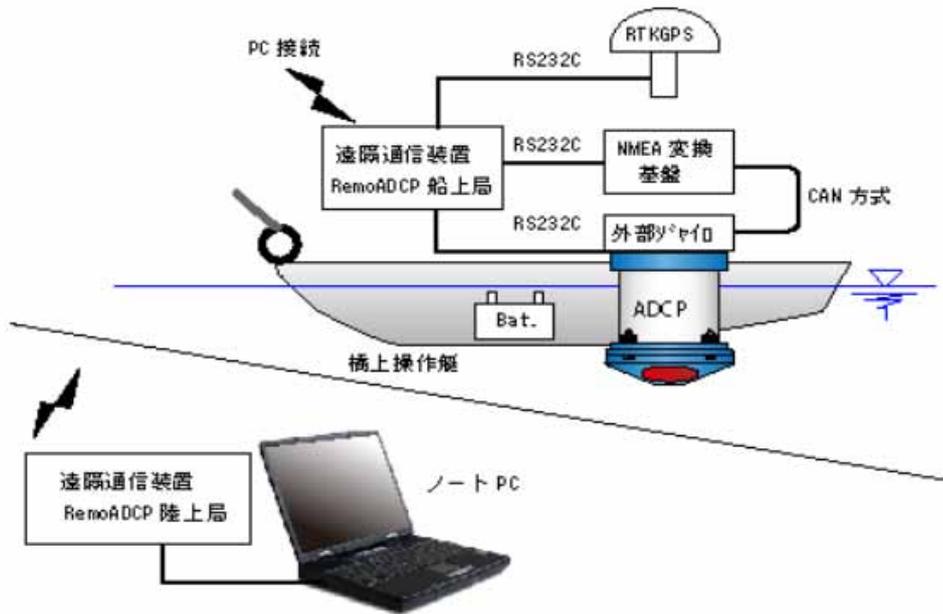


圖4-104現地洪水量測配置

由於高流速或高含沙濃度時會產生流況極不穩定，若僅使用 ADCP 量測(紅)與安裝 RTK-GPS 之修正航跡(藍)如圖 4-105 所示，修正方法原理如圖 4-106(岡田将治，2010)：

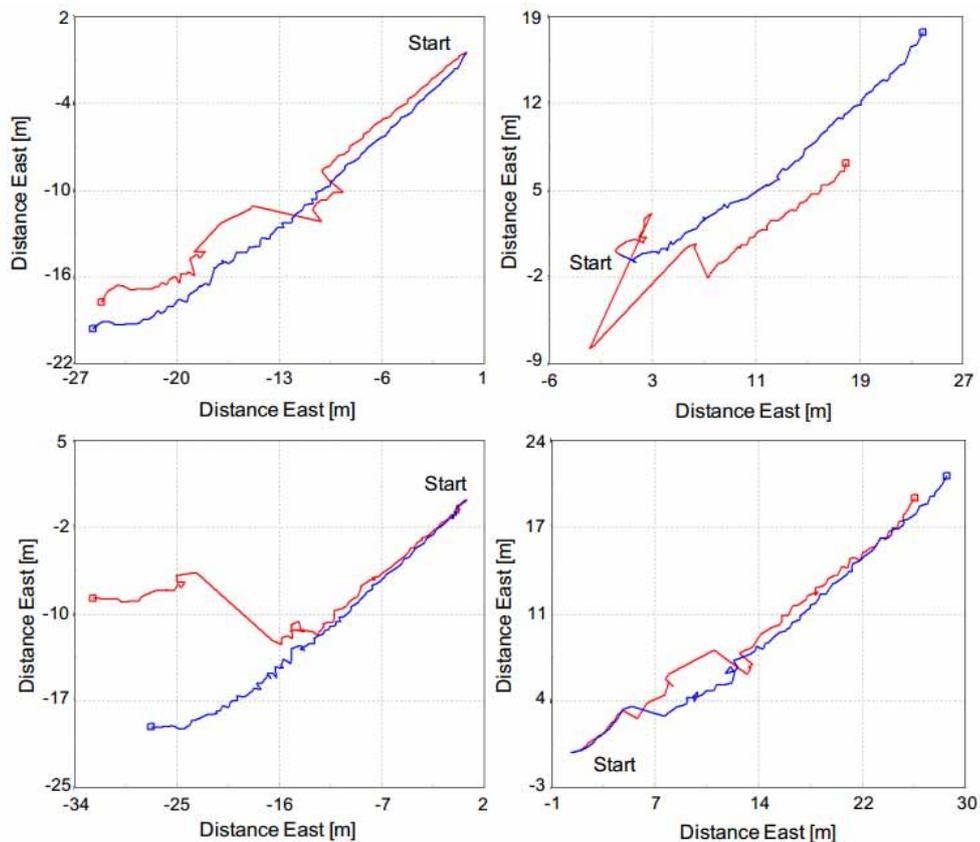
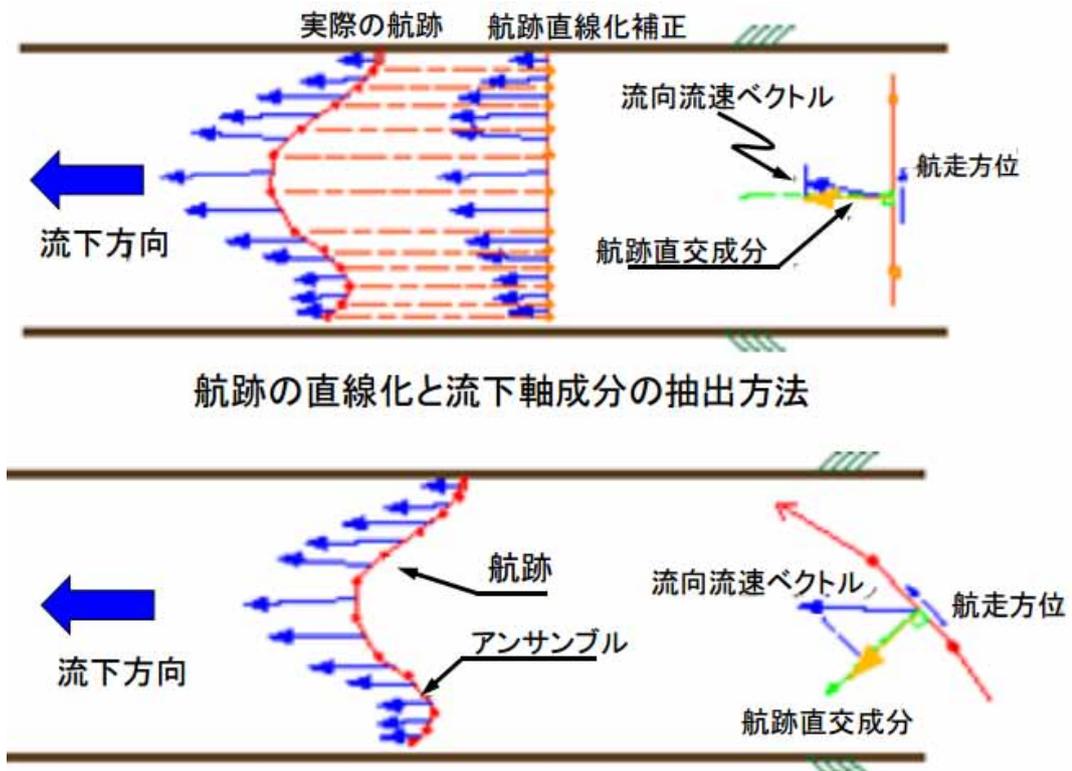


圖4-105ADCP航跡(紅)與RTK-GPS(藍)修正後航跡



航跡直交成分の抽出方法

圖4-106利用RTK-GPS於高流速航跡直線化修正

(三)自記量測

由於局轄管既有水位站多半為站位與硬體問題，若需改建站和新建站可參照表 4-25 進行測流基礎設施建設，並配置儀器設備。

表4-25 流量測驗設施設備配置表

序號	設施設備名稱	單位	數量	建設與配置要求	備註
<b>坡度面積法測流設施設備</b>					
1	自記測井	處	1	或水位計支架、管道敷設	第一坡度水位儀器與基本水位共用
2	高精度水位計	套	1	精度優於 3mm	
<b>超音波多普勒定點測流設施設備</b>					
3	儀器安裝架	套	1	建議可按低、中、高水調整儀器放置高度	
4	定點式聲學流量計	套	1	斜測、橫向、座底多普勒式或時差法式 選其一	
<b>量水建築物法測流設施設備</b>					
5	量水建築物	處	1	測流槽或測流堰等量水建築物	
6	高精度水位計	套	1	建議配置毫米級精度水位計	

序號	設施設備名稱	單位	數量	建設與配置要求	備註
<b>非接觸式雷達表面流測流設施設備</b>					
7	儀器安裝架	套	1	建議使用雙杆式，中間固定主機殼	
8	非接觸式雷達表面測流系統	套	1	可選用單點式、多點式、代表面積和河段表面流場等資料獲取設備，	
<b>聲學波多普勒動船法測流設施設備</b>					
9	聲學多普勒測流系統（動船法）	套	1	要求含沙量較低，測驗河段河底不穩定，需要配置差分 GPS 1 套	
10	筆記型電腦	套	1	野外應用，工業級標準	
11	專用測船	艘	1	含無人遙控船	
<b>橋上測流設施設備</b>					
12	水文測橋	座	1	或借用交通橋	
13	橋側車	輛	1		
14	橋測設備	套	1		
<b>纜道測流設施設備</b>					
15	水文纜道設施	座	1	含纜道、基礎、絞車和行車裝置	
16	纜道測流控制系統	套	1	含機櫃、測距測深測流等設備，具有流量計算、通訊介面等功能	
<b>船測設施設備</b>					
17	測船碼頭	座	1	根據斷面情況確定	
18	吊船過河索	處	1	採用吊船測驗的站建設	
19	測船	只	1	發動機馬力視施測最高流速定	
<b>浮標法測流設施設備</b>					
20	浮標纜道	座	1	含纜道、基礎、支架、絞車裝置、浮標房等	
21	浮標斷面設施	套	1		
<b>測流通用設施設備及配套軟體</b>					
22	GPRS/GSM（衛星）資料採集終端	套	1	MTBF 應不低於 8000 小時	帶人工置數功能
23	鉛魚	套	2		
24	機械流速儀	架	8		
25	超聲波測深儀	套	1-2		
26	經緯儀	台	1		
27	水準儀	台	1	含水準尺 1 對	
28	電腦	套	2		
29	印表機	套	1		
30	接收處理軟體	套	1		
31	圖像視頻裝置	套	1	具有無線遙控功能	
<b>測流通用設備輔件</b>					
32	免維護蓄電池	塊	1		
33	太陽能電池板	塊	1		
34	太陽能充電控制器	個	1		
35	防雷接地	套	1		
36	自備電源	套	1		
37	接外掛程式及線纜	套	1		

或是可由非接觸式流量儀取代舊有水位塔及水位量測，透過內建模組直接得到合理之流量並匯回其資料。近幾年，USGS 部分測站與大陸部分水文局以奧地利 SOMMER 公司生產的雷達波流量計；應用最新的平板雷達技術，用以測量河流、管道等水體的流速、流量。微波頻率為 24 GHz，發射角度為  $110^\circ$ ，探頭直徑 80 mm，流速量測範圍為 0.3 至 15 m/s，解析度為 0.01 m/s，精度為量測值之  $\pm 5\%$ 。其與受測水流表面垂距至少需 0.5 m，最遠則為 35 m，其以一俯角投射訊號至水流表面之量測區概呈橢圓形。



圖4-107 SOMMER RQ30雷達波流量計

優點：

- 非接觸測量、安全低損、維護方便
- 在洪水期高流速條件下也能進行測驗
- 比接觸式流速量測系統功耗低很多，一般太陽能供電即可滿足測流需要
- 可隨時修改測驗斷面參數
- 安裝簡單、運行可靠
- 可與任何現存自動測報系統連線

由於是非接觸式測量，系統不會到水中泥沙、漂浮垃圾等影響。這就保證非常低的日常維護，同時增加了系統的可靠性。尤其在發生洪水的時候利用雷達測流技術進行流量測量為可靠、安全的測流手段。目前在在在一些特殊的野外環境或惡劣環境下流速測量，傳統方法不易進行流量測量。而通過雷達波流量量測系統，即便是當河流發生洪水的時候，仍然能夠提供連續的流量資料，同時不存在任何人員，設備的安全

風險。

本團隊根據大豹溪之湊合橋、打鐵坑溪之第一水橋附近作為控制點施測流量，並透過其結果率定 SOBEK 模式所需參數經率定後，模擬流量值已逐能接近量測結果，其詳細總結與內容詳述如下：

#### 1. 關鍵開發區域：

已藉由 FEWS\_TAIWAN 平台提供之水文資料，使用率定後之 SOBEK 模式推估得每月平均中低流量。

##### (1) 打鐵坑溪建議測量方式：

建議採巡測方式進行流量量測，不建議另設測站：因平日水深不高，水位計容易測不準，採用直接量測為佳。若水量多或水位夠深時能採用便攜式 ADCP（小河、小渠專用）能為最佳，但施測點建議改為第一水橋，以利 ADCP 操作。由於水位不深（40~60cm），也建議以人員操作表面流速儀配合箱尺方式進行流速量測較為簡便。

##### (2) 三峽河建議測量方式

建議採巡測方式進行流量量測，不建議另築測站：因觀測點處正好位於湊合橋，交通便利易巡測、儀器架設便利。量測方式以直接量測或間接量測皆可。直接量測可以一般 ADCP 進行巡測；若水位淺，建議以表面流速儀方式進行流速量測。未施測期間之每日流量水位變化，可參考三峽(2)流量站。間接量測可在湊合橋架設新式雷達波流量儀，直接量測每日流量。或是架設雷達波水位計，再以人員手持表面流速之方式於橋上推估流量（但該處易有渦流影響，故不太建議）。

##### (3) 上坪溪建議測量方式

依區域選定水質較乾淨之頭前溪上游，並選擇五峰大橋附近做為控制點已藉由 FEWS\_TAIWAN 平台提供之水文資料，透過 SOBEK 模式推得每月平均中低流量。

建議採巡測方式進行流量量測，不建議另築測站：因控制點處正好位於五峰大橋附近，交通便利易巡測、儀器架設便利。若水量多或水位夠深時（一般 ADCP 水深需大於 60 公分，或是採用便攜式 ADCP），可以 ADCP 進行巡測；若水位淺，也建議以表面流速儀方式進行流速量測。未施測期間之每

日流量水位變化，也可參考下游不遠處之上坪流量站。或是在五峰大橋架設流量儀，直接量測每日流量。

## 第五章 水文觀測站資料品質及不同缺水指數(SI)供水能力之檢討分析

本計畫著重於從水資源開發需求出發，對於水文資料之需求，以檢討評估北區河川現有水文觀測站觀測品質、站網佈設合理性及觀測方法之適切性，提出具體改善建議措施及實施計畫。

水資源開發規劃之分析面向廣泛、分析方式各有差異，其精神與程序差異不大，可參考美國工兵團(U.S. Army Corps Engineering, USACE)之 International Hydrologic Decade (IHD) 中之 Reservoir System Analysis for Conservation 專章，以及國內「水資源規劃規範-水源開發規劃作業(草案)」(水利處，民國 90 年)(後續簡稱水資源規劃規範)為基礎，其餘相關技術規範、分析細節及運用等，散見於不同書籍及報告。

在水資源之整體規劃上，因為有效利用寶貴的水資源，必須進行區域性系統供水潛能之分析，並更進一步研究出調配操作方案，使此區域的水資源政策有一最佳營運狀態，其中完整而可靠的水文記錄資料，是水資源規劃及運用之重要憑藉。進行水資源潛能相關分析時，亦需要足夠之水文或流量條件配合。根據水資源規劃規範中在於針對水資源開發計畫各階段規劃工作之步驟、方法及成果均予以原則性之指導與規範，其內容包括總則、規劃作業程序與標準、基本資料蒐集與調查、工程技術分析、社會影響評估、經濟分析、財務計畫、環境影響調查及評估、方案比較與優選等章節。依照其規劃階段，可分為初步規劃、可行性規劃、審議及核定、基本設計等四個階段，其中在初步及可行性規劃階段完成後，工程計畫書及可行性規劃報告或定案研究報告需經由相關審議部會通過後，依審議結論辦理後續工作。審議之前屬於評估階段，水資源開發分析主要為方案評估，故著重於初步規劃與可行性規劃階段對於水文資料之需求作為探討。

整體而言，就水資源開發需求而言，不管種類形式為何，其首要工作為基本資料資蒐集、調查與整理，以作為其後分析決策之基礎。依據水資源規劃規範，基本資料包括自然環境、人文、以及功能規劃三類資料。自然環境資料包括氣象水文、地形、地質、地震、水文地質、土壤、工程材料等。水資源總量之規劃上，氣象水文相對重要。故依據規範，水源開發計畫之規劃需辦理水文分析、水源運用分析等工作。

水文分析部分，氣象水文資料於水資源規劃角度時，以日資料為蒐集對象。但颱風暴雨期間，對於雨量、水位、流量等項目，需有小時兼具時距之資料，氣象資料主要包括風速、溫度、濕度、壓力、颱風（半徑、路徑、移動速度）等。目前由於氣象資料之特性，以及台灣之氣象觀測站之完整性，故多半可向氣象局或其他主管機關取得。水文部分則包含雨量、流量、入滲、蒸發量、懸浮質等，在台灣主要河川流域均有量測，水資源開發之選擇地點常較偏僻且遠離重要區域，故常有資料缺乏之情形。

當水文資料有所不足或缺漏時，因運用水文分析之技術，藉由水文資料之效正、補遺、延伸及推衍，使資料具有完整性及連續性。在水資源規劃上，則需瞭解流量之長期變化及機率分布情形，提供水源運用相關資料，如牽涉地下水源時，則需有潛能分析資料。資料時間之長度，基本上越長越好，已具有相當之代表性，但原則上初步規劃時至少需 10 年以上之水文資料、可行性規劃需 15 年以上之資料、基本設計則需 20 年以上之資料，藉以分析。其考量為初步規劃至基本設計常耗時 5 至 10 年以上，當有規劃需求時，則需考慮設站進行長期觀測以做為規劃依據。

水文資料以量測為主、然於初期評估分析尚未開始規劃時、或是現實條件規劃場址無設站可能時，造成水文資料長度不足以分析，可依據計畫地點或附近測站之可靠資料進行延伸與推衍，延長資料年數以 40 年以上為宜，雨量延伸之方法過去常採用正比法、內插法、控制面積法、序率模式及迴歸分析等。流量資料之延伸方法則包括降雨逕流模式、序率模式、迴歸分析及時間序列合成等。由於技術發展快速，方法推衍不限於上述幾種，但必須假設合理，分析架構符合規劃需求，並明確探討其不確定性及可能誤差風險，已瞭解其功能與限制，以避免誤導。

依據合理之水文資料，規劃需了解目標區域可運用水源量，包含地表水及地下水之可使用量，由於選定區位之供水潛能限制及蓄水設施之供水量、供水穩定度存有相互影響之關係。水資源開發計畫依據核定或規劃之計畫供水量、供水潛能，搭配需求量透過供需模擬分析，可計算出年缺水量值。以瞭解是否滿足計畫供水區域內用水需求，作為水資源開發工作進行與否之決策、地區水資源調度分析、操作規則變更之參考。水利署之「水資源規劃規範」中規定，水源運用需對計畫範圍內用水現況及未來用水成長充分瞭解。再依水文資

料，分析不同設施規模下之供水潛能以及區域水源調度，滿足計畫供水區域內用水需求。主要工作項目包括：A. 基本資料蒐集與複核；B. 供水潛能分析；C. 區域水源運用檢討。其後規劃後續工作則為操作歸線之率定。

一般而言，水資源調配模式，可分成優選模式 (Optimization Model) 與模擬模式 (Simulation Model) 兩大類。模擬法 (Simulation Method) 係水資源規劃最常用的方法，規劃者依其經驗研擬不同之方案，再試算其結果，以得到較佳之供水調配方案。其優點為無需簡化系統並能真實反映實際狀況，惟其缺點當系統內包含多個水源設施與供水需求時，其涉及各設施供水順序與水源分配等細節時，難以明確獲得最佳方案。因此，過去僅對於單一水庫或攔河堰進行模擬，且須配合豐富之水資源規劃經驗加以判斷，否則所擬定的方案可能遠離預期之最佳目標。優選法 (Optimization Method) 係指在生產或科學試驗之過程中，依據數學原理對其中探討之問題，以最少試驗次數求得最佳解之方法。優選法用於水資源規劃方面，一般已有明確限制式與目標函數，並可建立數學模式而配合電腦運算，可迅速得出水庫最佳運轉規則。就模擬法與優選法二者於電腦運算處理之差異，前者無須簡化系統，可真實反應系統運作情況，但需較多之記憶體容量與計算時間，後者需簡化系統並對優選數學方法作探討，目前由於計算機速度及容量大幅成長，水資源調配模式近年來已朝著整合模擬模式及優選模式之方向前進。

在水資源規劃上，評價水庫績效指標根據不同的需求可分為多種形式，其中較為重要的為 Hashimoto et al. (1982) 所提出利用可靠度 (reliability)、恢復度 (resiliency)，以及脆弱度 (vulnerability) 等。特別是乾早期間、高度用水，或極端氣候時這幾種指標更能表現出系統的特性，藉以瞭解操作決策該怎麼執行，以及此系統的目的。此外，包括缺水百分日指標 (deficit percent day, DPD)，若以較全面的方式探討，可同時考慮庫容選擇、供水量、及可靠度等建立 SRY 曲線 (Storage-Reliability-Yield Curve)。於水資源規劃中，最常用的應屬缺水指標 (shortage index, SI)。SI 由美國陸軍工兵團水利工程中心所提出的指標，目前在台灣最常使用的水資源系統評估指標，根據定義可當作供水系統於分析年內，各年缺水率的平均，而所謂的修正缺水指標 (modified shortage index, MSI) 是針對分析區間內各時期的缺水率平均，台灣多以旬為單位制訂供水計畫，故 MSI 也多依此計算之。

水利署之「水資源規劃規範」中規定，水源運用需對計畫範圍內用水現況及未來用水成長充分瞭解，再依水文資料分析不同設施規模下之供水潛能及區域水源調度，以滿足計畫供水區域內之用水需求。換言之，水資源為達有效的開發及利用，需進行區域性系統供水潛能分析，並進一步研擬出調配操作方案，使此區域的水資源政策有最佳營運狀態。

本章節主要工作大項包括：一、以水資源開發角度，配合水資源潛能區位分析方法，提出應有之水文資料需求建議；二、配合既有之水文觀測資料，如：中、低流量紀錄等，檢討其準確性、適用性及應用瓶頸；三、針對選定之水資源開發關鍵區域(如考量大漢溪石門水庫系統或需求)建置模式分析不同缺水指數(SI)之供水能力，以做為評估水庫淤積、供水能力及水源運用情勢的評估。

整體研究流程架構上(見圖 5-1)，第一步需先瞭解研究範圍及設施之背景概況。接著蒐集基本水文資料，同時亦包含用水量需求及可能之水源開發量。蒐集之既有觀測資料進行初步品質評估後，分析該區域水源變化特性及其供水潛能(即工作項二)。進一步建立水資源開發區域之概念模型，進行不同之系統配置及水源開發方案下之供水能力模擬及缺水指數(SI)分析，以達區域水源運用之檢討(即工作項三)。最後，結合水文資料可靠性以及誤差估計，以分析探討其對區域供水系統之影響，瞭解水資源開發角度下之水文資料需求(如：需要項目、量測時間長度及量測精度等等)，並提出應有之建議(即工作項一)。以下內容將涵蓋上述之工作大項，章節架構則依研究流程組成，以清楚掌握脈絡。

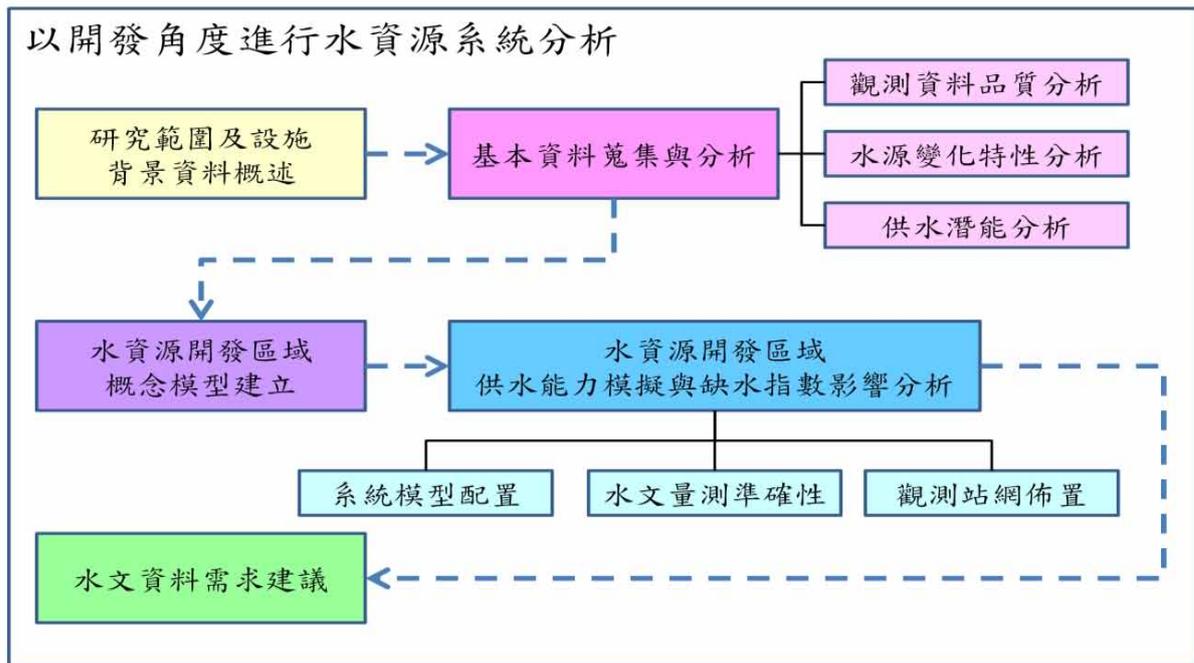


圖5-1 本工作大項之整體研究架構

水利署之「水資源規劃規範」中規定，水源運用需對計畫範圍內用水現況及未來用水成長充分瞭解，再依水文資料分析不同設施規模下之供水潛能及區域水源調度，以滿足計畫供水區域內之用水需求。換言之，寶貴水資源為達有效的開發及利用，必須進行區域性系統供水潛能之分析，並更進一步研擬出調配操作方案，使此區域的水資源政策有最佳營運狀態。

為達水資源開發需求角度下區域水源運用檢討之目的，需先建立區域供水之概念模型，透過不同之系統配置及水源開發方案下之供水能力模擬及缺水指數(SI)分析，評估潛能水量開發後對於整體系統供水效果之影響。同時，亦可檢討北區河川現有水文觀測站之觀測品質、站網佈設合理性及觀測方法之適切性，評估量測之準確性或資訊不足對於水資源操作的影響。未來視可能，進一步可探討預報能力對供水穩定及中長期規劃操作之影響。以下簡述區域水源運用概念以及供水模型之建立。

區域水資源整體運用檢討，係結合流域內之水源設施以及規劃中新增水利設施聯合運用。水源運用分析時，除基本水文資料外，尚需考量各設施下游之輸水管路或聯絡管線及用水節點之相關需水資料，方能達成聯合運用功能。一般而言，先掌握各設施之潛能水量或運用現況，進一步確定開發(新增)水利設施之聯合運用原則。

複雜之水資源系統可以圖 5-2 中之基本單元建構而成。就水資源調配與設施操作觀點，供水為其主要目的，大多以旬為操作時距單位。進行相關水文運算時，考量操作時距內之累計總量，而非即時之通量。供給面部分，需掌握蓄水量  $S$  及未管制流量(unregulated flow) $I_U$ ，並於控制點(Control Node)供應足夠之水量滿足需求，若水量短缺不足則會造成損失。供給之水量  $R$  主要來自於未管制流量  $I_U$ ，不足處則由設施蓄水放流  $I_R$  予以補充，其放流操作需依現有蓄水量  $S$  及上游之來流量  $I_I$  評估。水量足夠時以滿足用水需求  $D$  為主，有缺水風險則減少供水( $R < D$ )以免未來形成更大之損失。

$$\begin{aligned} \min_{I_R} \sum_t \left( \frac{D-R}{R} \right)^2 \\ S_{t+1} = S_t + I_I - I_R \\ R = I_U + I_R \end{aligned} \quad (5-1)$$

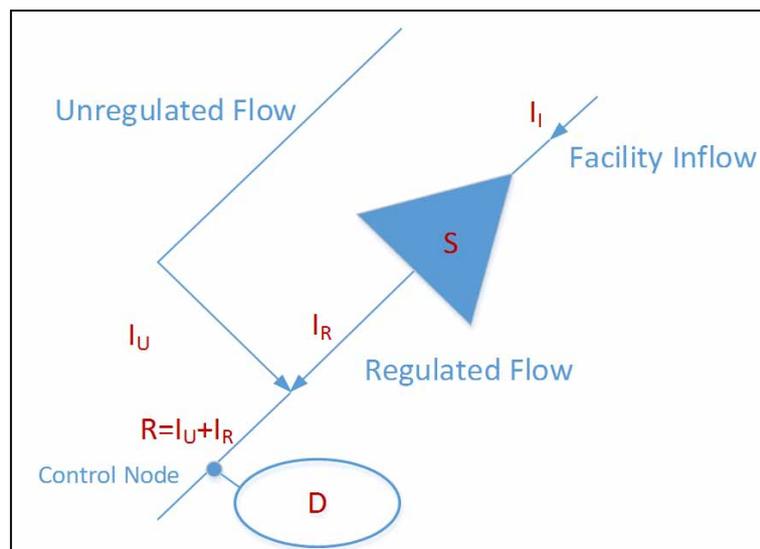


圖5-2 供水系統單元示意圖

在水資源規劃操作上，其決策變數為放流量  $I_R$ ，限制條件則是各節點之質量(資源量)守恆，而目標則為缺水指數最低。此外，可針對系統中評估分析站網內各點水文觀測之準確性對於供水之影響，以瞭解水文資料之需求。至於上游之來流量  $I_I$ ，在一般狀況下對於現階段放水供水之操作來說影響不大。若進行中長期用水規劃與操作時，對於未管制流量  $I_U$  與上游之來流量  $I_I$  之預測預報能力，將有助於減少因資訊不足而造成過度放水或減供的狀況。至於較大之水資源系統，模式建構時相當複雜，須考慮可新增水利設施之功能，並可進行以旬或日為基礎之水文演算，以實際反映區域內各河川

及水利設施之流量分配問題。

本團隊與主辦單位及審查委員意見交流後，研究範圍選定為桃園地區打鐵坑溪及三峽河為水資源關鍵開發區域。此外，北區水資源局既有測站尚包括新竹寶山第二水庫羅東堰等地區，亦納入討論。

### 5.1 新竹地區水資源系統

新竹地區水源設施主要集中於頭前溪水系，現有水資源取水設施包括隆恩堰、上坪堰、寶山水庫及寶山第二水庫，供水系統則包括農業灌溉系統及自來水供水系統。自來水供水系統部分，新竹地區隸屬台灣自來水公司第三區管理處管轄，依其供水系統別可分為新竹、竹東、尖石、梅花、北埔、五峰、內灣、新埔、芎林、關西等供水系統。新竹地區農業用水主要用水者為新竹農田水利會，而主要用水項目為灌溉用水，灌溉區域可分為五個主要工作站，包括新埔、新竹、竹北、竹東及芎林工作站，灌溉水源主要為鳳山溪及頭前河流域。

現有水資源取水設施包括隆恩堰、上坪堰、寶山水庫及寶山第二水庫，供水系統則包括農業灌溉系統及自來水供水系統，考量本研究之需求，參考 102 年「寶山、寶山第二水庫及隆恩堰聯合運用檢討暨新竹地區性水源潛能評估研究」之主要水資源系統配置，探討頭前溪之公共用水需求，其配置圖如圖 5-3。

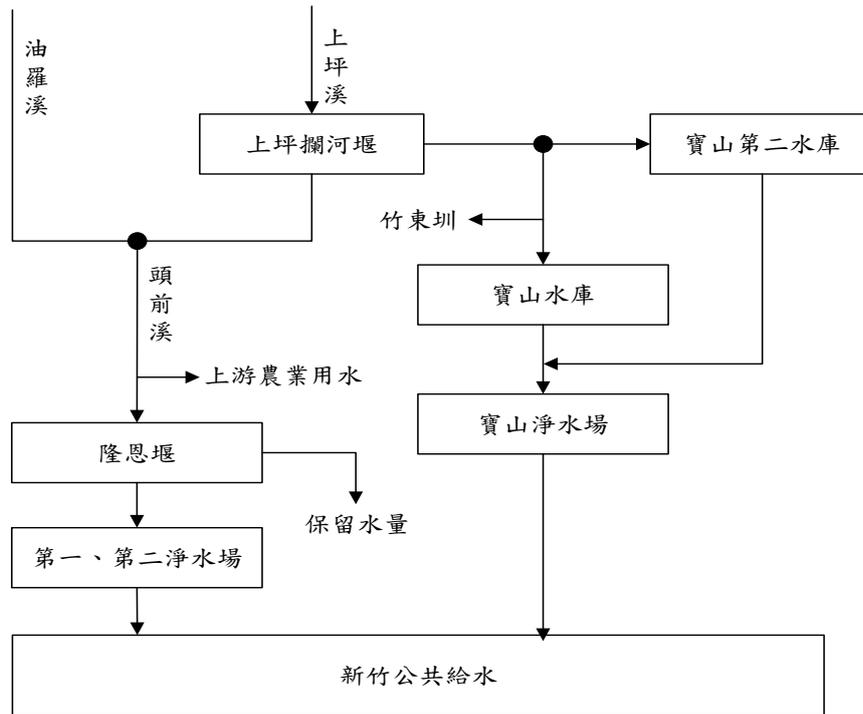


圖5-3 新竹地區、頭前溪水資源系統架構

### 5.1.1 研究範圍及設施背景資料概述

#### 1. 隆恩堰

隆恩堰位於新竹縣頭前溪中游經國橋上游約 1 公里之竹東鎮與竹北市交界處，由原新竹水利會隆恩取水口延伸改建而成，主要功能為公共給水與灌溉，與寶山水庫及寶山第二水庫聯合運用，可增加新竹地區供水量，為新竹地區重要水源設施，下游供應第一、第二淨水場之需求，保留水量供給下游灌區作為灌溉用途。

#### 2. 上坪堰

上坪攔河堰除送水至寶山水庫調蓄外，並供應新竹水利會竹東區用水及台電公司軟橋電廠發電用水，亦為寶山第二水庫之水源取水地。攔河堰本體採自由溢流混凝土重力式攔河堰，設計取水量  $20 \text{ m}^3/\text{s}$ ，泥沙池下游之分水設施可分為竹東圳及寶山第二水庫導水路，並設有閘門依需求開啟或關閉。竹東圳除做為灌溉用水之導水路外，亦輸送寶山水庫、員峽淨水場及樹杞林灌區用水，其中員峽淨水場及樹杞林灌區之水權位於上坪堰下游上坪溪河道，竹東圳路分水僅考慮寶山水庫與竹東圳灌區水權約  $2.4 \text{ m}^3/\text{s}$ ，引至寶山第二水庫之越域引水路最大通水量則為  $15 \text{ m}^3/\text{s}$ 。

### 3. 寶山水庫

寶山水庫位於新竹縣寶山鄉柴梳溪上，因應新竹科學園區開發及新竹地區用水成長而興建，水源係利用上坪攔河堰越域引水，經竹東圳隧道導水、跌水入水庫儲存，為一離槽水庫，民國 74 年 1 月 31 日竣工。主壩為分區滾壓土石壩，根據民國 102 年之資料有效庫容為 538 萬噸。寶山水庫集水面積 3.2 平方公里，滿水位蓄水面積 60.2 公頃，規模不算大，但具重要功能，主要供應新竹科學園區之高科技工業用水及地方民生用水，在與寶山第二水庫聯合運用下，穩定新竹地區用水需求。

### 4. 寶山第二水庫

寶山第二水庫位於石井溪上游，為提供穩定可靠之水源以滿足新竹地區公共需水量，並使新竹科學園區高科技工業能繼續擴展而推動興建，水源係引取上坪溪豐水期之餘水調蓄運用，為一離槽水庫，寶山第二水庫集水面積 2.88 平方公里，滿水面積 193 公頃，滿水位標高 150 公尺，根據民國 102 年之資料有效庫容為 3141 萬噸，並與寶山水庫及頭前溪隆恩堰聯合運用，寶山及寶山第二水庫供水區供給寶山淨水廠，並配合寶山第二水庫工程進行擴建，提供新竹地區及科學園區之公共用水。

考量本研究之目的為探討水文觀測站資料品質對於缺水指數(SI)供水能力影響，故新竹頭前河流域將著重於公共用水之分析，分析頭前溪隆恩堰、寶山及寶山第二水庫聯合運用公共給水供水潛能，其中隆恩堰取水經由第一及第二淨水場處理，寶山水庫及寶山第二水庫水源均由寶山淨水場處理，而員嶼及湳雅淨水場則各自取水而不納入本系統聯合運用。其他部分如生態基流量、農業需求水量視為下游保留水量優先供給，水量若非不足，將不予調整。

#### 5.1.2 水文流量蒐集與分析

基本水文資料蒐集包括計畫地點之流量及水資源可能之開發量等。完整可靠的水文流量記錄資料為水資源規劃及運用之重要憑藉。既有之水文觀測資料，須先複核確認其完整性及一致性，俾供水源運用分析。

資料時間長度為油羅溪 2004 年至 2012 年及上坪溪 2006 年至 2012 年，進行該區域之水資源系統供水能力及缺水指數分析。新竹地區頭前溪水系中之流量站包括頭前河流域

內之經國橋、竹林大橋、內灣、上坪及鳳山溪流域之新埔(2)站等五站，。在供水量分析上，採用水規所 98 年「頭前溪流域水資源開發個案工程初步規劃—新竹地區水資源供需檢討」以及、北水局 102 年「寶山、寶山第二水庫及隆恩堰聯合運用檢討暨新竹地區性水源潛能評估研究」。分別進行上坪堰及隆恩堰控制點逕流量推估作為系統之輸入，目前於上坪溪及油羅溪上分別有上坪流量站及內灣流量站，本計畫以此二流量站之流量資料為基準，以上坪站作為上坪溪之控制點分析上坪堰之入流量外，再以上坪站及內灣站之逕流量推估頭前溪隆恩堰控制點之逕流量，推估方式係參考相關報告之推估方式為基礎，其推估公式如下：

$$\text{上坪堰} = Q_{\text{上坪站}} \times \frac{233.04}{221.73} = 1.051Q_{\text{上坪站}} \quad (5-2)$$

$$\text{隆恩堰} = 0.888Q_{\text{內灣站}} + 1.221Q_{\text{上坪站}} \quad (5-3)$$

#### 1. 水文觀測資料品質分析

油羅溪 2004 年至 2012 年、上坪溪 2006 年至 2012 年各旬入流量、各旬歷年平均及標準差資料如圖 5-4 至圖 5-15 所示，大致上，第 32 旬到第 6 旬為乾早期間；第 16 旬(第六月第一旬)則開始進入汛期。由分析結果可清楚看出旬平均流量在第 24 旬開始變多，標準差隨著流量增加而變大。

油羅溪之最大平均入流量發生第 26 旬其流量為 89 百萬噸，標準差為 112 萬噸，其次為第 22 旬，平均入流量分別為 75 百萬噸，標準差為 85 百萬噸；最小平均入流量於第 36 旬，油羅溪之平均入流量為 5.7 百萬噸，標準差為 2.5 百萬噸，次小之平均入流量於第 4 旬為 7.7 百萬噸，標準差為 6.9 百萬噸。上坪溪之最大平均入流量發生第 26 旬其流量分別為 13 百萬噸，標準差為 187 萬噸，其次為 24 旬，平均入流量分別為 10 百萬噸，標準差為 111 百萬噸；最小平均入流量於第 34 旬，油羅溪之平均入流量為 2.2 百萬噸，標準差為 62 百萬噸，次小之平均入流量於第 35 旬為 2.5 百萬噸，標準差為 85 百萬噸，如表 5-1 所示。

圖 5-7 顯示油羅溪 2004 年至 2012 年之各旬入流量沒有超出信心區間。圖 5-9 比較各旬間之變化，各旬變化量大致穩定，於汛期則產生較大之變化。同樣地，上坪溪 2006 年至 2012 年各旬之流量品質分析，如圖 5-10 至圖 5-15 所示；

整體上，歷史流量觀測數據具有相當的合理性。

表5-1 歷年各旬平均入流量與標準差

單位：10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>				
旬別	油羅溪		上坪溪	
	平均入流量	標準差	平均入流量	標準差
1	9.49	5.64	2.82	7.88
2	8.95	5.40	2.59	8.65
3	10.41	9.24	3.16	17.75
4	7.66	6.89	3.87	10.77
5	10.36	10.35	3.42	18.06
6	16.15	20.12	4.38	32.44
7	12.05	10.08	3.59	21.35
8	9.44	9.05	3.93	18.78
9	13.37	7.86	4.44	25.16
10	18.00	13.21	3.80	27.82
11	22.85	17.79	3.23	52.50
12	27.23	22.54	4.15	26.08
13	29.45	23.74	3.74	24.85
14	37.44	26.96	3.61	37.69
15	44.02	27.51	5.97	24.49
16	46.91	42.56	7.38	103.82
17	49.47	47.87	7.71	84.78
18	51.83	55.40	6.99	51.68
19	27.43	10.41	5.43	16.82
20	59.26	58.24	5.44	206.82
21	29.57	13.64	5.46	36.48
22	75.31	84.99	9.54	144.92
23	34.04	21.68	7.54	26.07
24	48.00	68.35	10.04	111.49
25	34.17	28.69	8.26	17.34
26	89.49	112.34	12.68	187.82
27	34.25	29.93	8.36	41.04
28	62.93	124.47	7.80	203.90
29	16.25	15.99	5.65	21.37
30	18.91	27.05	5.16	14.31
31	8.98	6.11	3.21	10.13
32	9.08	6.33	3.32	15.77
33	10.42	7.72	3.01	13.33
34	13.95	20.68	2.18	62.12
35	8.06	6.61	2.52	84.82
36	5.76	2.48	2.73	23.70

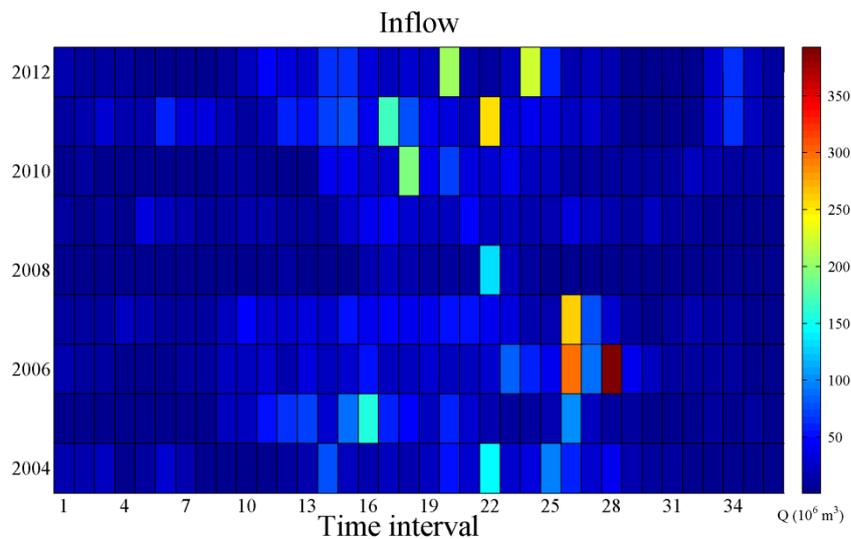


圖5-4 油羅溪 2004 年至 2012 年各旬入流量

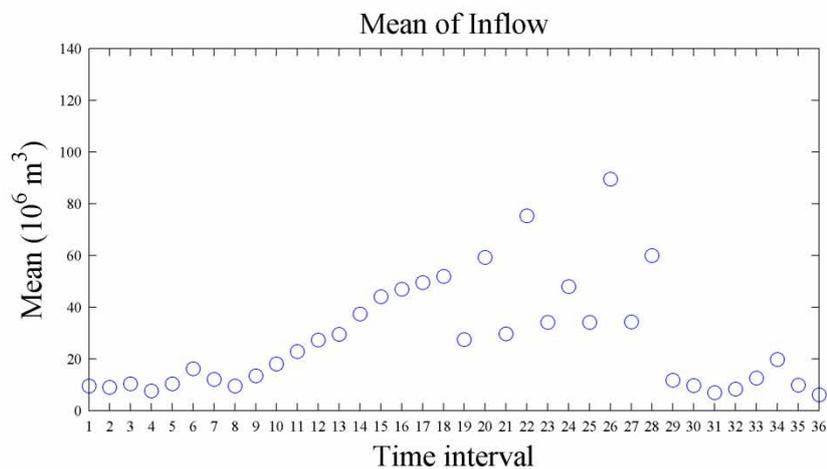


圖5-5 油羅溪 2004 年至 2012 年各旬入流量歷年平均

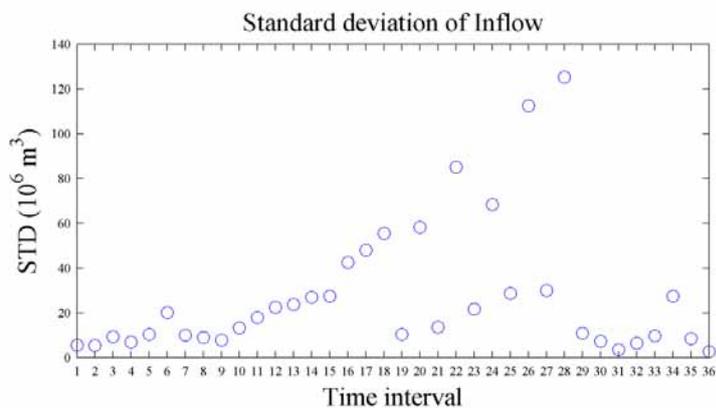


圖5-6 油羅溪 2004 年至 2012 年各旬入流量標準差

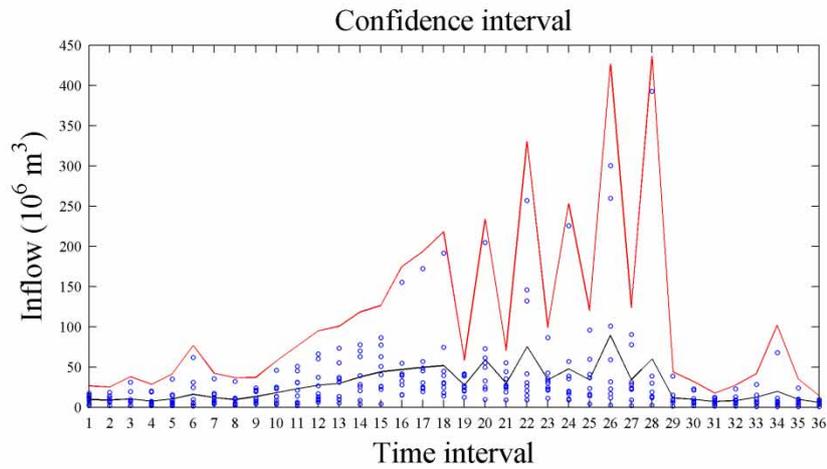


圖5-7 油羅溪 2004 年至 2012 年各旬入流量及信心區間

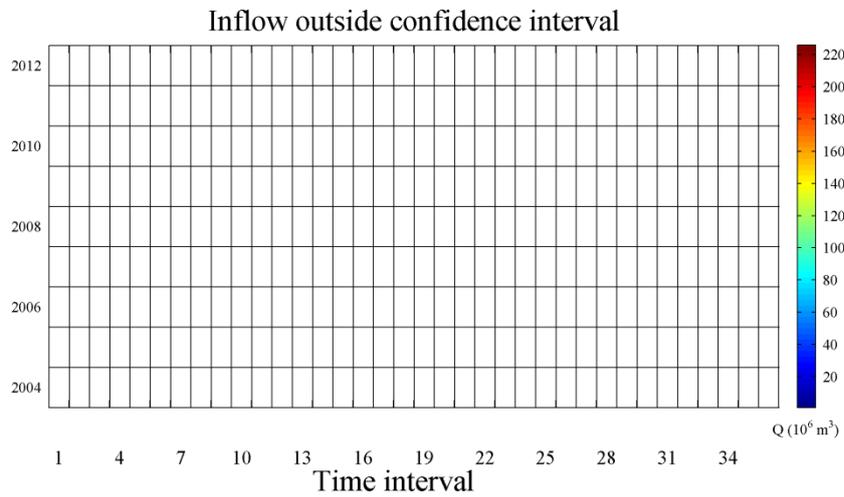


圖5-8 油羅溪 2004 年至 2012 年落於信心區間外之各旬入流量

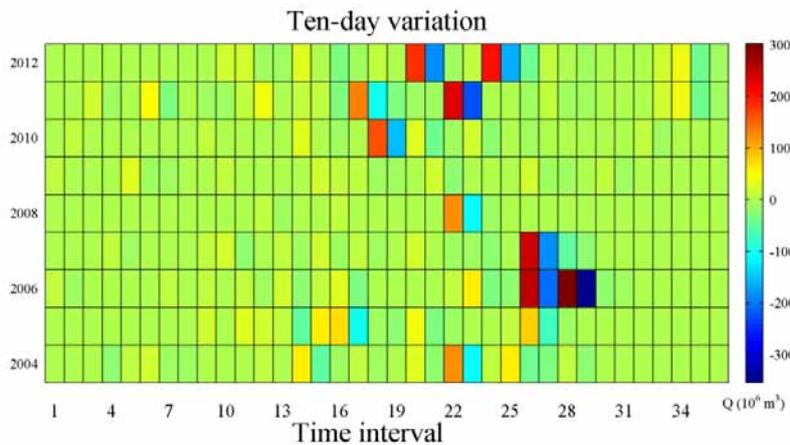


圖5-9 油羅溪 2004 年至 2012 年各旬入流量變化

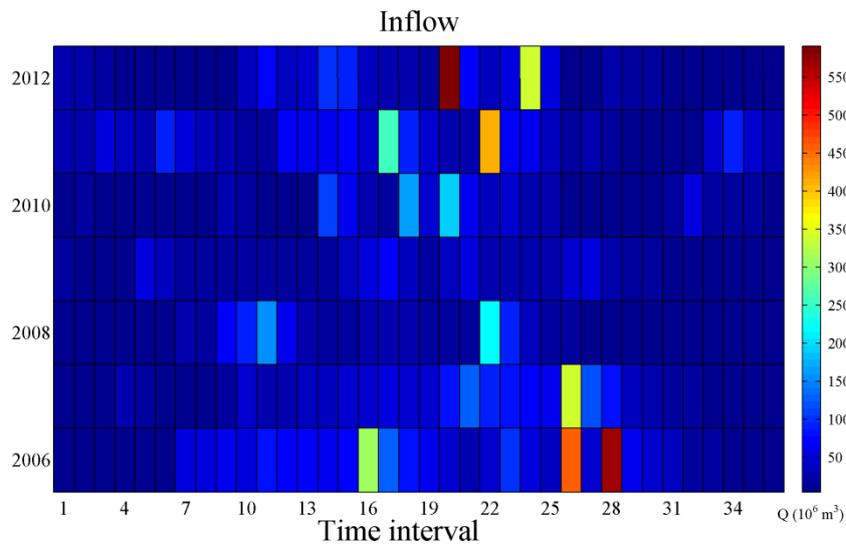


圖5-10 上坪溪 2006 年至 2012 年各旬入流量

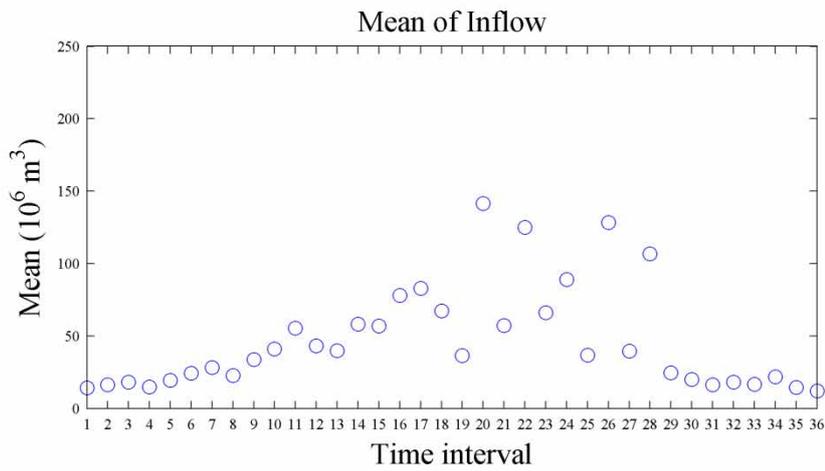


圖5-11 上坪溪 2006 年至 2012 年各旬入流量歷年平均

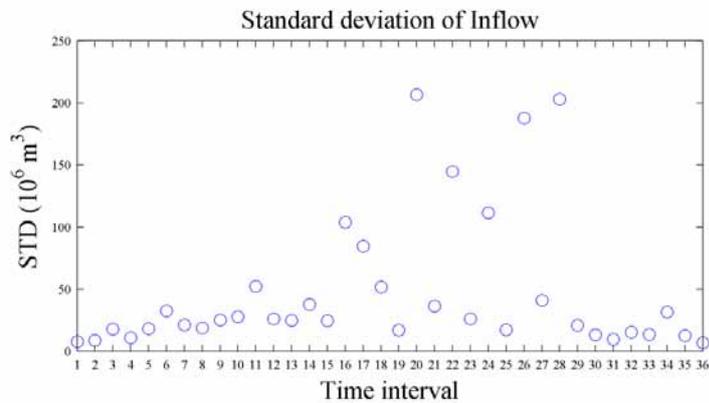


圖5-12 上坪溪 2006 年至 2012 年各旬入流量標準差

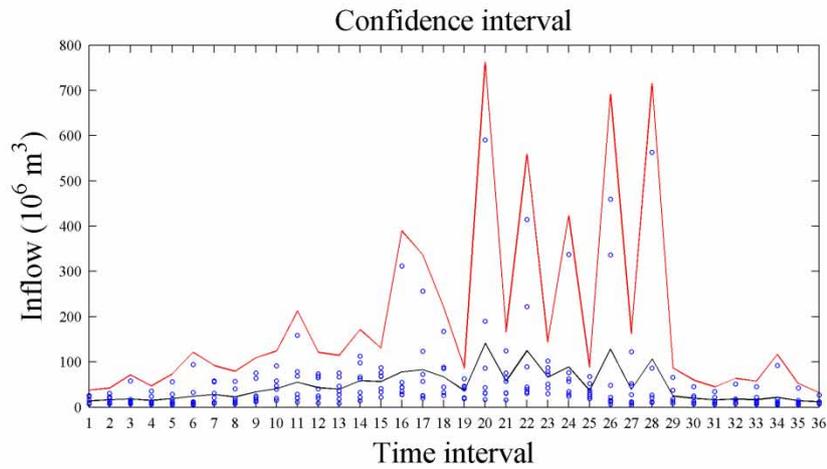


圖5-13 上坪溪 2006 年至 2012 年各旬入流量及信心區間

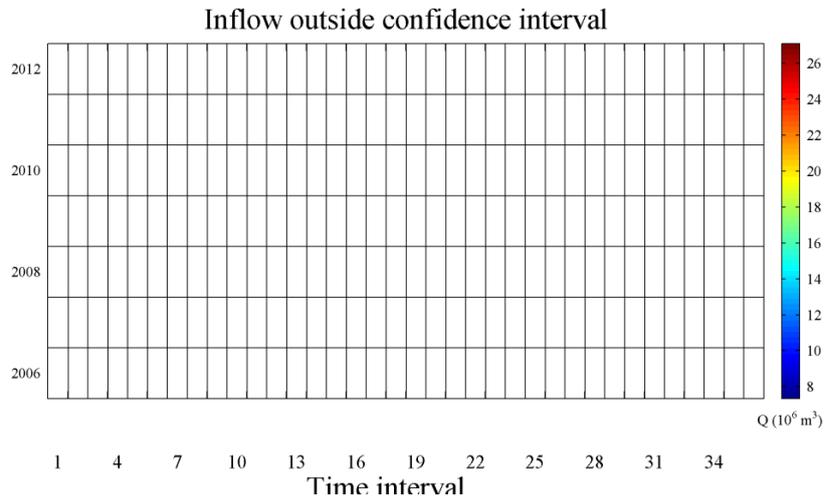


圖5-14 上坪溪 2006 年至 2012 年落於信心區間外之各旬入流量

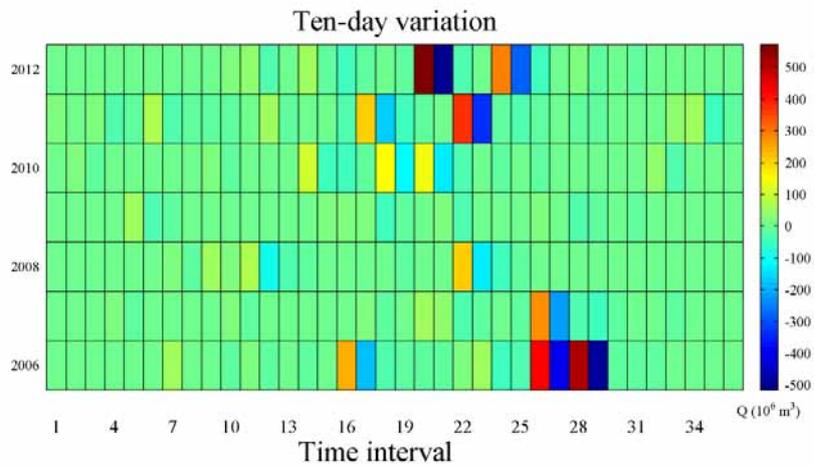


圖5-15 上坪溪 2006 年至 2012 年各旬入流量變化

## 2. 區域水源變化特性分析

在區域水源變化特性方面，先將每年各旬流量加總計算年流量後，進行歷年數據統計及趨勢變化分析。油羅溪歷年流量變化如圖 5-16 所示，其年平均流量約 10.1 億噸，最大年流量發生於 2006 年，約 15.5 億噸；最枯旱發生於 2008 年，其年流量約 4.1 億噸。枯水期(即每年的 11 月至隔年的 4 月)流量約占全年流量之 22%，如圖 5-17。

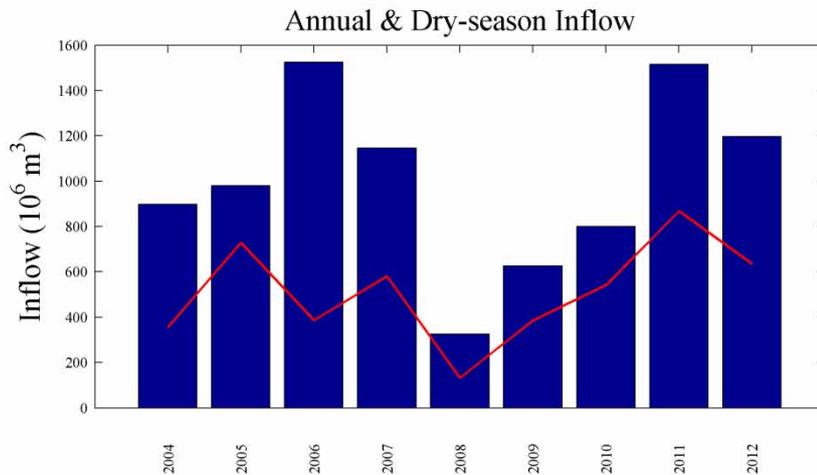


圖5-16 油羅溪入流量歷年統計數據

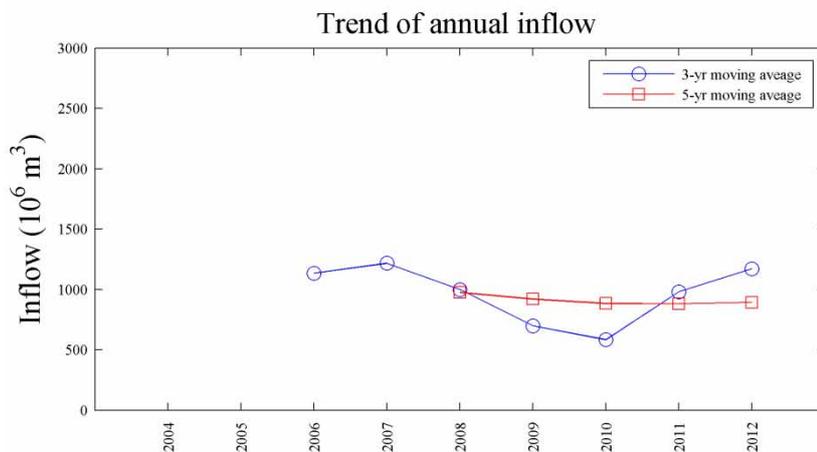


圖5-17 油羅溪入流量趨勢分析

上坪溪歷年流量變化如圖 5-18 所示，其年平均流量約 17.4 億噸，最大年流量發生於 2006 年，約 25.7 億噸；最枯旱發生於 2009 年，其年流量約 8.8 億噸。枯水期(即每年的 11 月至隔年的 4 月)流量約占全年流量之 29%，如圖 5-19。

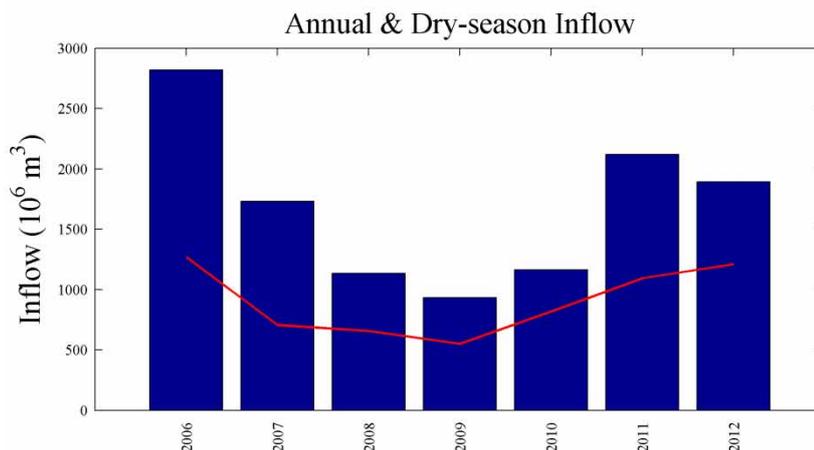


圖5-18 上坪溪入流量歷年統計數據

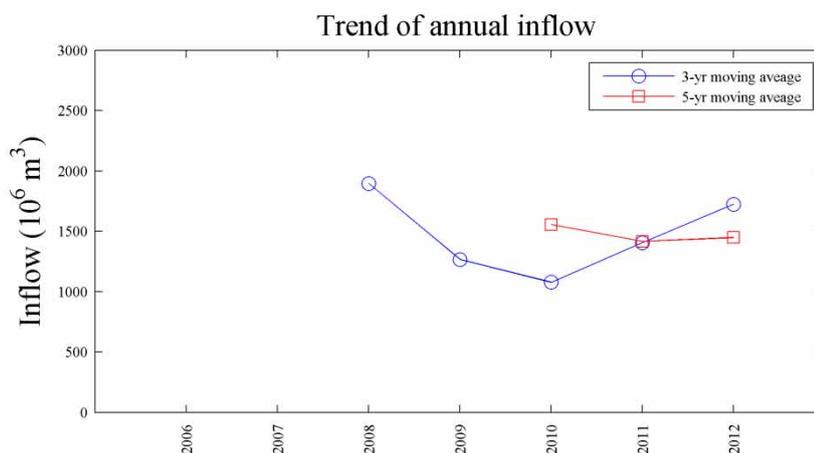


圖5-19 上坪溪入流量趨勢分析

### 3. 潛能水量分析

油羅溪及上坪溪流量之潛能水量分析如圖 5-20 與 5-21 所示。由於資料之時間長度不及 10 年，分析結果僅能作為初步參考。曲線圖可看出，流量於枯水期之差異不大。在汛期時，油羅溪入流量有 25 % 的機率可以超過 180 百萬噸、有 85% 的機率超過 1.6 百萬噸；上坪溪入流量有 25 % 的機率可以超過 336.3 百萬噸、有 85% 的機率可以超過 5.3 百萬噸。

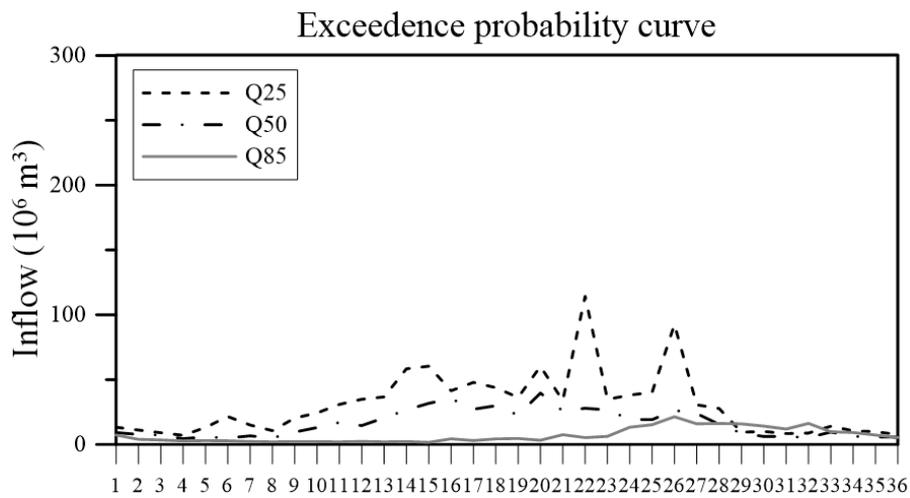


圖5-20 油羅溪流量超越機率曲線

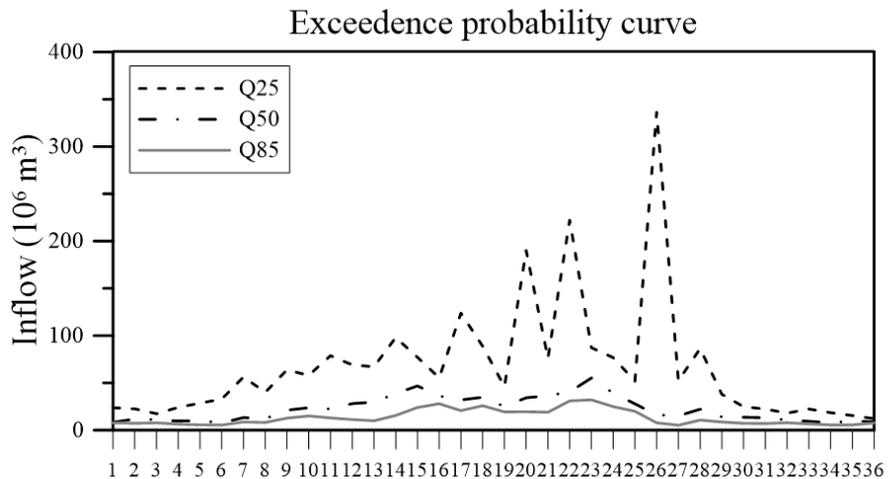


圖5-21 上坪溪流量超越機率曲線

### 5.1.3 用水需求量蒐集與分析

#### 1. 公共用水供水系統

新竹地區隸屬台灣自來水公司第三區管理處管轄，可分為新竹、竹東、尖石、梅花、北埔、五峰、內灣、新埔、芎林、關西等供水系統。其中以新竹供水系統為新竹地區之最大供水系統，主要由第一淨水場、第二淨水場、寶山淨水場及湳雅淨水場等供應，包括新竹市、湖口鄉、新豐鄉、寶山鄉及竹東鎮等鄉鎮市，本研究主要分析第一、第二及寶山淨水場。

- (1) 第一淨水場：位於新竹市東側十八尖山麓，水公司第三區管理處後方，緊鄰清華大學，原水取自頭前溪隆恩堰設攔河堰取水至新竹第二淨水場原水井(平均可取水量約22~24萬噸)，再由新竹第二淨水場原水井以馬達抽約每日8.9萬噸送第一淨水場。
- (2) 第二淨水場：現有第三抽水站位置改建為第二淨水場，取自隆恩堰與其調節池(寶山及寶二水庫)，主要提供湖口及竹北地區，另以專管送至科學園區，並於寶山淨水場擴建前先支援新竹用水區之用水，設計出水量每日16萬噸，與第一淨水廠合計出水量達每日24.9噸。
- (3) 寶山淨水場：位於寶山水庫下游約1公里柯子湖附近山坡地，標高123公尺，總用地面積約9公頃，原水取自寶山水庫經由水躍、膠羽、沉澱、快濾後蓄入清水池，經消毒處理後送至新竹市區。原設計出水量每日6萬噸，於民國90年再增設每日5萬噸淨水設施一套，合計出水量每日11萬噸，後來又增加3萬噸之處理設備，總供水量可達每日14萬噸；目前處理能力已增至每日45萬噸，未來預計再擴建至每日60萬噸。

現況水源設施由隆恩堰、寶山及寶山第二水庫聯合運用目前核定之供水能力為每日43.2萬噸，參考102年完成之「寶山、寶山第二水庫及隆恩堰聯合運用檢討暨新竹地區性水源潛能評估研究」作為本計畫建構之現況水源設施聯合供水模式與水源分析基本資料之適用性，採用與前研究報告相同之農業需水量及下游保留水量作為分析基礎，供水能力使用每日43.0萬噸作為分析。

另考量未來條件，依據102年之「寶山、寶山第二水庫及隆恩堰聯合運用檢討暨新竹地區性水源潛能評估研究」供需比較如圖5-22所示，民國103年以前尚可滿足用水需求，

民國 110、120 年缺水量為每日 7.8 及 9.7 萬噸，需開發新水源或調度移用方式因應。本計畫亦分析開發不及，由原本系統藉由寶山淨水場原有之處理能力 45 萬噸予以部分負擔，致使系統供水需求達 50.0 萬噸之情況予以分析探討。

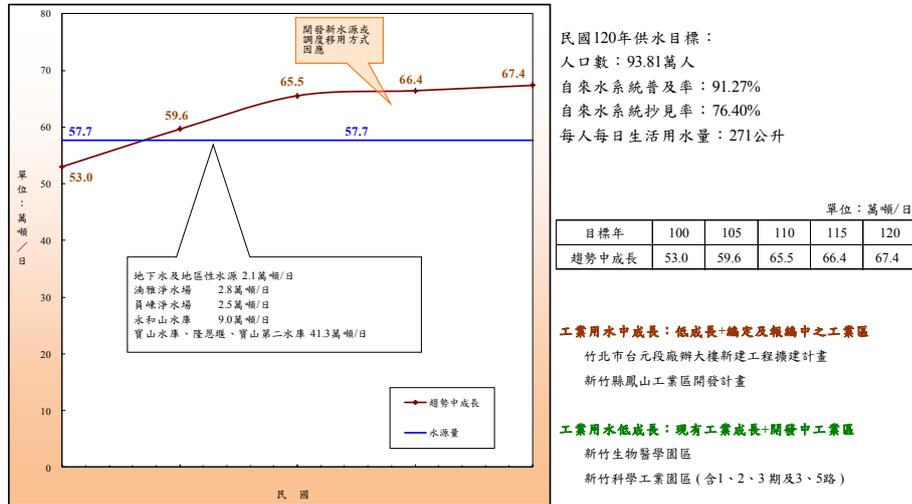


圖5-22 新竹地區公共用水供需圖

## 2. 下游保留水量(包含公共用水外其他需求)

頭前溪水源運用需考慮既有用水人權益及河川生態棲息所需之生態基流量，本計畫以需水量較大者為頭前溪取水之保留水量，保留水量採過去計畫成果建議之數值，本計畫保留水量並未列入公共需水量，公共需水量乃扣除既有用水人及生態基流量。

### (1) 保留水量：

頭前溪目前除了上坪堰附近有寶山水庫、寶山第二水庫及隆恩堰之公共用水外，其餘為農業用水。其中上坪堰保留水量採用民國 100 年 10 月「上坪攔河堰運用要點」內所列之引水基準流量，竹東圳計畫水量則採用北水局核定水量；隆恩堰之農業用水引水計畫量亦採用北水局核定水量，其餘隆恩堰上下游農業用水則採用民國 101 年新竹農田水利會「水稻及早作灌溉實際取水量紀錄表」內農業計畫用水量；另頭前溪尚有亞洲水泥公司水權，亦列入分析，保留水量數值參考自「寶山、寶山第二水庫及隆恩堰聯合運用檢討暨新竹地區性水源潛能評估研究」，如表 5-2 所示。

### (2) 生態基流量：

本計畫依「台灣地區水資源開發綱領計畫」內對於生態保留量之規劃，每 100 平方公里集水區需保留 0.135

噸/秒之生態基流量，故於上坪堰需保留 0.3 秒立方公尺，而隆恩堰之生態基流量則依據「頭前溪隆恩堰用水分配作業要點」至少需保留 0.38 噸/秒。

**表5-2 頭前溪主要控制點下游各標的用水保留水量分析**

月份	旬別	旬次	竹東保留水量	上坪堰下游保留水量	隆恩堰下游保留水量
1月	上	1	0.000	0.500	0.000
	中	2	0.000	0.500	0.000
	下	3	0.000	0.600	0.000
2月	上	4	0.021	0.800	0.066
	中	5	0.624	1.200	0.066
	下	6	0.853	0.700	0.070
3月	上	7	1.121	1.200	1.652
	中	8	1.121	3.600	2.142
	下	9	1.121	5.500	2.142
4月	上	10	1.121	5.600	2.050
	中	11	1.097	5.600	2.050
	下	12	1.065	5.600	2.142
5月	上	13	1.121	5.600	2.142
	中	14	1.121	5.600	2.050
	下	15	1.121	5.600	1.656
6月	上	16	0.821	5.600	1.309
	中	17	0.821	5.600	1.487
	下	18	0.821	5.100	1.580
7月	上	19	0.723	4.000	2.142
	中	20	0.645	4.400	2.142
	下	21	0.821	4.000	2.142
8月	上	22	0.821	4.400	2.142
	中	23	0.821	5.600	2.142
	下	24	0.821	5.600	2.142
9月	上	25	0.821	5.600	2.142
	中	26	0.821	5.600	2.142
	下	27	0.821	5.600	2.142
10月	上	28	0.821	5.600	2.142
	中	29	0.821	5.600	2.142
	下	30	0.821	5.300	1.954
11月	上	31	0.821	4.100	1.478
	中	32	0.689	2.300	1.170
	下	33	0.724	0.700	1.625
12月	上	34	0.000	0.500	0.000
	中	35	0.000	0.500	0.000
	下	36	0.000	0.500	0.000

(資料來源：寶山、寶山第二水庫及隆恩堰聯合運用檢討暨新竹地區性水源潛能評估研究) 單位:CMS

### 3.過去相關成果

關於頭前溪流域現況水資源運用分析與水資源開發案供水分析之相關研究，主要有前台灣省水利局規劃總隊民國 85 年完成之「新竹縣隆恩攔河堰與寶山及寶山第二水庫聯合運用研究報告」、北區水資源局民國 102 年完成之「寶山、寶山第二水庫及隆恩堰聯合運用檢討暨新竹地區性水源潛能評估研究」，概述供予參考。

#### (1) 水利局規劃總隊研究之新竹縣隆恩攔河堰與寶山及寶山第二水庫聯合運用研究報告(民國 85 年)

該計畫依頭前溪現況水源設施單獨與聯合運用，包括隆恩堰、上坪堰、寶山水庫及寶山第二水庫等，整體系統供水分析結果，推估隆恩堰單獨運用時，即使計畫取水量設定為每日 0.5 萬噸，其缺水指數高達 2.8，且仍有 48 天完全無水可用之現象，顯示隆恩堰單獨運用供水穩定性不佳。在缺水指數 0.5 時，寶山水庫與寶二水庫單獨供水，其供水能力分別為每日 7.65 及 19.50 萬噸，在整體聯合運用時，系統之供水能力則提升至每日 42.10 萬噸，可有效提升頭前溪水資源利用。

#### (2) 北區水資源局研究之寶山、寶山第二水庫及隆恩堰聯合運用檢討暨新竹地區性水源潛能評估研究(民國 102 年)

考量民國 92 年枯旱缺水率，於缺水指數 0.5 時供水能力每日僅 30.5 萬噸，若不包含民國 92 年之缺水率，供水能力提高為每日 41.3 萬噸，相較於過去規劃第一淨水場供水量為每日 4.5 萬噸，寶山水庫與隆恩堰聯合供水量為每日 10.5 萬噸，寶山第二水庫每日可增加 28.2 萬噸供水量，合計聯合供水量為每日 43.2 萬噸有所落差。

### 5.1.4 區域供水模型建立

本計畫目的為探討水文觀測站資料品質對於缺水指數之影響，故以前述之新竹地區供水系統為案例探討，主要分析年份為 2006 至 2013 年，目標為滿足新竹地區公共需水量，並使用水資源調配優選模式進行分析。由於寶山及寶山第二水庫均為越域引水之水庫，其入流量受到引水隧道之容量限制，寶山水庫為 2.4 噸，寶山第二水庫為 15 噸。再者，寶山及寶山第二水庫之取水口位於攔河堰上方，由於攔河堰之調蓄容量過小，所以無法以旬流量作為分析之依據，其結果將過於樂觀。因此，以逐日進行分析，並選

擇最大日累積之修正缺水指數，作為優選操作之原則，再換算成年缺水指數作為比較。假設入流量為完整資訊（Perfect information）進行，其供水架構如圖 5-23 所示。

(1) 上坪堰

上坪堰引水依據民國 100 年 10 月「上坪攔河堰運用要點」辦理；引水優先供應竹東圳灌區、寶山水庫及保留用水量，並考量下游河川生態維持基本流量，其中入流量需超過引水基流量方可取水。為減少水庫淤積，依運用要點第九條，停止引水標準為水源濁度高於 3000NTU，本計畫參考上坪堰流量與濁度關係，當入流量大於 60 噸/秒，停止引水。上坪堰引水至竹東圳，其引水量為 2.4 噸/秒，扣除竹東圳需水量後由寶山水庫蓄存利用，剩餘水量引入寶山第二水庫。

(2) 隆恩堰

依據民國 100 年 9 月「隆恩堰運用要點」及民國 100 年 2 月「頭前溪隆恩堰用水分配作業要點」進行營運操作。隆恩堰引水量，需優先保障生態基流量及保留用水量，再提供公共用水。取水依河川流況，至少放流 0.38 噸/秒至下游河川。實際流量無法滿足生態基流量及保留用水量時，扣除下游河川生態基流量後，按既有水權水量比例分配之。現況取水量受限於淨水場設備容量，平均日取水量為 24.9 萬噸。

(3) 寶山及寶山第二水庫

寶山水庫尚未訂定運用要點，「寶山第二水庫運用要點」於民國 95 年訂定，民國 100 年 10 月修正。經上坪堰引水後，利用竹東圳導水路後剩餘之入流量將導入寶山水庫，再有多餘之水量再引入寶山第二水庫蓄存。兩水庫集水區之降雨入流量不列入水源運用，均作為生態放流量。

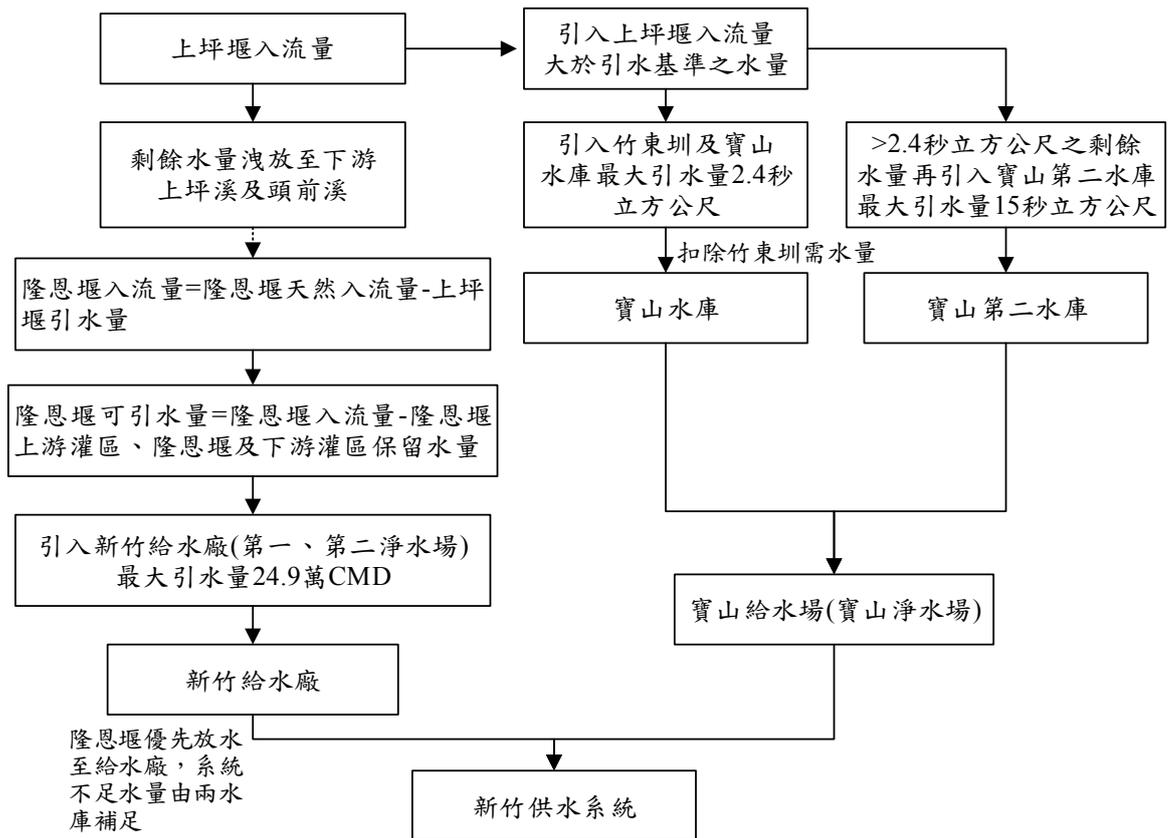


圖5-23 頭前溪各水源設施運用流程圖

(修正自寶山、寶山第二水庫及隆恩堰聯合運用檢討暨新竹地區性水源潛能評估研究)

### 1. 目標函數

配合相關操作原則，本研究採用之目標函數如式(5-4)所示，其為非線性函數，將利用非線性求解方式找出每一時刻的最佳配水量

$$\min Z = \sum_{t=1}^{\text{days}} \left[ 1 - \left( \frac{\text{Supply}_t}{\text{Demand}} \right) \right]^2 \quad (5-4)$$

本研究以民國 95 年 1 月 1 日至民國 102 年 12 月 31 日作為分析區間，總天數為 2922，公共用水量為定值，現況採用每日 43 萬噸，未來需求假設為每日 50 萬噸，供應水量則為第一、第二淨水廠與寶山淨水廠水量加總。

### 2. 限制式

限制式制定方面，考量包括前述各項水庫硬體及運轉操作限制條件部分，本計畫考量寶山、寶二水庫相關限制條件，主要為連續方程式。

限制條件依據配水網路各設施之連續方程式條件分別

設定， $S_{_K1_t}$ 、 $S_{_K2_t}$  表示在  $t$  時刻的寶山、寶二水庫庫容， $S_{_K1_{max}}$ 、 $S_{_K2_{max}}$  則為水分別操作上限庫容，以有效容量計之，並考慮水庫之入流、出流、蒸發量，由於寶山、寶二屬於離槽水庫，故不另外計算其溢流量。

$$\begin{aligned}
 S_{_K1_{t+1}} &= S_{_K1_t} + RN32_t - E1_t - R1_t \\
 S_{_K2_{t+1}} &= S_{_K2_t} + RN21_t - E2_t - R2_t \\
 S_{_K1_t} &\leq S_{_K1_{max}} \\
 S_{_K2_t} &\leq S_{_K2_{max}}
 \end{aligned}
 \tag{5-5}$$

各節點間的代號詳列如下：

- I1 (t)：上坪堰 t 時刻入流量；
- I1 (t)：油羅溪 t 時刻入流量；
- RN11 (t)：頭前溪 t 時刻匯流量；
- RN41 (t)：上游農業用水 t 時刻引水量；
- RN42 (t)：隆恩堰 t 時刻入流量；
- RW21(t)：隆恩堰 t 時刻引水量；
- RW22(t)：隆恩堰 t 時刻放流量；
- RW12(t)：上坪堰 t 時刻放流量；
- RW11(t)：隆恩堰 t 時刻引水量；
- RN21(t)：寶二水庫 t 時刻引水量；
- RN31(t)：竹東圳下游 t 時刻取水量；
- RN32(t)：竹東圳下游 t 時刻取水量；
- RN22(t)：竹東圳 t 時刻引水量；
- R1(t)：寶山水庫 t 時刻放流量；
- R2(t)：寶二水庫 t 時刻放流量；
- Supply(t)：t 時刻公共用水量( $R1(t)+ R2(t)+ RW21(t)$ )

### 5.1.5 水資源系統分析及缺水指數評估

本研究採民國 95 至 102 年資料、水庫呆容量不加入營運模擬，逐日計算引水量及水庫放水操作、寶山第二水庫越域引水路輸水損失以 10% 估列，而寶山水庫越域引水路係利用竹東圳輸水，考慮竹東圳灌區計畫用水量已含輸水損失，寶山水庫係蓄存剩餘水量，故不額外估列輸水損失。於颱風或暴雨期間，為避免河道輸砂隨著攔河堰引水流入水庫，當堰址河川流量大時，攔河堰即關閉進水閘門，暫

停引水操作。

水量分配原則為生態基流量為第一優先，保留水量第二優先，公共用水量為第三優先，蓄水為第四優先，各用水需求節點優先使用河川入流量，不足才由水庫供應，在此一架構下計算日缺水指數最少之情形。

本計畫取得之資料並無重大缺水事件，無法檢視模式之正確性，故本研究另以 92 年之資料進行模擬，如表 5-3 所示。由於流量條件未知，上坪堰與油羅溪之年入流量相同的假設下進行，由於缺乏日流量資料，故將年流量依據過去歷史平均流量資料分配於各旬，再予以平均分配為日流量，其餘保留量條件不變，在此一條件下之計算結果，其平均缺水率約為 49.83%，與「寶山、寶山第二水庫及隆恩堰聯合運用檢討暨新竹地區性水源潛能評估研究」分析結果 44.7% 缺水率接近，然由於逐日流量分布未能取得，以及在規劃模式上設定之不同，故在數值上仍有些許差距，但足以說明本研究模式之可靠度。

#### 1. 水資源供給現況及現有需求條件下之評估

在本研究分析之 2006 至 2012 年中，以日供給量 43 萬噸之供水量，並無嚴重之缺水風險，僅 98 年有些許之缺水可能性，整體平均之缺水指數為 0.002，修正日缺水指數約為 0.007，年平均缺水率約為 0.17%。但本時期資料對於整體新竹水資源條件的代表性不足，並無遭遇如 85 年或 92 年之乾旱事件，在於水資源規劃上，整體原則上初步規劃時至少需要 10 年以上之水文資料、可行性規劃需有 15 年以上之資料、基本設計則需有 20 年以上之資料，並且對於是否有足夠之代表性需進一步檢視。

#### 2. 水資源供給現況及未來需求條件下之評估

如假設水文條件相似下，未來新興水源開發不足，部分由現有系統負擔，日供給量 50 萬噸，計算整體平均之缺水指數為 0.061，修正日缺水指數約增為 0.208，年平均缺水率達到 1.6%。此結果僅就現有分析年限進行探討，於更嚴重之乾旱事件下，缺水會更加嚴重。

現有分析之現況分析結果、未來分析統計結果，包括歷年及旬平均統計分別列於表 5-4 至 5-7。

表5-3 本模式 92 年之分析結果(單位萬立方米)

年	上坪堰				寶山水庫			寶山第二引水量			隆恩堰				公共給水			
	入流量	實際引水量	總放水量	竹東引水	越域引水	蓄水供水	平均蓄水	越域引水	蓄水供水量	平均蓄水量	上游農業水量	入流量	實際供水	總放水量	計畫需水	實際供水量	缺水量	缺水率(%)
1	102	0	102	0	0	8	100	0	0	545	6	183	150	33	430	158	273	63.37
2	103	0	103	0	0	15	88	0	0	545	6	176	143	33	430	158	273	63.37
3	128	0	128	0	0	0	82	0	0	545	7	224	188	36	473	188	285	60.23
4	241	103	138	0	13	83	125	0	0	545	16	352	222	129	430	305	125	29.07
5	393	289	104	1	25	56	182	82	0	585	127	291	249	42	430	305	125	29.07
6	289	51	238	1	6	45	247	0	0	618	156	304	199	105	344	244	100	29.07
7	416	54	361	7	0	6	242	0	0	618	385	286	249	37	430	255	175	40.79
8	505	0	505	0	0	0	242	0	0	618	559	318	194	124	430	194	236	54.93
9	563	0	563	0	0	15	230	0	25	608	668	323	119	204	473	159	314	66.40
10	403	0	403	0	0	52	199	0	93	542	565	159	0	159	430	145	285	66.37
11	455	0	455	0	0	6	173	0	5	497	496	311	134	177	430	145	285	66.37
12	536	18	518	2	0	0	170	0	0	495	490	434	249	185	430	249	181	42.09
13	494	0	494	0	0	19	163	0	13	485	553	298	113	185	430	145	285	66.37
14	342	0	342	0	0	88	109	0	57	445	592	33	0	33	430	145	285	66.38
15	680	122	557	13	2	11	66	0	0	425	654	431	274	157	473	285	188	39.67
16	804	320	484	9	17	10	137	113	0	481	558	580	249	331	430	259	171	39.67
17	536	53	484	7	0	10	188	0	0	526	490	432	249	183	430	259	171	39.67
18	522	81	441	9	1	10	184	0	0	526	398	696	249	447	430	259	171	39.67
19	317	0	317	0	0	63	149	0	0	526	323	381	196	185	430	259	171	39.67
20	320	0	320	0	0	18	111	0	0	526	263	427	242	185	430	259	171	39.67
21	478	67	411	8	0	24	84	0	0	526	420	465	261	204	473	285	188	39.67
22	627	198	429	9	16	55	119	0	0	526	543	434	249	185	430	304	126	29.35
23	772	269	503	9	17	55	196	61	0	557	701	434	249	185	430	304	126	29.35
24	1250	718	532	10	19	25	301	490	0	822	630	940	274	666	473	298	175	36.91
25	628	144	484	9	9	22	386	0	0	1023	528	502	249	253	430	271	159	36.91
26	562	22	540	3	0	0	409	0	0	1023	564	434	249	185	430	249	181	42.09
27	402	0	402	0	0	69	350	0	104	986	649	158	0	158	430	173	257	59.77
28	393	0	393	0	0	35	314	0	138	850	655	121	0	121	430	173	257	59.77
29	250	0	250	0	0	119	257	0	54	734	463	33	0	33	430	173	257	59.77
30	185	0	185	0	0	44	175	0	147	634	340	36	0	36	473	190	283	59.77
31	127	0	127	0	0	38	114	0	135	513	218	33	0	33	430	173	257	59.77
32	104	0	104	0	0	56	74	0	117	380	167	33	0	33	430	173	257	59.77
33	96	0	96	0	0	10	43	0	128	257	114	68	35	33	430	173	257	59.79
34	86	0	86	0	0	0	39	0	51	172	6	155	122	33	430	173	257	59.79
35	76	0	76	0	0	14	29	0	54	121	6	138	105	33	430	173	257	59.77
36	97	0	97	0	0	11	18	0	48	69	7	167	131	36	473	190	283	59.79
整年	14281	2509	11772	96	125	1088	169	746	1170	553	13324	10788	5592	5195	15695	7850	7845	49.83

表5-4 本計畫模式分析頭前溪水源設施現況供水 43 萬 CMD 歷年統計結果

年	上坪堰				寶山水庫			寶山第二引水量			隆恩堰				公共給水			
	入流量	實際引水量	總放水量	竹東引水	越域引水量	蓄水供水	平均蓄水量	越域引水量	蓄水供水	平均蓄水量	上游農業水量	入流量	實際供水	總放水量	計畫需水量	實際供水	缺水量	缺水率(%)
2006	76028	6797	69232	1111	2121	2563	373	3565	6102	2015	13491	99370	7030	92340	15695	15695	0	0.00
2007	106720	12229	94491	1956	4371	3898	425	5901	2834	2390	14227	146270	8962	137307	15695	15695	0	0.00
2008	65537	7502	58036	1871	4105	4106	516	1525	2674	2318	14249	91020	8958	82062	15738	15738	0	0.00
2009	42957	8310	34647	1138	1969	2507	356	5203	6087	1847	12866	39110	6883	32227	15695	15477	218	1.39
2010	35333	10963	24370	1743	4265	3894	320	4954	3262	1032	14179	35931	8539	27392	15695	15695	0	0.00
2011	44003	10452	33551	1059	3528	3617	311	5864	5413	1246	13884	52377	6665	45712	15695	15695	0	0.00
2012	80152	11361	68791	1662	4208	4055	465	5490	3446	2659	14241	115947	8238	107709	15738	15738	0	0.00
2013	75392	10323	65070	1553	3903	3803	489	4866	3810	2671	13777	104376	8082	96294	15695	15695	0	0.00

表5-5 本計畫模式分析頭前溪水源設施增加至供水 50 萬 CMD 歷年統計結果

年	上坪堰				寶山水庫			寶山第二引水量			隆恩堰				公共給水			
	入流量	實際引水量	總放水量	竹東引水	越域引水量	蓄水供水	平均蓄水量	越域引水量	蓄水供水	平均蓄水量	上游農業水量	入流量	實際供水	總放水量	計畫需水量	實際供水	缺水量	缺水率(%)
2006	76028	10702	65326	1111	2031	2252	366	7560	8641	1999	13491	95464	7031	88433	18250	17924	326	1.79
2007	106720	13895	92826	1956	4461	4211	499	7478	5148	2695	14222	144610	8887	135722	18250	18246	4	0.02
2008	65537	10791	54746	1871	4505	4652	487	4414	4789	2560	14249	87730	8859	78871	18300	18300	0	0.00
2009	42957	9600	33357	1138	1981	2370	356	6482	7886	1899	12866	37820	6883	30937	18250	17139	1111	6.09
2010	35333	14243	21089	1743	4231	3918	309	8269	5722	1559	14179	32650	8539	24111	18250	18178	72	0.39
2011	44003	12504	31499	1059	3549	3433	300	7895	7747	1369	13884	50324	6665	43659	18250	17845	405	2.22
2012	80152	12803	67350	1662	4099	3991	493	7041	5957	2464	14241	114505	8238	106268	18300	18185	115	0.63
2013	75392	13812	61581	1546	4140	4142	423	8125	5646	2233	13777	100887	8157	92731	18250	17945	305	1.67

表5-6 本計畫模式分析頭前溪水源設施現況供水 43 萬 CMD 旬平均統計結果

旬次	上坪堰			寶山水庫			寶山第二引水量			隆恩堰				公共給水				
	入流量	實際引水量	總放水量	竹東引水量	越域引水量	蓄水供水量	平均蓄水量	越域引水量	蓄水供水量	平均蓄水量	上游農業水量	入流量	實際供水量	總放水量	計畫需水	實際供水量	缺水量	缺水率(%)
1	493	217	276	0	162	144	353	55	40	1537	6	621	246	375	430	430	0	0.00
2	567	281	286	0	160	163	355	121	21	1601	6	619	246	373	430	430	0	0.00
3	650	240	410	0	186	177	359	54	25	1654	7	805	271	534	473	473	0	0.00
4	518	184	333	2	131	139	360	52	44	1656	16	662	246	416	430	430	0	0.00
5	672	237	435	3	105	106	354	129	102	1661	127	753	222	531	430	430	0	0.00
6	815	149	666	4	78	87	355	67	90	1665	147	1107	178	929	355	355	0	0.00
7	1026	484	542	64	64	61	345	357	133	1728	349	723	236	487	430	430	0	0.00
8	823	237	586	43	44	52	350	150	220	1785	503	536	158	378	430	430	0	0.00
9	1285	563	722	65	67	55	341	432	222	1826	647	747	196	550	473	473	0	0.00
10	1472	559	913	60	58	41	360	441	201	2020	537	1240	189	1051	430	430	0	0.00
11	2170	576	1594	67	78	36	394	431	174	2237	496	2264	220	2044	430	430	0	0.00
12	1810	384	1426	76	88	67	421	219	144	2368	490	2172	219	1953	430	430	0	0.00
13	1843	246	1597	79	76	96	424	91	116	2357	544	2357	218	2139	430	430	0	0.00
14	2117	255	1862	76	73	75	412	106	128	2319	612	2629	227	2401	430	430	0	0.00
15	2410	393	2018	84	85	77	414	224	133	2347	654	3247	263	2984	473	473	0	0.00
16	4124	369	3755	51	97	69	433	221	113	2433	558	5491	248	5243	430	430	0	0.00
17	3473	303	3170	59	109	80	462	134	101	2467	490	4923	249	4674	430	430	0	0.00
18	2549	278	2271	66	121	105	485	91	76	2483	398	4078	249	3829	430	430	0	0.00
19	1477	353	1124	63	141	126	500	149	55	2541	323	1942	249	1693	430	430	0	0.00
20	5483	230	5253	43	110	109	506	77	72	2570	263	7809	249	7560	430	430	0	0.00
21	2121	234	1886	76	127	123	509	31	76	2544	420	2767	274	2493	473	473	0	0.00
22	4230	195	4035	58	105	115	505	32	72	2489	543	6302	243	6059	430	430	0	0.00
23	2236	335	1901	59	108	102	503	168	108	2495	698	2668	220	2448	430	430	0	0.00
24	2987	219	2768	65	117	119	507	37	113	2478	626	4208	241	3967	473	473	0	0.01
25	1272	158	1113	56	89	102	502	13	91	2392	528	1637	236	1401	430	428	2	0.50
26	4458	165	4294	35	64	60	493	65	168	2316	563	7435	200	7236	430	428	2	0.53
27	1390	172	1218	37	60	102	471	75	169	2186	629	1933	157	1777	430	428	2	0.53
28	3846	157	3689	34	55	87	434	68	170	2091	626	6114	171	5943	430	428	2	0.53
29	922	145	778	32	46	61	414	66	231	1964	568	823	136	687	430	428	2	0.53
30	684	116	568	38	59	98	387	19	233	1756	505	527	140	387	473	471	2	0.53
31	580	97	483	35	39	88	338	23	200	1555	365	457	140	317	430	428	2	0.53
32	639	193	446	38	67	72	319	88	166	1417	296	538	190	348	430	428	2	0.53
33	628	282	346	46	76	105	298	160	87	1419	306	492	236	256	430	428	2	0.53
34	1531	229	1302	0	160	124	310	68	59	1452	6	2002	244	1758	430	428	2	0.53
35	1669	216	1453	0	157	147	324	59	37	1448	6	2064	244	1820	430	428	2	0.53
36	798	293	505	0	198	184	339	95	15	1497	7	858	272	586	473	471	2	0.46

表5-7 本計畫模式分析頭前溪水源設施增加至供水 50 萬 CMD 旬平均統計結果

旬次	上坪堰				寶山水庫			寶山第二引水量			隆恩堰				公共給水			
	入流量	實際引水量	總放水量	竹東引水量	越域引水量	蓄水供水	平均蓄水量	越域引水	蓄水供水	平均蓄水量	上游農業水量	入流量	實際供水量	總放水量	計畫需水	實際供水量	缺水量	缺水率(%)
1	493	298	195	0	165	127	397	133	129	1686	6	540	244	296	500	500	0	0.00
2	567	381	186	0	163	134	433	218	122	1716	6	519	244	275	500	500	0	0.00
3	650	394	256	0	190	215	430	204	63	1839	7	651	271	380	550	550	0	0.00
4	518	164	354	2	134	159	397	28	95	1851	16	682	246	436	500	500	0	0.00
5	672	210	461	3	113	135	381	94	143	1765	127	780	222	558	500	500	0	0.00
6	815	192	623	4	82	94	362	106	138	1764	146	1065	178	886	413	411	2	0.43
7	1026	371	655	64	62	92	335	246	172	1721	349	836	236	600	500	500	0	0.00
8	823	293	530	43	44	54	317	206	278	1722	503	480	158	322	500	490	10	1.97
9	1285	567	718	65	68	49	322	434	293	1715	647	743	196	547	550	538	12	2.17
10	1472	415	1057	60	58	57	330	297	244	1786	537	1384	189	1196	500	490	10	2.08
11	2170	506	1664	67	78	53	348	361	223	1844	496	2334	220	2115	500	496	4	0.86
12	1810	486	1324	76	86	78	363	325	197	1967	490	2070	219	1851	500	494	6	1.13
13	1843	536	1306	79	82	79	372	376	197	2031	544	2066	218	1848	500	494	6	1.25
14	2117	551	1566	76	79	63	378	396	207	2215	612	2332	227	2105	500	498	2	0.46
15	2410	546	1864	84	94	70	401	369	215	2349	654	3094	263	2831	550	548	2	0.29
16	4124	405	3719	51	95	75	419	259	177	2430	558	5455	248	5207	500	500	0	0.00
17	3473	564	2909	59	111	62	455	394	189	2524	490	4661	249	4412	500	500	0	0.00
18	2549	414	2135	66	125	115	487	223	136	2644	398	3942	249	3693	500	500	0	0.00
19	1477	450	1027	63	139	125	500	248	126	2750	323	1845	249	1596	500	500	0	0.00
20	5483	318	5164	43	110	108	498	165	143	2782	263	7720	249	7471	500	500	0	0.00
21	2121	441	1679	76	127	136	497	238	140	2808	420	2560	274	2286	550	550	0	0.00
22	4230	280	3949	58	100	102	492	123	155	2835	543	6216	243	5974	500	500	0	0.00
23	2236	373	1863	59	109	100	499	205	175	2819	698	2630	220	2410	500	495	5	1.00
24	2987	287	2700	65	122	120	507	100	183	2779	626	4141	241	3900	550	543	7	1.23
25	1272	182	1089	56	89	97	507	37	154	2664	528	1613	236	1377	500	487	13	2.68
26	4458	211	4248	35	59	71	489	117	214	2555	563	7389	200	7189	500	485	15	3.02
27	1390	152	1238	37	60	78	477	55	244	2387	629	1953	157	1797	500	478	22	4.39
28	3846	179	3667	34	53	97	443	93	213	2229	626	6092	171	5921	500	481	19	3.83
29	922	167	755	32	55	86	405	80	251	2095	568	800	136	665	500	473	27	5.30
30	684	136	548	37	62	93	372	37	283	1872	505	507	140	367	550	516	34	6.19
31	580	148	432	35	48	74	346	66	259	1624	365	405	140	265	500	473	27	5.36
32	639	212	427	38	76	104	313	98	188	1504	296	519	190	329	500	482	18	3.50
33	628	292	336	46	76	99	290	169	152	1448	306	483	236	247	500	487	13	2.59
34	1531	375	1156	0	162	125	301	213	118	1513	6	1856	244	1612	500	487	13	2.59
35	1669	336	1333	0	157	148	320	179	98	1533	6	1944	241	1702	500	488	12	2.47
36	798	460	337	0	194	145	356	266	127	1651	7	691	264	426	550	536	14	2.50

## 5.2 桃園地區水資源系統

研究區域位於大漢溪流域，屬於淡水河系三大主要支流，大漢溪流域面積 1,163 平方公里，幹流長約 135 公里，平均坡降 1 比 37，流域上游屬於山谷地，中、下游為台地及沖積平原，境內交通十分發達，工廠眾多，人口稠密，土地開發高。

研究範圍內之設施有石門水庫、後池堰、鳶山堰、三峽堰、石門淨水場、平鎮淨水廠、龍潭淨水廠、大湳淨水廠及板新二期淨水廠等，其配置圖如圖 5-24。

### 5.2.1 研究範圍及設施背景資料概述

#### 1. 石門水庫

石門水庫集水面積 763.4 平方公里，目前有效蓄水量約為 2.07 億噸，滿水位標高為 245 公尺，屬於多目標水利工程，具有灌溉、公共給水、防洪、發電及觀光等效益。其透過石門大圳(設計流量為 18.4 秒噸)可提供石門農田水利會所管轄的農業灌溉用水以及龍潭、石門與平鎮等淨水廠之公共用水，其他用水標的則利用石門電廠配合供水發電後儲存於後池堰之水量調節供水。

#### 2. 後池堰

石門水庫下游處另建有後池堰，主要功能為調節發電、公共給水以及灌溉用水。因發電的時間與公共給水時間並未完全相同，故建立後池堰將發電的水儲存於後池堰，使尖峰發電的水量可平均供給桃園大圳以及下游灌區引用，其調節容量約為 220 萬噸。後池堰之儲水經由桃園大圳(設計流量為 16.8 噸/秒)供應桃園農田水利會所轄之農業灌溉用水及大湳淨水廠部分公共用水。

#### 3. 鳶山堰

鳶山堰位於大漢溪上，距石門水庫下游 19 公里，主要目的為攔截水庫放水、灌溉回歸水及水庫下游地區未受控制的逕流水。其集水面積約 841.4 平方公里，扣除石門水庫面積後剩 78 平方公里。目前因為上游沖刷及河道疏濬，有效庫容增加至 439 萬噸。其利用重力及動力導水箱涵直接取水至板新淨水廠，其輸水容量分別為每日 100 萬噸及 60 萬噸；另外亦利用加壓方式取水至大湳淨水廠，其輸水容量每日 30 萬噸，其中 25 萬噸屬於優先取水量；鳶山堰目前最大取水量為每日 60 萬噸。

#### 4. 三峽堰

三峽堰為自來水公司在三峽河興建的取水構造物，取水面積 112.6 平方公里，目前最大取水量為每日 53 萬噸，水源送至板新淨水廠。

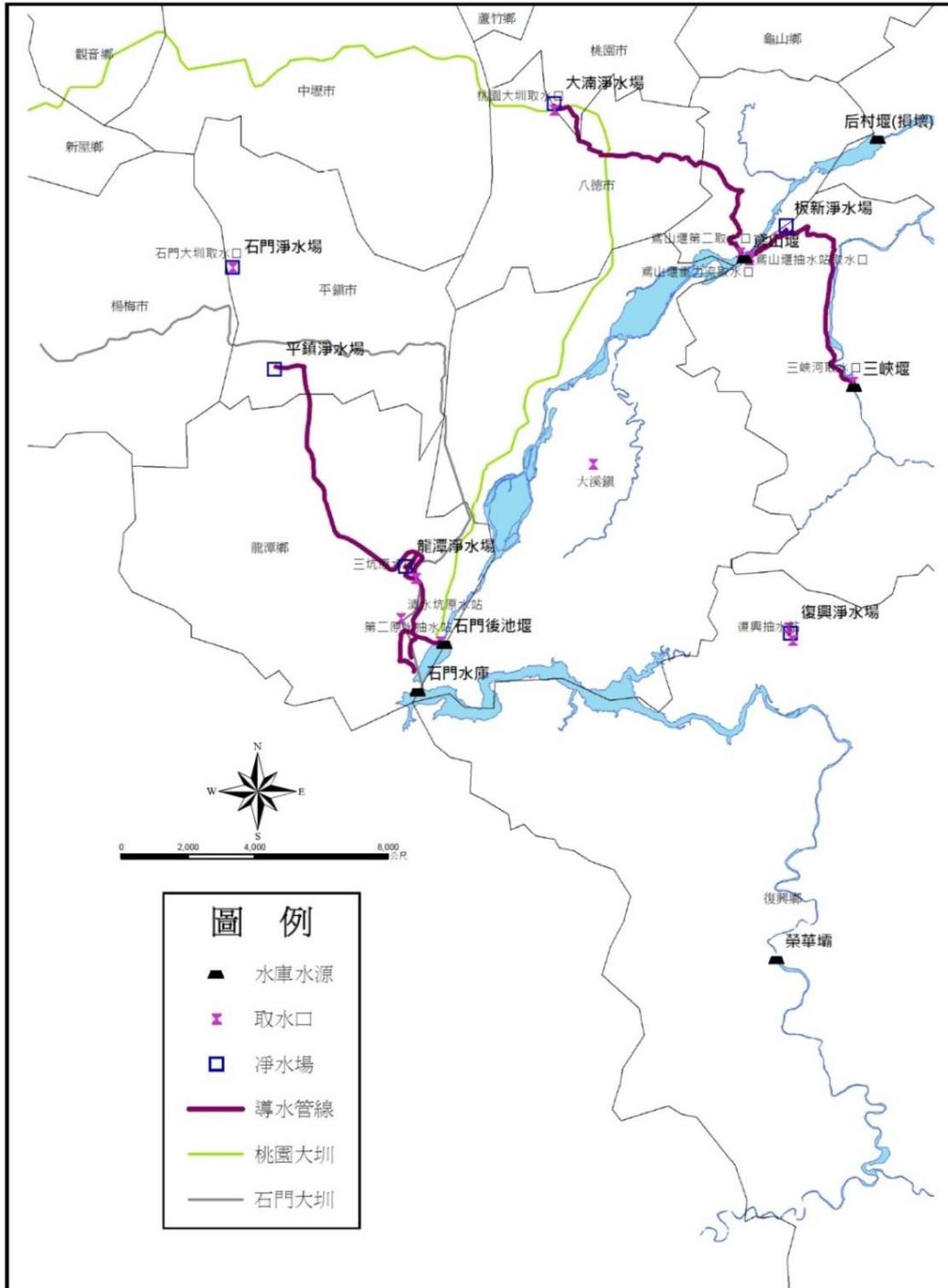


圖5-24 桃園地區主要設施配置圖

### 5.2.2 水文流量蒐集與分析

三峽河及打鐵坑溪之潛在水量將依過去文獻、本計畫之現場量測及降雨逕流模式模擬結果分析。以下針對桃園地區進行水文觀測資料品質分析、區域水源變化特性分析及潛能水量分析。

本計畫蒐集之桃園區域水文流量資料主要參照經濟部水利署北區水資源局「石門水庫供水操作暨水源及自來水系統最佳化調配研究」計畫，包含石門水庫的入流量、石門水庫與鳶山堰之間的側入流量，及三峽堰的入流量。資料時間長度為 1958 年至 2014 年。其中，石門水庫之入流量資料，於 1958 年至 1964 年間以高義水文站之流量依面積比推估；1965 年後則為歷史入流記錄(則可依水位-庫容關係推估)。至於鳶山堰之側入流量及三峽堰之入流量以三峽水文站之流量依雨量比和面積比推估，係參考相關報告之推估方式為基礎，其推估公式如下：

1958 年 1 月至 1964 年 6 月之流量使用下式

$$\text{石門水庫} = Q_{\text{石門水庫}} = Q_{\text{高義}} \times \frac{A_{\text{石門水庫}}}{A_{\text{高義}}} = Q_{\text{高義}} \times \frac{763.4}{524.03} \quad (5-6)$$

$$\text{三峽堰} = Q_{\text{三峽堰}} = Q_{\text{三峽(2)}} \times \frac{A_{\text{三峽堰}}}{A_{\text{三峽(2)}}} = Q_{\text{三峽(2)}} \times \frac{112.6}{125.3} \quad (5-7)$$

$$\begin{aligned} \text{鳶山堰} = Q_{\text{鳶山堰側入流}} &= Q_{\text{三峽(2)}} \times \frac{I_{\text{石門}}}{I_{\text{三峽河}}} \times \left( \frac{A_{\text{鳶山堰}} - A_{\text{石門水庫}}}{A_{\text{三峽(2)}}} \right) \\ &= Q_{\text{三峽(2)}} \times \frac{2363}{3206} \times \frac{869.4 - 764.3}{125.3} \end{aligned} \quad (5-8)$$

1964 年 7 月至 2014 年 12 月之流量使用下式

$$\text{石門水庫} = Q_{\text{石門水庫}} = Q_{\text{歷史流量}} \quad (5-9)$$

$$\begin{aligned} \text{三峽堰} = Q_{\text{三峽堰}} &= (Q_{\text{三峽(2)}} + Q_{\text{三峽堰引水}}) \times \frac{A_{\text{三峽堰}}}{A_{\text{三峽(2)}}} \\ &= (Q_{\text{三峽(2)}} + Q_{\text{三峽堰引水}}) \times \frac{112.6}{125.3} \end{aligned} \quad (5-10)$$

$$\begin{aligned}
 \text{鳶山堰} = Q_{\text{鳶山堰側入流}} &= (Q_{\text{三峽(2)}} + Q_{\text{三峽堰引水}}) \times \frac{I_{\text{石門}}}{I_{\text{三峽河}}} \times \left( \frac{A_{\text{鳶山堰}} - A_{\text{石門水庫}}}{A_{\text{三峽(2)}}} \right) \\
 &= (Q_{\text{三峽(2)}} + Q_{\text{三峽堰引水}}) \times \frac{2363}{3206} \times \frac{869.4 - 764.3}{125.3}
 \end{aligned} \tag{5-11}$$

## 1. 水文觀測資料品質分析

既有水文觀測資料之品質分析係指進行資料品質檢覈品保品管(QA/QC)，主要為評估其正確性(accuracy)、偏差性(bias)、代表性(representativeness)、完整性(Completeness)以及對照性(comparability)。一般常利用歷史資料建立信心區間以去除異常值(Outlier)，並利用繪圖或數值方法對於時序資料之一致性予以比較。

本計畫擬將蒐集之旬流量水文觀測資料以一維與二維繪圖表示，檢視各旬流量之平均、標準差及旬變化，以初步確認資料之合理性。若有不合理的異常值將特別予以標註說明。除依據歷史資料分析之外，亦可搭配各測站之現地狀況與量測方法特性，以瞭解其系統之誤差值範圍。此外，更將於區域水源運用分析時，依據既有測站狀況或不同觀測技術加入白噪音之系統誤差，探討其對供水風險(缺水指數)之影響。綜整分析後，本計畫預期可以水資源開發角度，提出應有之水文資料需求建議(如：需要項目、量測時間長度及量測精度等)。

石門水庫 1958 年至 2014 年各旬入流量、各旬歷年平均及標準差資料如圖 5-25 至 5-27 所示，其中第 32 旬至第 6 旬為枯水期；第 16 旬(第六月第一旬)則開始進入汛期。大致上，旬平均流量在第 15 旬開始變多，標準差隨著流量增加而變大。石門水庫、鳶山堰及三峽堰之平均入流量於第 26 旬達到最大值，其流量分別為 125、12.7 與 18.3 百萬噸，標準差分別為 177.1、17.7 及 25.4 百萬噸；其次為第 24 旬，石門水庫、鳶山堰以及三峽堰之平均入流量分別為 103、10 與 14.5 百萬噸，標準差分別為 141.2、11.9 及 17.1 百萬噸；流量於第 34 旬至第 2 旬為最低，石門水庫、鳶山堰及三峽堰之平均入流量分別為 11、2.2 與 3 百萬噸，標準差分別為 4.5、1.5 及 2.2 百萬噸，如表 5-8 所示。

本研究以平均值加上三倍標準差建立出信心區間(>99%)，並判斷各旬各年之數據是否落於此範圍內(見圖 5-28)。為更清楚呈現超出信心區間之數據，更進一步以二維繪圖表示。圖 5-29 指出超過信心區間較顯著的有 1963 年第

26 旬之旬流量(9.3 億噸)、2004 年第 24 旬之旬流量(8.3 億噸)以及 2008 年第 26 旬之旬流量(6.8 億噸)；其他異常旬超出信心區間較少。各旬間之變化則如圖 5-30 所示。旬變化量大致穩定，於汛期則產生較大之變化。同樣地，鳶山堰 1958 年至 2014 年各旬之側入流量品質分析，如圖 5-31 至 5-36 所示；三峽河 1958 年至 2014 年各旬入流量品質分析，如圖 5-37 至圖 5-42 所示。兩者分別在 1963 年及 2001 年的第 35 旬有較顯著的異常(約 8 千萬噸及 1.2 億噸)。整體而言，歷史流量觀測數據具有一定之合理性。雖然有些許超出信心區間範圍之極端或異常數據，其有可能是自然變異所造成，例如豐水年(2005)之年流量(28.2 億噸)遠大於乾旱年(2003)之年流量(5.4 億噸)。另外，氣候變遷全球暖化亦可能導致更大的豐枯差異。本計畫中不進行此類數據之修正，僅作初步之標示以供未來研究探討。此外，合理的歷史數據中，仍可能存在有系統誤差，較難以資料分析直接推估予以修正。此部分建議可由既有測站狀況或不同觀測技術探討。

表5-8 歷年各旬平均入流量與標準差

單位：10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>

旬別	石門水庫		鳶山堰		三峽堰	
	平均入流量	標準差	平均入流量	標準差	平均入流量	標準差
1	12.39	7.33	2.82	2.05	4.06	2.94
2	11.11	4.51	2.59	1.74	3.73	2.50
3	13.41	8.58	3.16	2.49	4.56	3.58
4	16.89	16.86	3.87	4.12	5.58	5.93
5	19.92	26.82	3.42	3.56	4.93	5.13
6	21.07	24.71	4.38	6.39	6.30	9.20
7	22.20	20.73	3.59	3.10	5.17	4.46
8	23.68	26.40	3.93	3.88	5.66	5.59
9	28.82	31.84	4.44	3.59	6.39	5.17
10	23.82	15.27	3.80	2.77	5.48	3.98
11	21.78	16.73	3.23	2.68	4.65	3.86
12	24.90	24.73	4.15	4.34	5.98	6.25
13	24.06	16.84	3.74	3.62	5.38	5.22
14	23.91	18.45	3.61	3.16	5.20	4.55
15	41.75	28.70	5.97	4.21	8.60	6.06
16	54.05	43.96	7.38	5.19	10.63	7.47
17	56.89	41.83	7.71	5.49	11.10	7.91
18	50.36	40.28	6.99	5.17	10.07	7.44
19	39.94	33.54	5.43	4.52	7.82	6.52
20	46.27	48.21	5.44	5.60	7.84	8.07
21	53.53	52.98	5.46	4.95	7.86	7.13
22	92.81	133.17	9.54	13.14	13.73	18.93
23	79.62	99.33	7.54	7.61	10.86	10.96
24	103.07	141.18	10.04	11.88	14.46	17.11
25	77.01	85.99	8.26	8.73	11.89	12.57
26	125.01	177.07	12.68	17.65	18.28	25.40
27	88.31	98.98	8.36	8.54	12.03	12.30
28	76.67	94.96	7.80	10.64	11.24	15.32
29	51.24	61.62	5.65	7.01	8.14	10.10
30	42.56	43.72	5.16	6.08	7.42	8.75
31	25.41	26.25	3.21	4.73	4.63	6.81
32	22.77	18.82	3.32	3.42	4.78	4.93
33	19.02	10.88	3.01	1.95	4.33	2.81
34	14.35	6.39	2.18	1.51	3.13	2.18
35	12.97	5.47	2.52	2.16	3.64	3.12
36	13.25	5.46	2.73	1.84	3.93	2.65

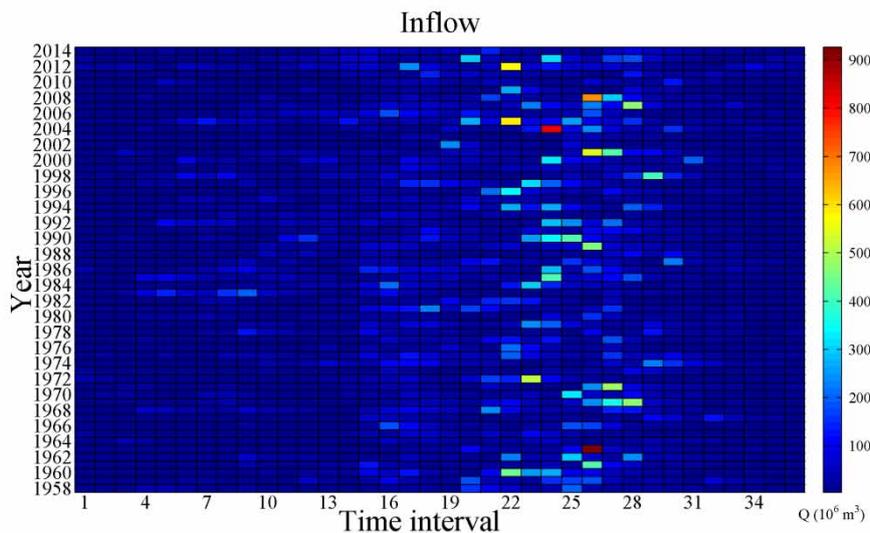


圖5-25 石門水庫 1958 年至 2014 年各旬入流量

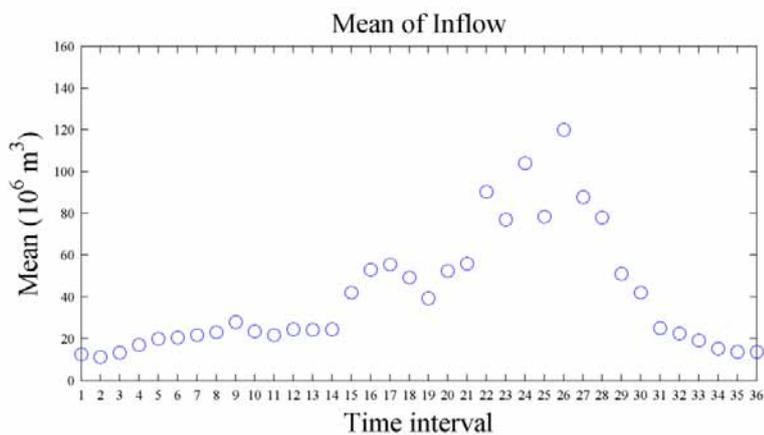


圖5-26 石門水庫 1958 年至 2014 年各旬入流量歷年平均

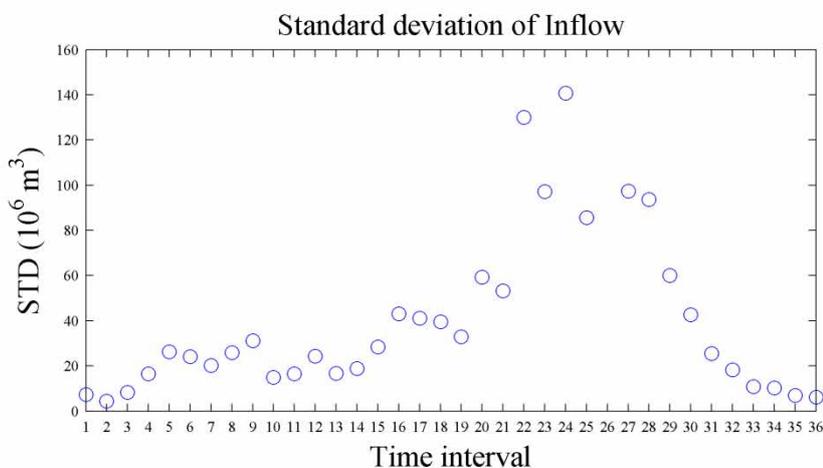


圖5-27 石門水庫 1958 年至 2014 年各旬入流量標準差

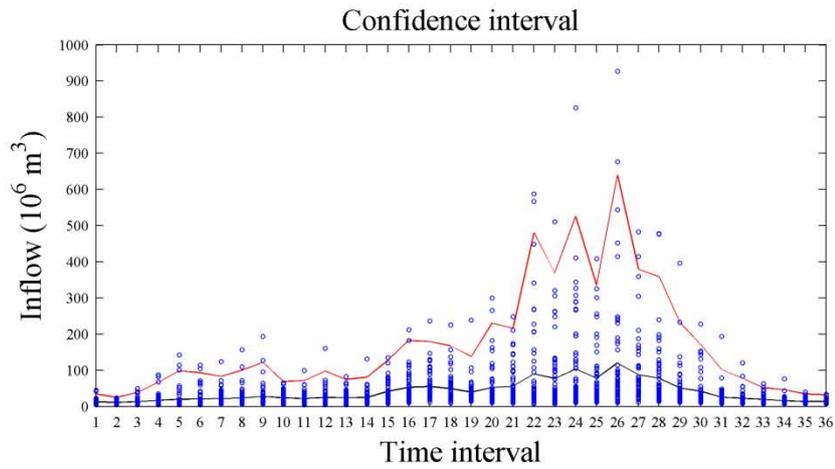


圖5-28 石門水庫 1958 年至 2014 年各旬入流量及信心區間

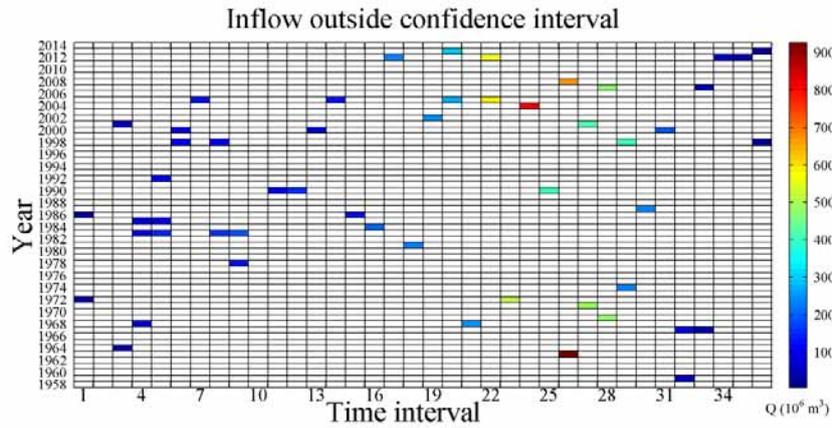


圖5-29 石門水庫 1958 年至 2014 年落於信心區間外之各旬入流量

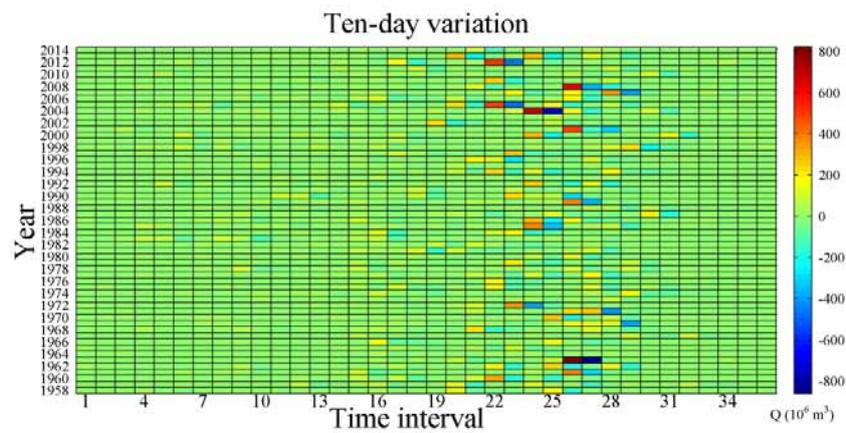


圖5-30 石門水庫 1958 年至 2014 年各旬入流量變化

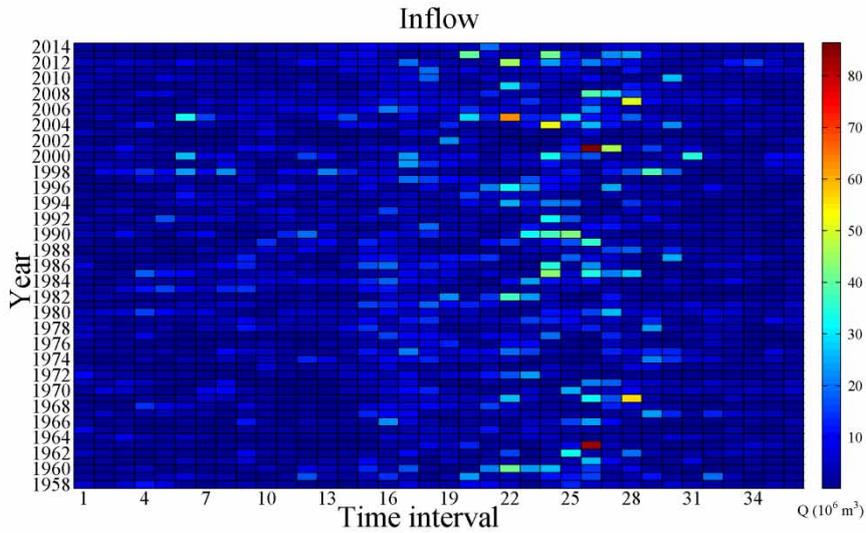


圖5-31 鳶山堰 1958 年至 2014 年各旬入流量

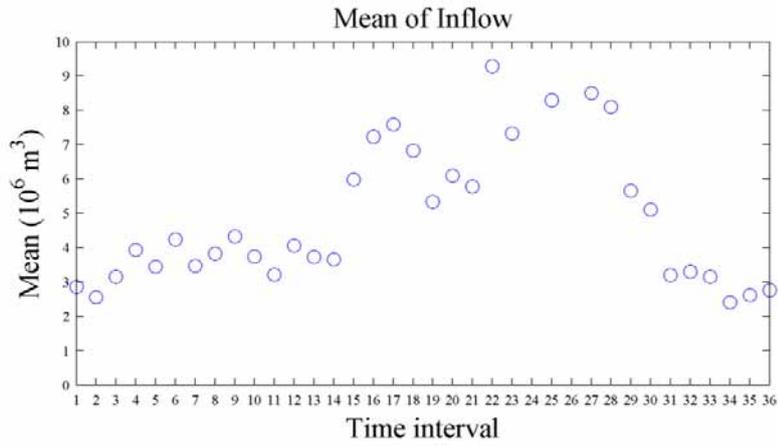


圖5-32 鳶山堰 1958 年至 2014 年各旬側入流量歷年平均

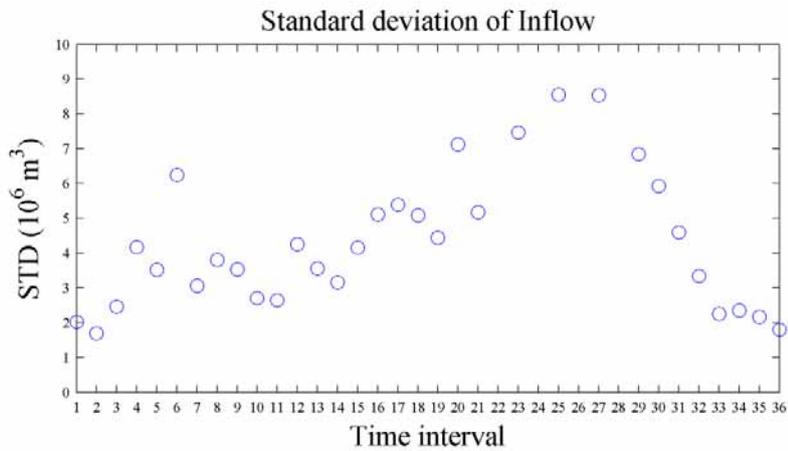


圖5-33 鳶山堰 1958 年至 2014 年各旬側入流量標準差

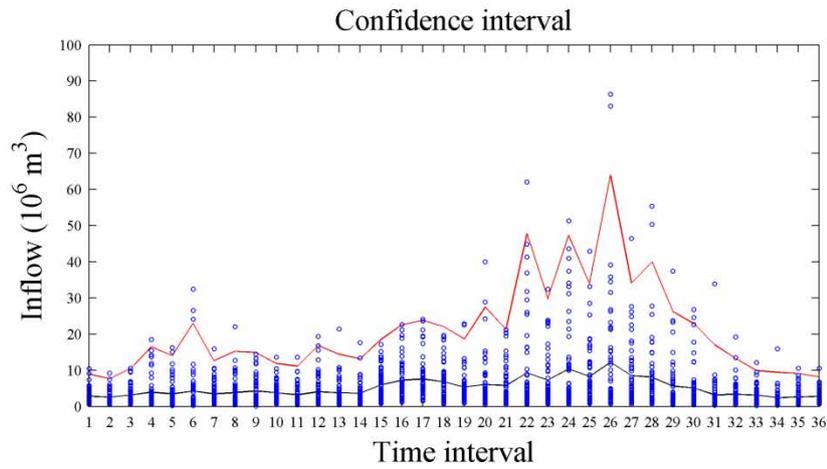


圖5-34 鳶山堰 1958 年至 2014 年各旬側入流量及信心區間

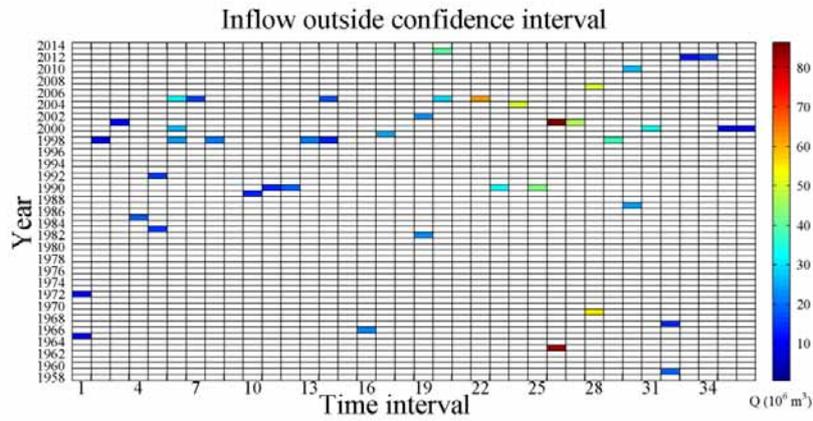


圖5-35 鳶山堰 1958 年至 2014 年落於信心區間外之各旬側入流量

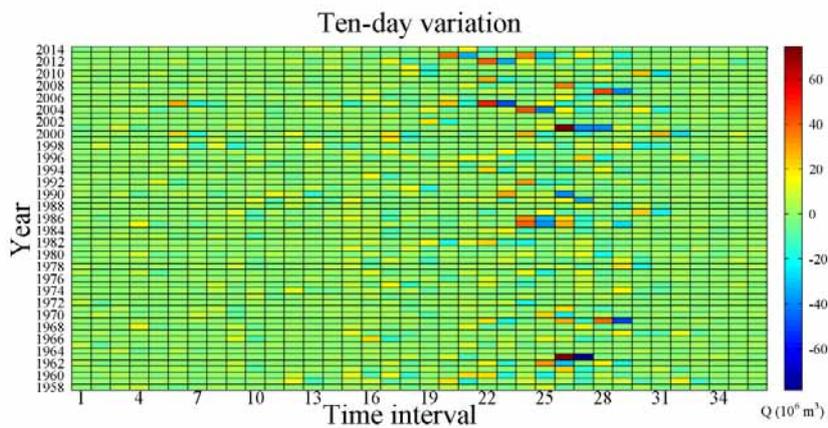


圖5-36 鳶山堰 1958 年至 2014 年各旬側入流量變化

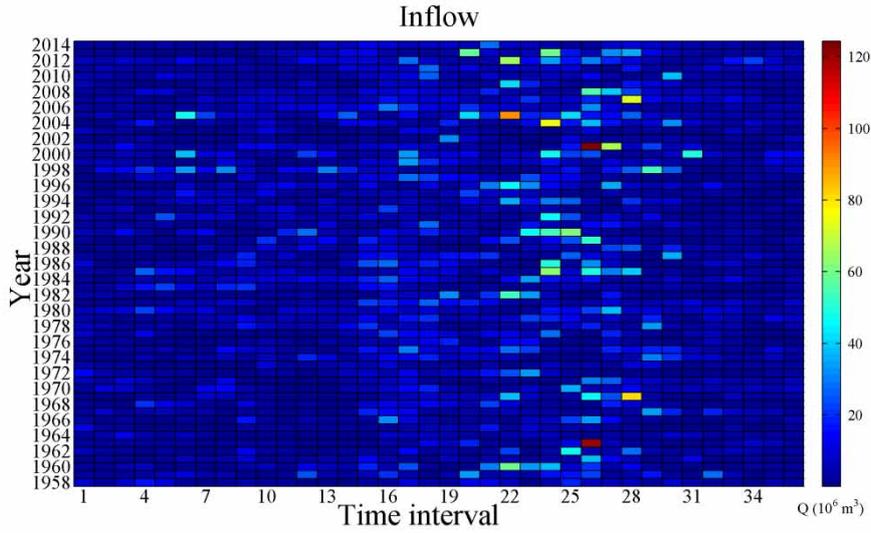


圖5-37 三峽河 1958 年至 2014 年各旬入流量

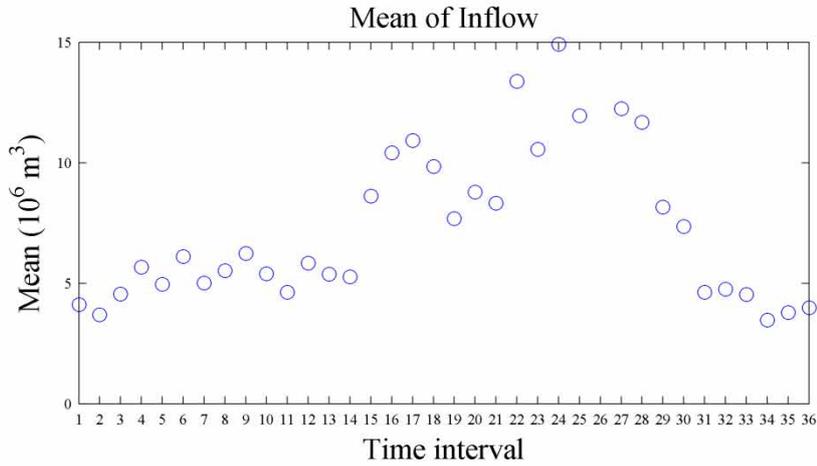


圖5-38 三峽河 1958 年至 2014 年各旬入流量歷年平均

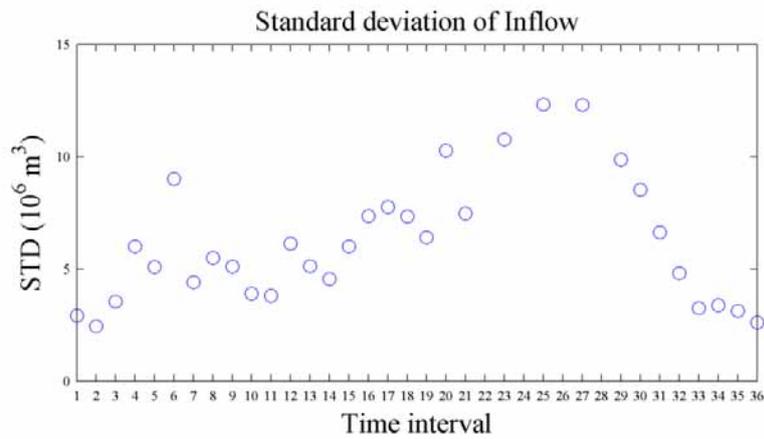


圖5-39 三峽河 1958 年至 2014 年各旬入流量標準

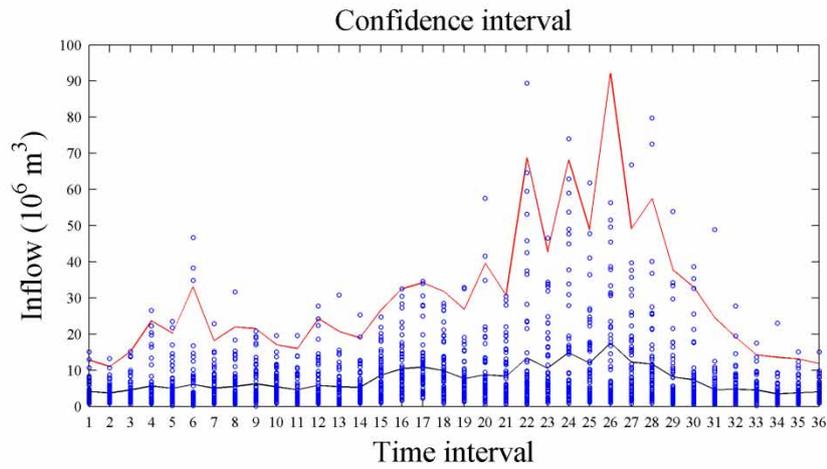


圖5-40 三峽河 1958 年至 2014 年各旬入流量及信心區間

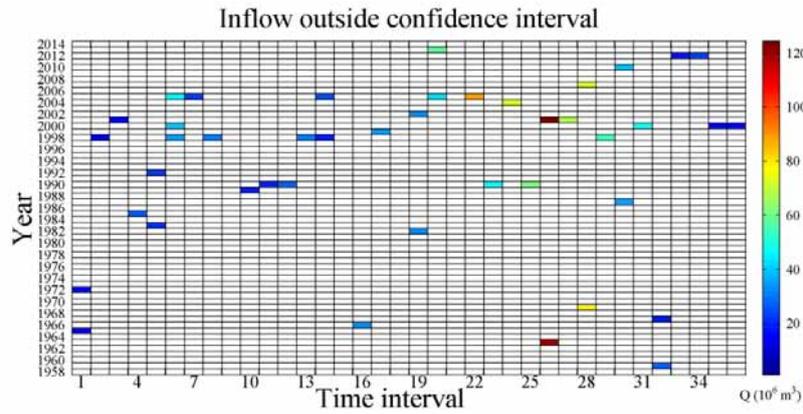


圖5-41 三峽河 1958 年至 2014 年落於信心區間外之各旬入流量

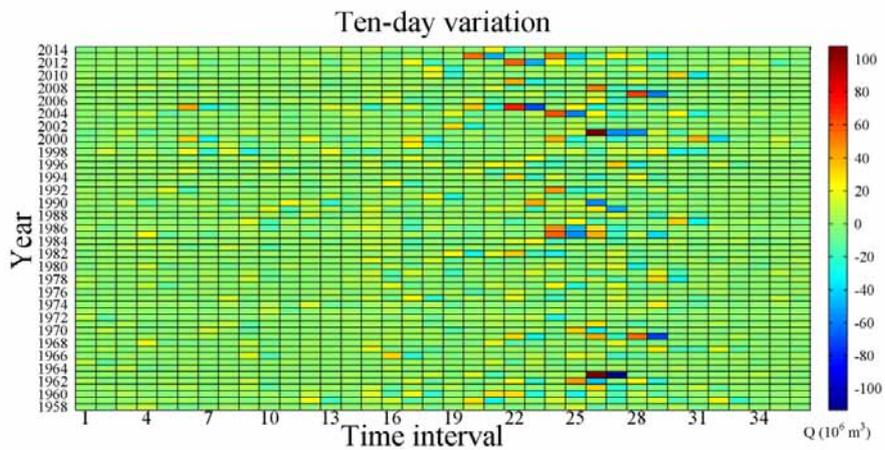


圖5-42 三峽河 1958 年至 2014 年各旬入流量變化

## 2. 區域水源變化特性分析

在區域水源變化特性方面，先將每年各旬流量加總計算年流量後，進行歷年數據統計及趨勢變化分析。石門水庫歷年流量變化如圖 5-43 所示，其年平均流量約 14.7 億噸，最大年流量發生於 2005 年，約 28.2 億噸；最枯旱發生於 2003 年，其年流量約 5.4 億噸。枯水期(即每年的 11 月至隔年的 4 月)流量約占全年流量之 25%。另外，分析歷年流量之變化，發現其有緩慢上升的趨勢，見圖 5-44。

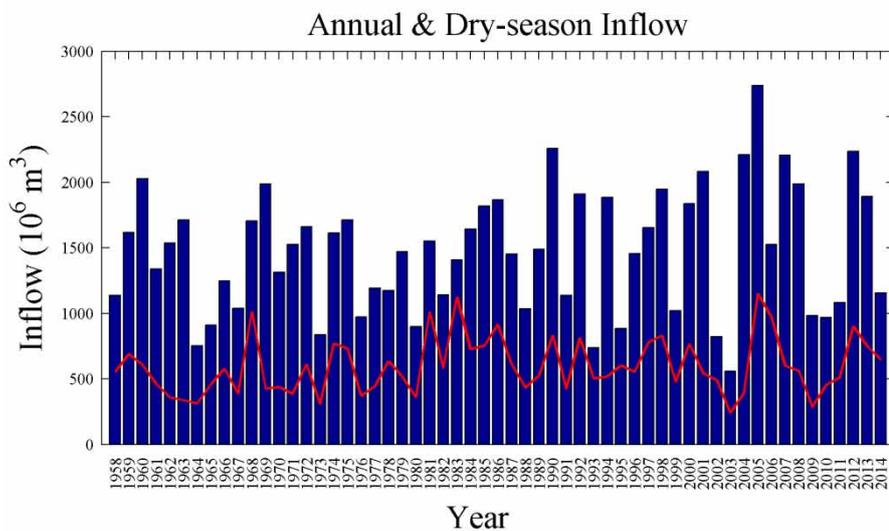


圖5-43 石門水庫入流量歷年統計數據

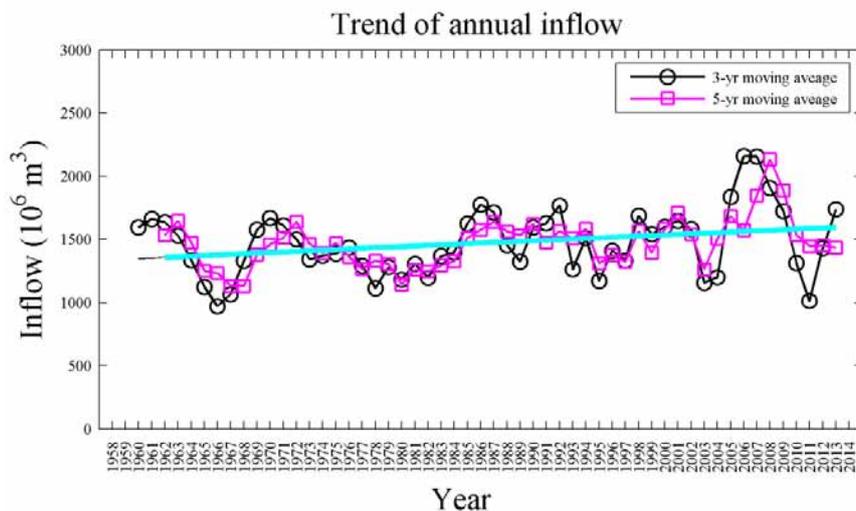


圖5-44 石門水庫入流量趨勢分析

鳶山堰過去側入流量變化如圖 5-45，與石門水庫流量資料類似，最大年入流量發生於 2005 年，其年流量約為 3.78 億噸；其最枯早發生於 2003 年，其年流量為 8722 萬噸。歷年流量具有上升之趨勢(見圖 5-46)。

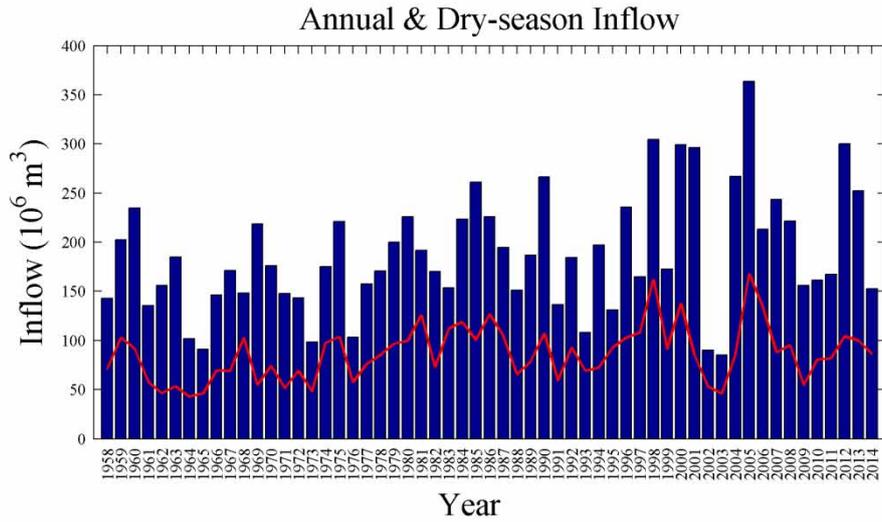


圖5-45 鳶山堰側入流量歷年統計數據

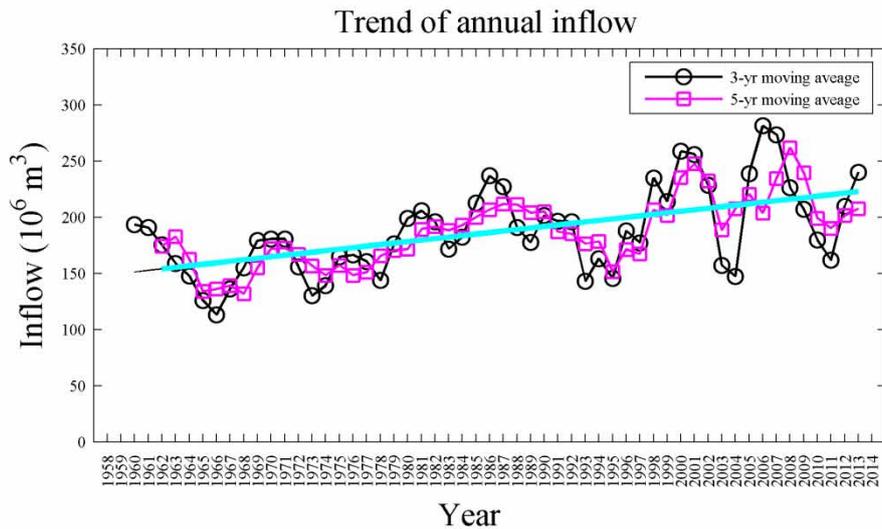


圖5-46 鳶山堰側入流量趨勢分析

三峽河歷年流量變化如圖 5-47 所示，其年平均流量約 2.6 億噸，年最大流量發生於 2005 年，流量約 5.44 億噸；最枯早發生於 2003 年，流量約 1.26 億噸。枯水期之流量約占全年流量之 33%。其歷年流量有上升之趨勢(見圖 5-48)。

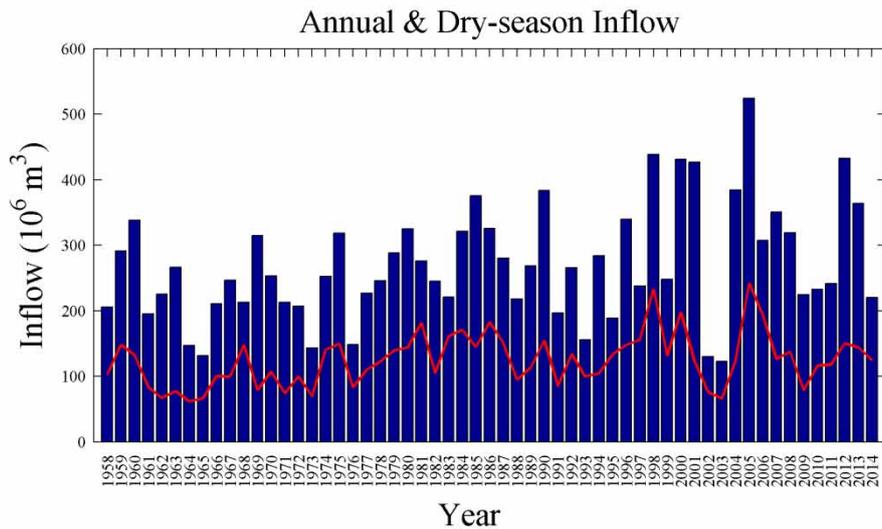


圖5-47 三峽河流量歷年統計數據

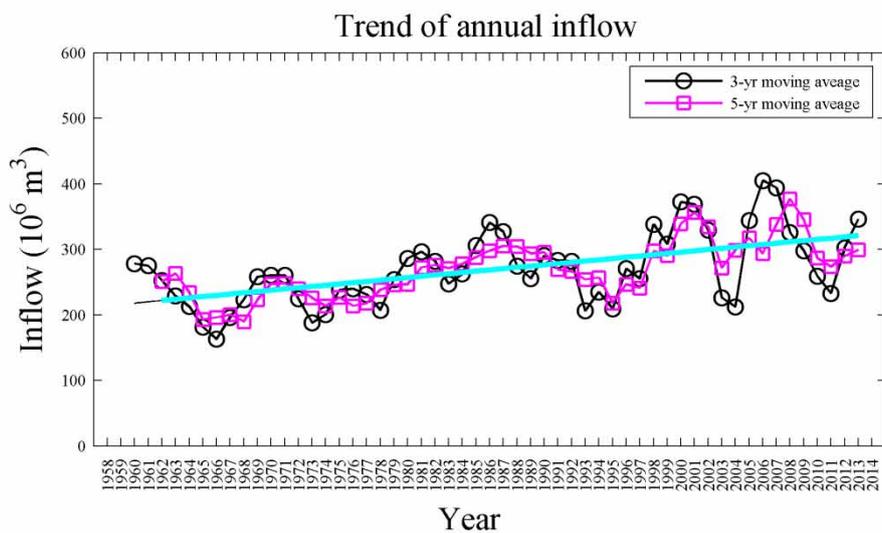


圖5-48 三峽河流量趨勢分析

### 3. 潛能水量分析

河川流量具有序率性之水文歷程(Stochastic Hydrologic Process)，且流量受季節性氣候影響變化顯著。因此，可利用超越機率曲線(對應相同超越機率所連成之流量曲線)分析檢視河川斷面流量在年內季節性分布情況以及各時間內流量水文統計分布情形。此流量歷時過程曲線亦可表示河川流量年內不同豐枯分布之潛能水量。在流量水文隨機的變異性下，延續發生豐水水文可能過於樂觀，延續發生乾旱水文則又過於悲觀。然而，此不同豐枯水文狀況下之延續發生流量可視為未來所有可能發生流量之包絡分布。

一般而言，流量超越機率曲線分析需採 10 年以上記錄年限之資料，分析所得之潛能水量方具代表性及符合水文一致性。其分析繪製過程如下：

- (1) 將欲分析水文站之旬流量記錄，分別依其各旬之旬流量大小，由大至小排序。
- (2) 依各旬別排序之旬流量大小，以威伯法(Weibull)經驗機率公式  $P = m / (N+1)$  計算各排序  $m$  之發生超越機率  $P$ ，其中  $N$  表記錄總筆數。
- (3) 重複步驟(2)，計算第 1 旬至第 36 旬流量  $Q$  之發生超越機率值  $P$ ，此各旬排序後不同發生超越機率  $P$  (為橫軸) 其對應之旬流量  $Q_P$  (為縱軸) 所繪製之曲線，即為各旬流量超越機率分布曲線 (Exceedence Probability Curve)。
- (4) 由各旬流量超越機率曲線，分別求出不同超越機率 0.1、0.2、...、0.9、0.95 所對應之流量值  $Q_P$ 。
- (5) 以流量為縱軸，日別為橫軸，將相同超越機率 0.1、0.2、...、0.9、0.95 之流量值  $Q_P$  點繪於圖上並連成曲線群，即為旬流量超越機率曲線。

石門水庫入流量、鳶山堰側入流量以及三峽河流量之潛能水量分析如圖 5-49 至圖 5-51 所示。由曲線圖可看出，流量於枯水期之差異不大。在汛期時，石門水庫入流量有 10% 的機率可以超過 331 百萬噸、85 % 的機率超過 6.8 百萬噸；鳶山堰之側入流量有 10 % 的機率可以超過 33 百萬噸，85 % 的機率可以超過 0.8 百萬噸；三峽河流量有 10 % 的機率可以超過 47 百萬噸，85 % 的機率可以超過 1.1 百萬噸。本研究初步評估分析堰壩位置入流量各時期變化之統計分佈情形，用以表示潛能水量。後續將會考量系統之限制，進一步推估供水系統在符合缺水指數 SI 標準下之供水能力。

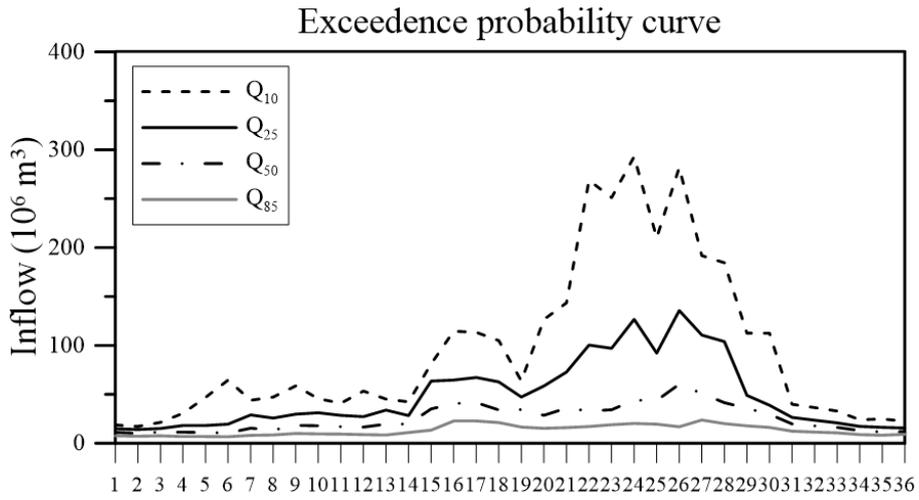


圖5-49 石門入庫流量超越機率曲線

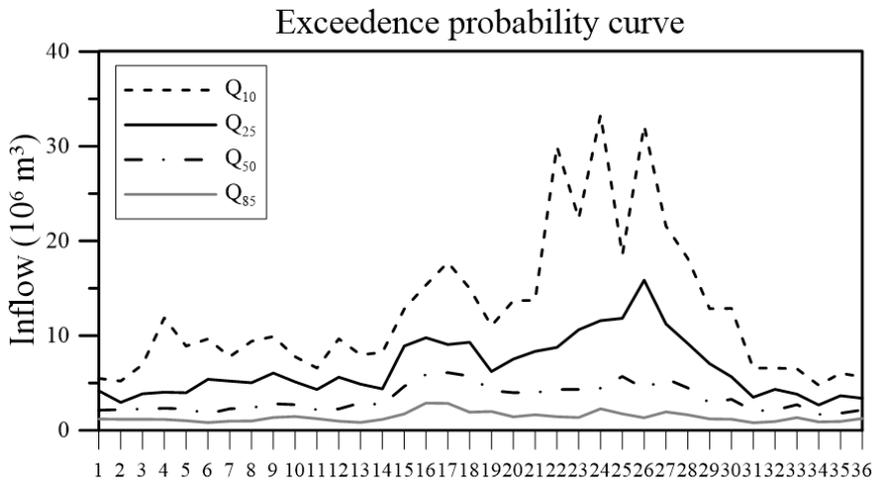


圖5-50 鳶山堰側入流量超越機率曲線

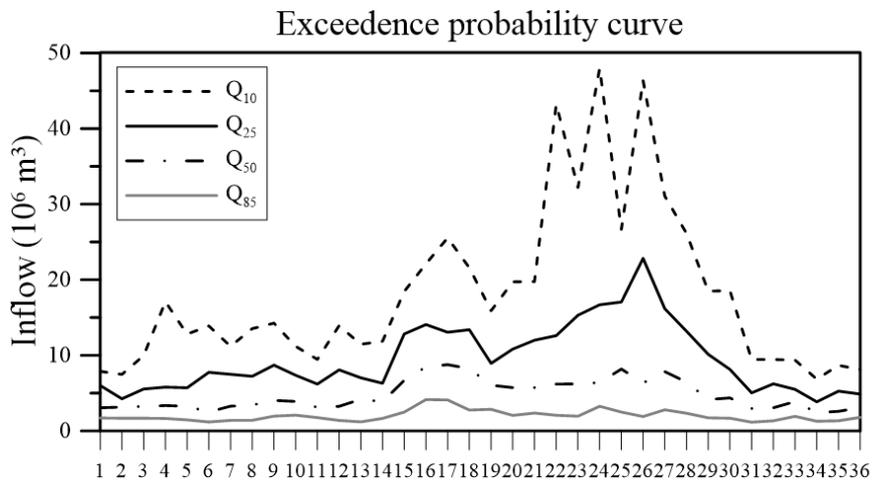


圖5-51 三峽河流量超越機率曲線

### 5.2.3 用水需求量蒐集與分析

首先，蒐集區域水資源運用分析所需之各標的用水需求量資料，包含桃園地區的農業及公共用水需求量、水庫蒸散量以及公共損失量。此外，板新地區之公共用水量(81萬 CMD；資料來源：經濟部水利署，民國 100 年石門水庫灌溉及給水配水計畫)亦納入考量。目前，已蒐集石門水庫民國 101 年及民國 98 至 102 年之五年平均計畫配水量(見表 5-9 及表 5-10)，亦將蒐集實際用水資料。以下利用民國 101 年計畫配水量進行分析。另考量未來條件，依據 103 年之「石門水庫供水區水資源活化計畫」供需比較如圖 5-52 所示。

於大漢河流域，公共用水需求量主要利用石門水庫及下游堰供給各淨水場，包括取自石門大圳之石門、龍潭、平鎮等三個淨水場，及取自桃園大圳與鳶山堰水源之大湳淨水場。此外，大湳淨水廠之部分水源由板新淨水場供應，其來源為鳶山堰及三峽堰取水水源。在農業用水需求量部分，大漢溪灌溉系統主要為桃園農田水利會以及石門農田水利會所轄，灌溉水源為水庫放水、埤塘蓄水、攔河堰取水及降雨集水等。

因水庫蒸散量相當少，對於水資源調配影響有限。本研究採用之各旬蒸散量係參照石門水庫供水操作暨水源及自來水系統最佳化調配研究計畫。公共損失量，根據民國 98 年「配合板二計畫之水源共同調度供水操作管理」，公共給水考量輸水及淨水損失，以 6% 估列。

桃園大圳冬季時之農業用水需水量減少，第 7 至 12 旬之需水量降低(約 1.6 百萬噸)，夏季時農業用水需水量增加，第 28 至 33 旬需水量相對提升(約 12 百萬噸)。進一步，將各類標的(農業及公共)需求量進行加總(即總需求量，如圖 5-52 所示)，並與總入流量(石門水庫、鳶山堰及三峽堰入流量之總和)相互比較。如表 5-11 所示，總入流量於豐、枯水期之變化甚大，豐水期之總入流量大於總需求量，約超出 3.5 倍；枯水期(第 4 旬至第 23 旬)之總入流量無法滿足總需求量。因此，水資源需要進行有效之調配或開發以降低缺水風險。

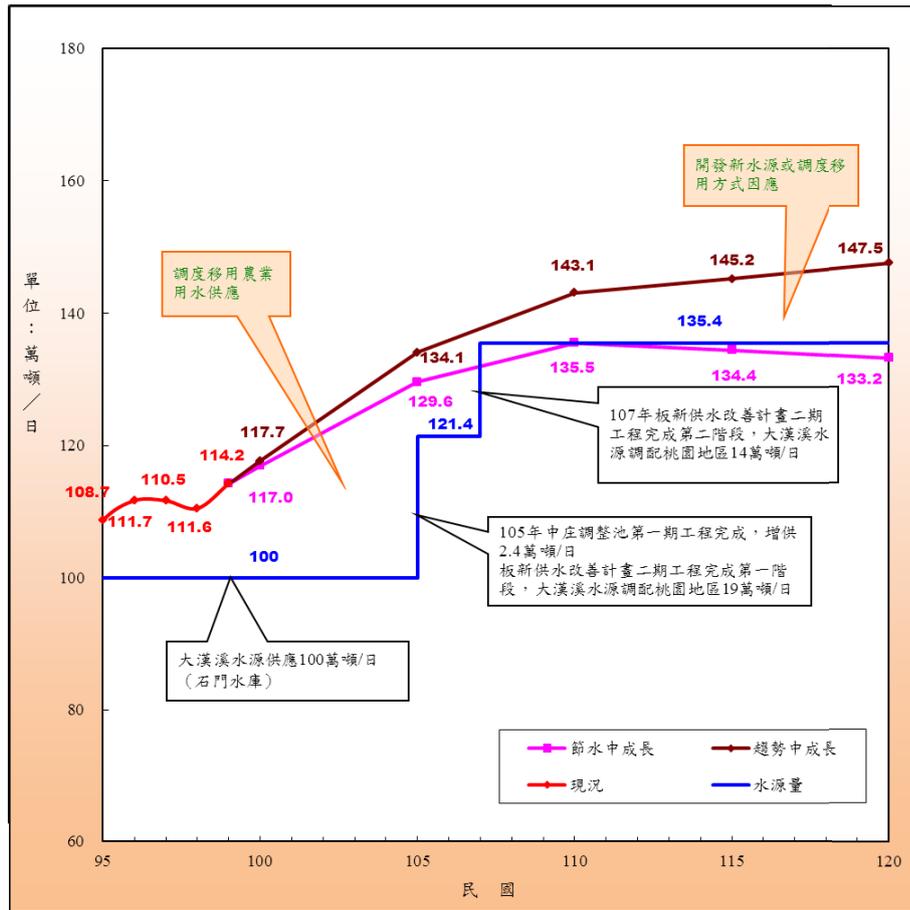


圖5-52 桃園地區公共用水供需圖

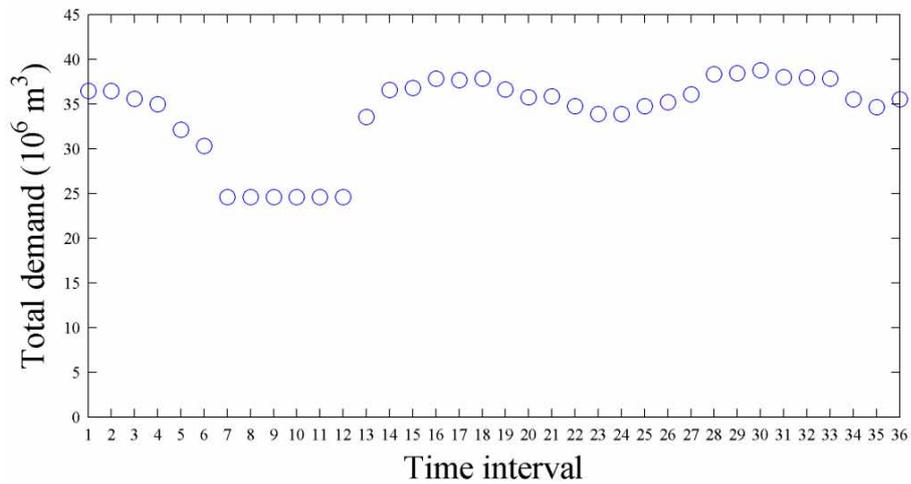


圖5-53 各旬需水量變化

表5-9 石門水庫民國 101 年平均計畫配水量

單位：立方公尺/每秒

月別	旬別	農業用水			公共用水					總計	
					中山用水		中油用水	中山及中油	台水公司		合計
		石門大圳	桃園大圳	小計	石門大圳	桃園大圳	小計				
1	1	0	1.88	1.88	0.07	0.07	0.21	0.35	15.15	15.15	17.38
	2	0	1.88	1.88	0.07	0.07	0.21	0.35	15.15	15.15	17.38
	3	0	1.88	1.88	0.07	0.07	0.21	0.35	15.15	15.15	17.38
2	4	5	13.09	18.09	0.07	0.07	0.21	0.35	12.77	12.77	31.21
	5	5.12	13.48	18.6	0.07	0.07	0.21	0.35	12.77	12.77	31.72
	6	5.11	13.76	18.87	0.07	0.07	0.21	0.35	12.77	12.77	31.99
3	7	6	14.43	20.43	0.07	0.07	0.19	0.33	12.43	12.43	33.19
	8	6	14.22	20.22	0.07	0.07	0.19	0.33	12.43	12.43	32.98
	9	5	14.41	19.41	0.07	0.07	0.19	0.33	12.43	12.43	32.17
4	10	5	12.99	17.99	0.07	0.07	0.25	0.39	12.43	12.43	30.81
	11	5	12.99	17.99	0.07	0.07	0.25	0.39	12.43	12.43	30.81
	12	5	13.12	18.12	0.07	0.07	0.25	0.39	12.43	12.43	30.94
5	13	5	12.32	17.32	0.07	0.07	0.23	0.37	11.96	11.96	29.65
	14	5	12.32	17.32	0.07	0.07	0.23	0.37	11.96	11.96	29.65
	15	5	12.3	17.3	0.07	0.07	0.23	0.37	11.96	11.96	29.63
6	16	5.5	11.84	17.34	0.07	0.07	0.24	0.38	11.96	11.96	29.68
	17	6	11.84	17.84	0.07	0.07	0.24	0.38	11.96	11.96	30.18
	18	7	11.84	18.84	0.07	0.07	0.24	0.38	11.96	11.96	31.18
7	19	6	13.95	19.95	0.07	0.07	0.26	0.4	11.96	11.96	32.31
	20	6	14.08	20.08	0.07	0.07	0.26	0.4	11.96	11.96	32.44
	21	7.5	14.5	22	0.07	0.07	0.26	0.4	11.96	11.96	34.36
8	22	7.5	13.6	21.1	0.07	0.07	0.26	0.4	11.96	11.96	33.46
	23	7.5	13.53	21.03	0.07	0.07	0.26	0.4	11.96	11.96	33.39
	24	7.5	13.38	20.88	0.07	0.07	0.26	0.4	11.96	11.96	33.24
9	25	6	11.97	17.97	0.07	0.07	0.26	0.4	12.19	12.19	30.56
	26	5	11.97	16.97	0.07	0.07	0.26	0.4	12.19	12.19	29.56
	27	6	11.97	17.97	0.07	0.07	0.26	0.4	12.19	12.19	30.56
10	28	7	12.07	19.07	0.07	0.07	0.23	0.37	12.19	12.19	31.63
	29	7	12.07	19.07	0.07	0.07	0.23	0.37	12.19	12.19	31.63
	30	6	12.07	18.07	0.07	0.07	0.23	0.37	12.19	12.19	30.63
11	31	6	11.37	17.37	0.07	0.07	0.25	0.39	12.19	12.19	29.95
	32	3	11.05	14.05	0.07	0.07	0.25	0.39	12.19	12.19	26.63
	33	1.5	10.43	11.93	0.07	0.07	0.25	0.39	12.19	12.19	24.51
12	34	0	1.88	1.88	0.07	0.07	0.19	0.33	15.15	15.15	17.36
	35	0	1.88	1.88	0.07	0.07	0.19	0.33	15.15	15.15	17.36
	36	0	1.88	1.88	0.07	0.07	0.19	0.33	15.15	15.15	17.36
全年配水 (CMSD)		1728.19	3999.06	5727.25	25.62	25.62	84.76	136	4648.23	4784.23	10511.48

備註：中山系指中山科學院，中油系指中油公司

表5-10 石門水庫民國 98-102 年平均計畫配水量

單位：立方公尺/每秒

月別	旬別	農業用水			公共用水					總計	
					中山用水		中油用水	中山及中油	台水公司		合計
		石門大圳	桃園大圳	小計	石門大圳	桃園大圳	小計				
1	1	0	1.88	1.88	0.07	0.07	0.2	0.34	15.15	15.15	17.37
	2	0	1.88	1.88	0.07	0.07	0.2	0.34	15.15	15.15	17.37
	3	0	1.88	1.88	0.07	0.07	0.2	0.34	15.15	15.15	17.37
2	4	3.2	13.09	16.29	0.07	0.07	0.24	0.38	12.41	12.41	29.08
	5	5.12	13.48	18.6	0.07	0.07	0.24	0.38	12.41	12.41	31.39
	6	5.11	13.76	18.87	0.07	0.07	0.24	0.38	12.41	12.41	31.66
3	7	5.8	14.43	20.23	0.07	0.07	0.22	0.36	12.07	12.07	32.66
	8	6	14.22	20.22	0.07	0.07	0.22	0.36	12.07	12.07	32.65
	9	5.8	14.41	20.21	0.07	0.07	0.22	0.36	12.07	12.07	32.64
4	10	5.6	12.99	18.59	0.07	0.07	0.25	0.39	12.07	12.07	31.05
	11	5	12.99	17.99	0.07	0.07	0.25	0.39	12.07	12.07	30.45
	12	5	13.12	18.12	0.07	0.07	0.25	0.39	12.07	12.07	30.58
5	13	5	12.32	17.32	0.07	0.07	0.24	0.38	11.6	11.6	29.3
	14	4.4	12.32	16.72	0.07	0.07	0.24	0.38	11.6	11.6	28.7
	15	4.4	12.3	16.7	0.07	0.07	0.24	0.38	11.6	11.6	28.68
6	16	5.5	11.84	17.34	0.07	0.07	0.25	0.39	11.6	11.6	29.33
	17	6	11.84	17.84	0.07	0.07	0.25	0.39	11.6	11.6	29.83
	18	7	11.84	18.84	0.07	0.07	0.25	0.39	11.6	11.6	30.83
7	19	6.9	13.95	20.85	0.07	0.07	0.25	0.39	11.6	11.6	32.84
	20	6.9	14.08	20.98	0.07	0.07	0.25	0.39	11.6	11.6	32.97
	21	7.5	14.5	22	0.07	0.07	0.25	0.39	11.6	11.6	33.99
8	22	7.5	13.6	21.1	0.07	0.07	0.25	0.39	11.6	11.6	33.09
	23	7.5	13.53	21.03	0.07	0.07	0.25	0.39	11.6	11.6	33.02
	24	7.5	13.38	20.88	0.07	0.07	0.25	0.39	11.6	11.6	32.87
9	25	6	11.97	17.97	0.07	0.07	0.25	0.39	11.83	11.83	30.19
	26	5	11.97	16.97	0.07	0.07	0.25	0.39	11.83	11.83	29.19
	27	6	11.97	17.97	0.07	0.07	0.25	0.39	11.83	11.83	30.19
10	28	7	12.07	19.07	0.07	0.07	0.24	0.38	11.83	11.83	31.28
	29	7	12.07	19.07	0.07	0.07	0.24	0.38	11.83	11.83	31.28
	30	6	12.07	18.07	0.07	0.07	0.24	0.38	11.83	11.83	30.28
11	31	6	11.37	17.37	0.07	0.07	0.25	0.39	11.83	11.83	29.59
	32	3	11.05	14.05	0.07	0.07	0.25	0.39	11.83	11.83	26.27
	33	1.5	10.43	11.93	0.07	0.07	0.25	0.39	11.83	11.83	24.15
12	34	0	1.88	1.88	0.07	0.07	0.17	0.31	15.46	15.46	17.65
	35	0	1.88	1.88	0.07	0.07	0.17	0.31	15.46	15.46	17.65
	36	0	1.88	1.88	0.07	0.07	0.17	0.31	15.46	15.46	17.65
全年配水 (CMSD)		1723.28	3985.3	5708.58	25.56	25.56	85.51	136.63	4526.38	4662.87	10371.45

備註：中山系指中山科學院，中油系指中油公司

表5-11 入流量與各類標的之總需求量

旬別	石門水庫入流量	鳶山堰入流量	三峽堰入流量	總需求量	總入流量- 總需求量
1	76.67	7.80	11.24	36	59
2	51.24	5.65	8.14	36	29
3	42.56	5.16	7.42	36	20
4	25.41	3.21	4.63	35	-2
5	22.77	3.32	4.78	32	-1
6	19.02	3.01	4.33	30	-4
7	14.35	2.18	3.13	25	-5
8	12.97	2.52	3.64	25	-5
9	13.25	2.73	3.93	25	-5
10	12.39	2.82	4.06	25	-5
11	11.11	2.59	3.73	25	-7
12	13.41	3.16	4.56	25	-3
13	16.89	3.87	5.58	34	-7
14	19.92	3.42	4.93	37	-8
15	21.07	4.38	6.30	37	-5
16	22.20	3.59	5.17	38	-7
17	23.68	3.93	5.66	38	-4
18	28.82	4.44	6.39	38	2
19	23.82	3.80	5.48	37	-4
20	21.78	3.23	4.65	36	-6
21	24.90	4.15	5.98	36	-1
22	24.06	3.74	5.38	35	-2
23	23.91	3.61	5.20	34	-1
24	41.75	5.97	8.60	34	22
25	54.05	7.38	10.63	35	37
26	56.89	7.71	11.10	35	40
27	50.36	6.99	10.07	36	31
28	39.94	5.43	7.82	38	15
29	46.27	5.44	7.84	38	21
30	53.53	5.46	7.86	39	28
31	92.81	9.54	13.73	38	78
32	79.62	7.54	10.86	38	60
33	103.07	10.04	14.46	38	90
34	77.01	8.26	11.89	36	62
35	125.01	12.68	18.28	35	121
36	88.31	8.36	12.03	36	73

單位：萬噸

#### 5.2.4區域供水模型建立

本計畫擬利用水資源調配優選模式(Optimization Model)評估分析不同缺水風險程度下之水源供水能力與運用情勢。所謂的優選法(Optimization Method)係指在科學試驗過程中，依數學原理以最少試驗次數獲得探討問題之最佳解的方法。應用於水資源規劃分析方面，以明確之目標函數與限制式，建立數學模式，配合電腦運算可迅速得出水庫最佳運轉規則。

本團隊建構水資源開發關鍵區域之供水系統數理模型。於選定之研究範圍內，主要設施有石門水庫、後池堰、鳶山堰、三峽堰、石門淨水場、平鎮淨水場、龍潭淨水場、大湳淨水場及板新二期淨水場等，其供水架構如圖 5-54 所示。水資源規劃操作之目標函數與限制式分別為反映缺水風險的缺水指標及系統硬體之運轉操作，將分述如后。初步供水分析以歷史流量為基礎，將每年分作 36 旬操作，考慮時間長度為 57 年(1958 年至 2014 年)。需求量則考慮民國 101 年之計畫配水量，包含桃園地區的農業、公共用水及未來板新地區用水的供應量。在固定需求下利用優選模式獲得各用水標的各旬的最佳化配水量。蒐集完整資料後，將再以 1958 年至 2014 年之歷史入流資料以及民國 101 年(或民國 98 年至 102 年)之計畫配水量和實際用水量進行詳細之分析。另外，供水能力與系統配置、觀測站網佈置、流量觀測準確性、關鍵區域水資源潛能開發量、水文不確定性等因素有關。於系統模型架構下，可進一步模擬分析各個因子對於用水端的影響。

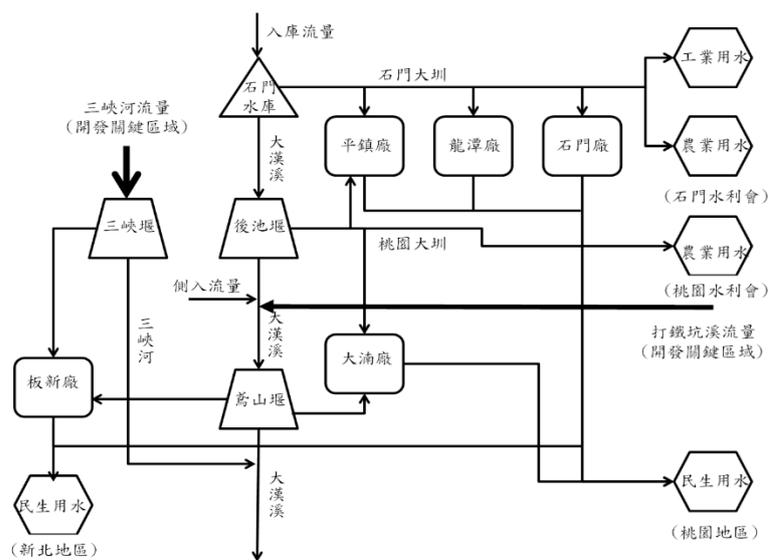


圖5-54 桃園地區供水系統最佳化分析網路圖

## 1. 目標函數：缺水指標

缺水指標(shortage index, SI)由美國陸軍工兵團水利工程中心提出，為台灣目前最常使用的水資源系統評估指標。缺水指標公式(SI)如式(5-12)所示，其定義為供水系統在分析年內，各年缺水率平方的平均。

$$SI_{\text{年}} = \frac{100}{N} \sum_{i=1}^N \left( \frac{\text{年缺水率}}{\text{年需水量}} \right)^2 = \frac{100}{N} \sum_{i=1}^N (\text{年缺水率})^2 \quad (5-12)$$

其中  $N$  為總年數，當每年平均缺水率為 10%、20% 或 30%，可得缺水指標則為 1、4、或 9。依據水利署所擬之「台灣地區水資源開發綱領計畫」，進行水資源供水規劃時，必須考慮用水人對缺水之忍耐能力及水源調配之支援能力。過去水利單位常以缺水指標(SI)介於 0.5 至 2.0 間或 1.0 作為供水計算標準。

本研究擬採用修正缺水指標(modified shortage index, MSI)，其計算分析時期之內各月或各旬缺水率平方的平均。推廣時距之 MSI 如式(5-13)所示：

$$SI_{\text{月}} = \frac{100}{N \times 12} \sum_{i=1}^{N \times 12} \left( \frac{\text{月缺水率}}{\text{月需水量}} \right)^2 = \frac{100}{N_m} \sum_{i=1}^{N_m} \left( \frac{\text{月缺水率}}{\text{月需水量}} \right)^2 \quad (5-13)$$

$$SI_{\text{旬}} = \frac{100}{N \times 36} \sum_{i=1}^{N \times 36} \left( \frac{\text{旬缺水率}}{\text{旬需水量}} \right)^2 = \frac{100}{N_t} \sum_{i=1}^{N_t} \left( \frac{\text{旬缺水率}}{\text{旬需水量}} \right)^2$$

其中  $N_m = 12 \times N$ 、 $N_t = 36 \times N$  分別為分析資料之總月數及總旬數。當某旬內之缺水率為 10%、20% 或 30%，則該旬之缺水指標亦為 1、4、或 9。分析時期內之各旬平均即為修正缺水指標。在水文年豐枯之影響下，傳統之缺水指標在各時段(月或旬)並無一致之缺水狀況，其不確定性將造成供水之風險。相較之下，修正缺水指標在各時期的缺水率會大略相同，可避免極端缺水事件的發生。

本研究採用之目標函數如式(5-14)所示，其為非線性函數，將利用非線性求解方式找出每一時刻的最佳配水量。

$$Z = C_1 \sum_{j=1}^3 \sum_{t=1}^{36} \left[ 1 - \left( \frac{Q_{w,t,j}}{De_{t,j}} \right) \right]^2 + C_2 \sum_{t=1}^{36} \left[ 1 - \left( \frac{Q_{w,t,4}}{De_{t,4}} \right) \right]^2 + C_3 \sum_{t=1}^{36} \left[ 1 - \left( \frac{SI_t}{SI_{\max,t}} \right) \right]^2 \quad (5-14)$$

目標方程式中分成三個部分，第一部分代表桃園地區的修正缺水指標，其中  $j$  代表的是不同類的用水，如：公共用水及農業用水；第二部分則代表民生用水(板新地區)的

修正缺水指標；第三部分代表儲水。本研究中，假設  $C_1 = 1$ 、 $C_2 = 1$ 、 $C_3 = 0$ 。

## 2. 限制式：硬體操作及運轉限制

限制式制定方面，考量包括水庫硬體及運轉操作限制條件部分，三峽堰目前最大取水量為每日 53 萬噸，本計畫考量石門水庫相關限制條件如下：

### (1) 連續方程式：

水庫蓄水量 = 水庫前一時期蓄水量 + 入流量 - 蒸發量 - 放水量。

### (2) 總放水量 = 民生用水 + 農業用水 + 工業用水 - 支援板新供水 量。

依據配水網路各設施之連續方程式條件分別設定， $S_t$  表示在  $t$  時刻的水庫庫容， $S_{max}$  表示水庫的操作上限庫容， $I_t$  則表示在  $t$  時刻的水庫入流量， $Q_{w_t}$  表示水庫在  $t$  時刻的配水量， $Sp_t$  表示在  $t$  時刻的溢流量。

$$S_{t+1} = S_t + I_t - Q_{w_t} - Sp_t \quad (5-15)$$

$$Sp_t = \begin{cases} S_{t+1} - S_{max} & \text{if } S_{t+1} > S_{max} \\ 0 & \text{Otherwise} \end{cases} \quad (5-16)$$

各節點間的代號如下， $S_i(t)$  表示庫容， $Q_{ij}(t)$  表示放水量， $Inflow_i(t)$  表示入流量：

$Inflow_1(t)$ ：石門水庫  $t$  時刻入流量；

$S_1(t)$ ：石門水庫  $t$  時刻庫容量；

$Q_{11}(t)$ ：石門水庫  $t$  時刻至後池堰放流量；

$Q_{12}(t)$ ：石門水庫  $t$  時刻至平鎮淨水場流量；

$Q_{13}(t)$ ：石門水庫  $t$  時刻至龍潭淨水場流量；

$Q_{14}(t)$ ：石門水庫  $t$  時刻至石門淨水場流量；

$Q_{15}(t)$ ：石門水庫  $t$  時刻至石門大圳農業用水流量；

$Q_{16}(t)$ ：石門水庫  $t$  時刻至桃園工業用水流量；

$S_2(t)$ ：後池堰  $t$  時刻庫容量；

$Q_{21}(t)$ ：後池堰  $t$  時刻至鳶山堰放流量；

$Q_{22}(t)$ ：後池堰  $t$  時刻至大湳淨水場流量；

$Q_{23}(t)$ ：後池堰  $t$  時刻至桃園大圳農業用水流量；

$Q_{24}(t)$ ：後池堰  $t$  時刻至平鎮淨水場流量；

$S_3(t)$ ：鳶山堰  $t$  時刻庫容量；

$Inflow_3(t)$ ：鳶山堰  $t$  時刻側入流取水量；

$Q_{31}(t)$ ：鳶山堰  $t$  時刻放流量；  
 $Q_{32}(t)$ ：鳶山堰  $t$  時刻至大湳淨水場流量；  
 $R_{34}(t)$ ：鳶山堰  $t$  時刻至板新淨水場流量；  
 $Q_{33}(t)$ ：板新淨水場  $t$  時刻提供桃園民生用水量；  
 $Q_{34}(t)$ ：板新淨水場  $t$  時刻提供板新地區用水量；  
 $Inflow_2(t)$ ：三峽堰  $t$  時刻取水量；

本研究於各項取水量先扣掉蒸發量後才置入最佳化模型中進行運算，故沒有蒸發量的代號。其各項代數之間的運算方式如下：

(1) 石門水庫：

$$S_1(t+1) = S_1(t) + Inflow_1(t) - Q_{11}(t) - 1.06 \cdot [Q_{12}(t) + Q_{13}(t) + Q_{14}(t) + Q_{15}(t) + Q_{16}(t)] \quad (5-17)$$

(2) 後池堰：

$$S_2(t+1) = S_2(t) + Q_{11}(t) - Q_{21}(t) - 1.06 \cdot [Q_{22}(t) + Q_{23}(t) + Q_{24}(t)] \quad (5-18)$$

(3) 鳶山堰：

$$S_3(t+1) = S_3(t) + Inflow_2(t) + Inflow_3(t) + Q_{21}(t) - Q_{31}(t) - 1.06 \cdot [Q_{32}(t) + Q_{33}(t) + Q_{34}(t)] \quad (5-19)$$

除水庫運轉操作限制外，限制式亦需考量各個幹管的輸水上限及各淨水場處理上限，第一條幹線為石門大圳，其上限為每日 158.9 萬噸，負責將石門水庫之水源供桃園地區的農業用水、工業用水以及石門、平鎮、龍潭等淨水場之民生用水，其中淨水場每日處理上限為 91 萬噸；第二條幹線為桃園大圳，其輸水上限為每日 145.2 萬噸，由後池堰供應農業用水及大湳淨水場的民生用水，該淨水場每日處理上限為 45 萬噸；第三條幹線輸送上限為每日 160 萬噸，由鳶山堰供水至板新淨水場，該淨水場每日處理上限為 120 萬噸。至於第三部分限制為供水量不可超過需求量，亦即各類用水的配水量不得超過其需求量的限制。

### 5.2.5 水資源系統分析及缺水指數評估

本區域供水系統之水源量包括石門水庫入流量、鳶山堰側流量及三峽堰側入流量，其分析詳見水文流量蒐集與分析。石門水庫蓄水量於 2003 年約為 2.33 億噸，泥砂淤積造成庫容減少，於 2014 年蓄水量約為 2.1 億噸，三峽堰最大取水量為 53 萬噸/日，其餘各幹管的輸水上限及淨水場之

處理上限，詳見區域供水模型建立之限制式。

#### 1. 水資源供給現況及現有需求條件下之評估

本研究在建立供水模型架構後，進行最佳化配水操作，使得缺水指數最小。石門水庫第 1 年之起始庫容為歷年平均庫容量，總分析年份為 1958 年至 2014 年，使用 57 年逐日歷史流量資料作為輸入。同時，分析逐年流量之超越機率(P%)，超越機率愈大，表示該年之水文條件愈枯旱。以下定義超越機率大於 80% 即屬乾旱年，60%~80% 屬枯水年，介於 40%~60% 屬平水年，小於 40% 屬豐水年。在需求量部分，使用民國 101 年計畫配水量(見表 5-9)。表 5-12 比較計畫配水量以及實際用水量，兩者在農業用水及公共用水略有不同，但總需求量差異不大(小於 1%)。故本研究僅呈現計畫配水量之分析結果。

表5-12 民國 101 年石門水庫計畫配水量及實際用水量比較表

單位：10<sup>6</sup>m<sup>3</sup>

分類	農業用水	公共用水	合計
登記水權量	48591	24695	73286
計畫配水量	49483	41336	90819
實際用水量	47854	42173	90027

資料來源：水資源開發利用總量管制策略推動規劃，經濟部水利署，民國 101 年

以下將概述 2002(枯水年)、2003(乾旱年)、2007(平水年)與 2012(豐水年)以及總分析年份(57 年)之水資源供需和缺水率變化。2002 年入流量為 10.8 萬噸(超越機率為 75.4%)，屬於枯水年，自第 11 月至第 6 月，入流量甚小，庫容開始減少，最低庫容發生於 6 月，7 月因入流量增加庫容上升，並達到滿庫，多餘之水量則由溢洪道溢流。經優選模式進行最佳配水操作，第 11 至 6 月限制供給量，其餘各旬供給量滿足需求量，缺水率為 19.54%，如圖 5-55 所示。(上圖中之圈號藍線表示為庫容、叉號紅線為入流量、方塊黑線為溢流量；中圖之圈號藍線表示為需求量、叉號紅線為供給量；下圖之圈號藍線表示為缺水指數。)

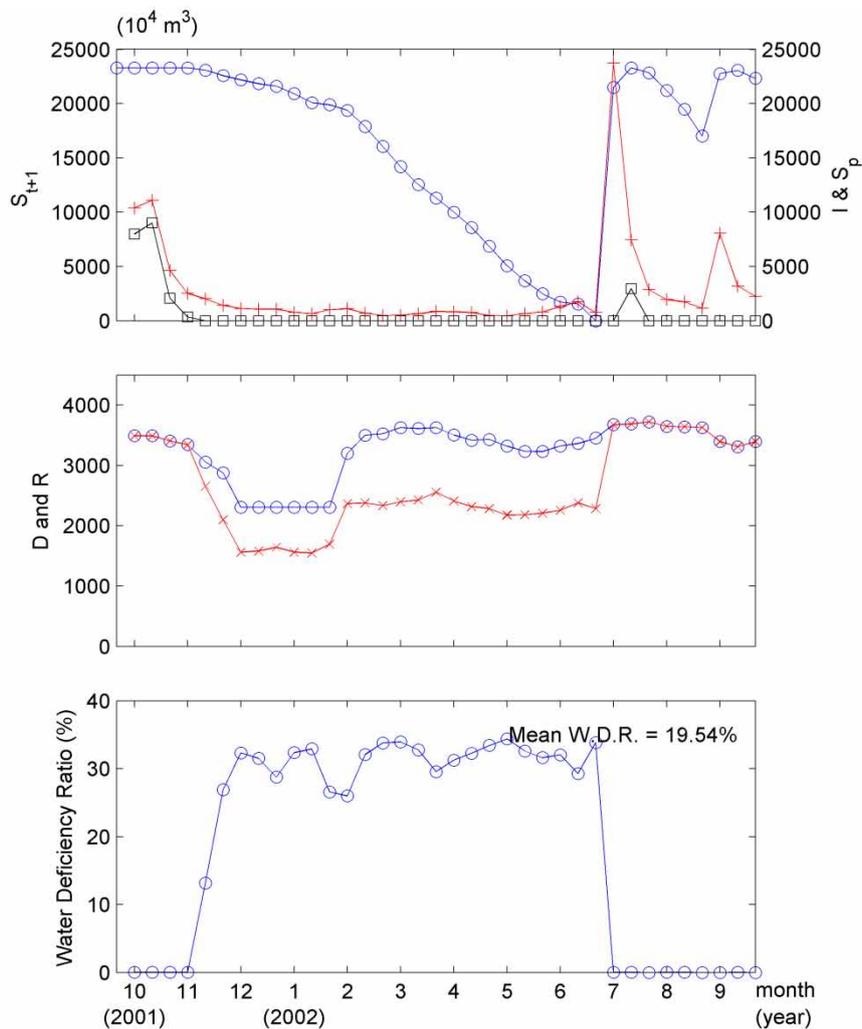


圖5-55 2002 年庫容、入流量、溢流量、需求供給及缺水率變化

2003年入流量為5.4萬噸(超越機率為98.2%)，屬於乾早年，36旬間之入流量甚小，庫容從第1旬開始減少，最低庫容發生於第33旬，此年完全沒有溢流量。經優選模式進行最佳配水操作，自10月開始限制供給量，2003年間之供給量皆小於需求量，缺水率為33.3%，如圖5-56所示。

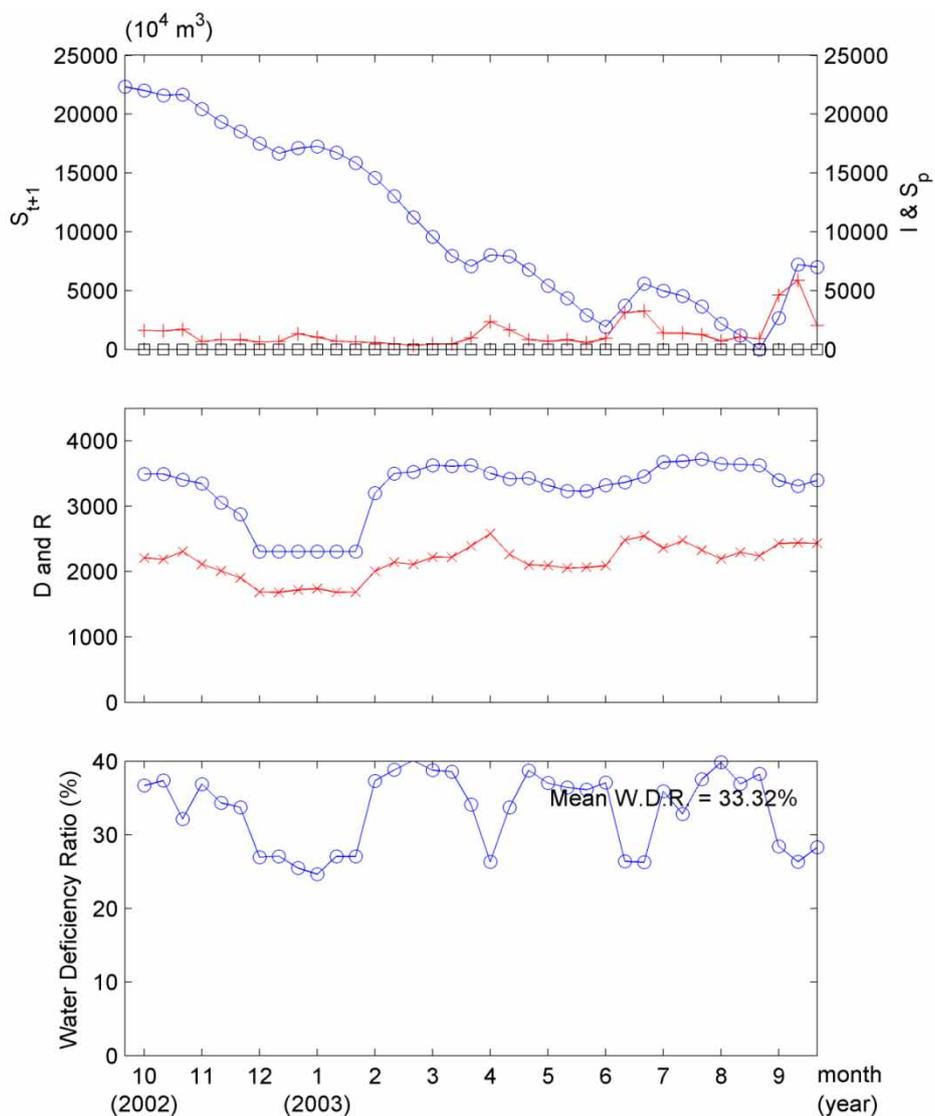


圖5-56 2003年庫容、入流量、溢流量、需求供給及缺水率變化

2007 年入流量為 15.6 萬噸(超越機率為 42.1 %)，屬於平水年，10 月至 2 月時入流量較小，3 月時入流量開始增加；庫容自 10 月至 3 月逐漸減少，於 8 月時達滿庫，多餘水量由溢洪道溢流。全年之供給量滿足於需求量，缺水率為 0，如圖 5-57 所示。

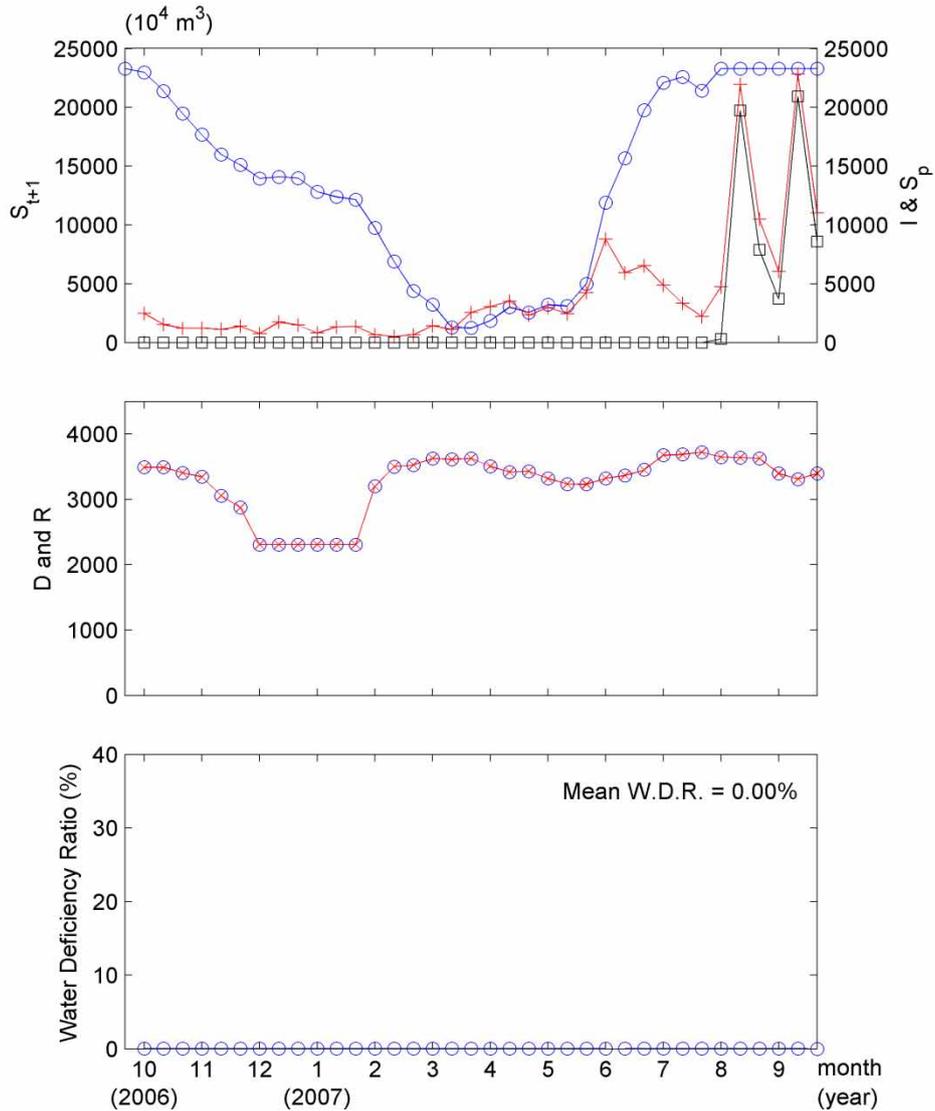


圖5-57 2007 年庫容、入流量、溢流量、需求供給及缺水率變化

2012年入流量為23.2萬噸(超越機率為5.3%)，屬於豐水年，全年庫容約穩定維持在2億噸以上，其中6月及8月大量地溢洪。全年之供給量滿足於需求量，缺水率為0，如圖5-58所示。

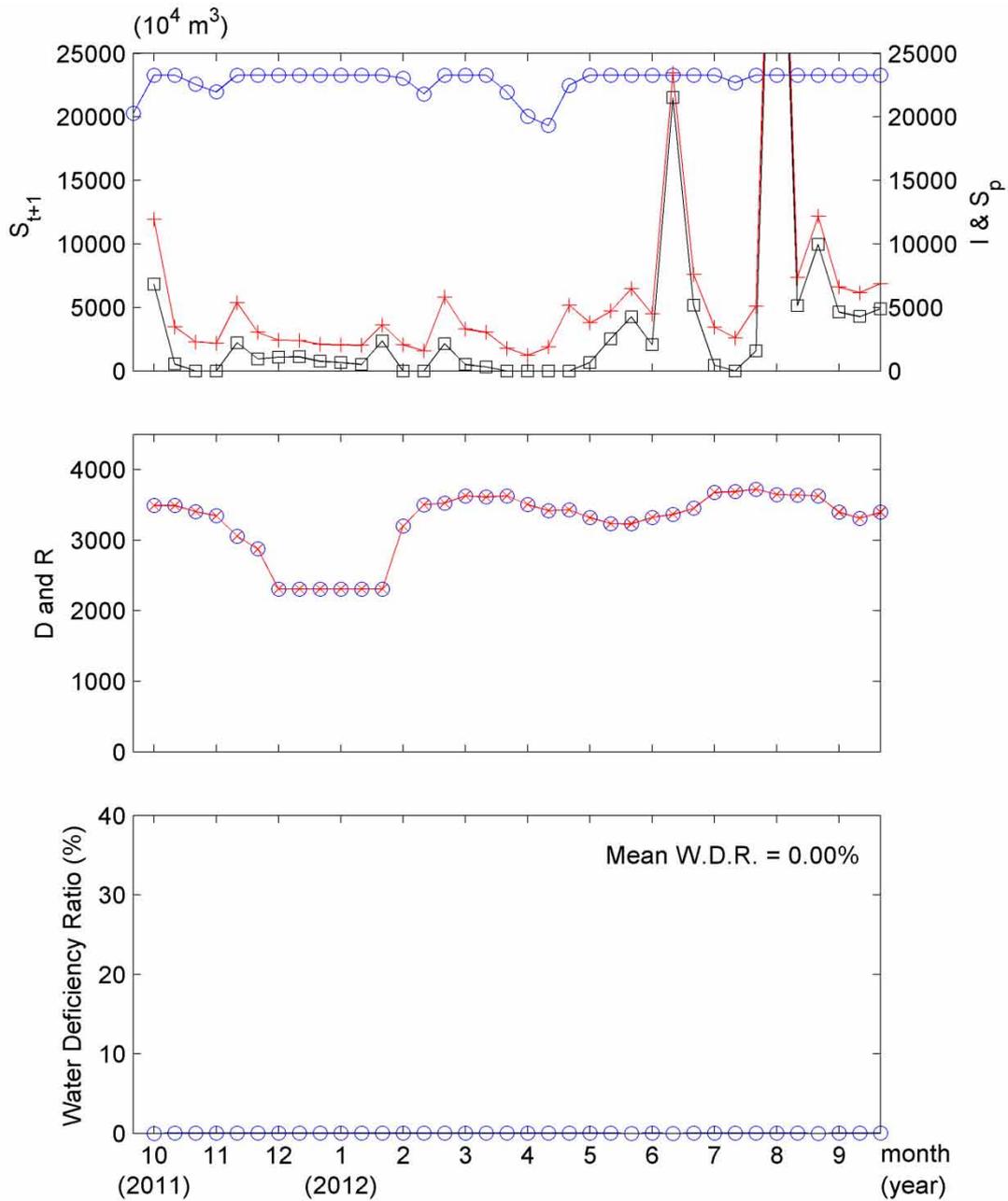


圖5-58 2012年庫容、入流量、溢流量、需求供給及缺水率變化

圖5-59為石門水庫1958年至2014年之逐年逐旬蓄水

量變化，其最大蓄水量約為 2.33 億噸(即滿庫，此容量參照經濟部水利署水利規劃試驗所，2003)，最小蓄水量為 0 噸(即為空庫)。1958 年至 2014 年石門水庫逐年逐旬供水量如圖 5-60 所示，最小年供水量發生於 2003 年，為 7.75 億噸(平均 212 萬噸/日)，次小年供水量發生於 2004 年，為 9.09 億噸(平均 249 萬噸/日)；在符合總需求量下之最大年供水量為 11.7 億噸(平均 320 萬噸/日)，平均年供水量為 10.97 億噸(平均 300 萬噸/日)。利用實際用水量進行分析之結果沒有顯著差異。

圖 5-61 為石門水庫 1958 年至 2014 年之逐年逐旬缺水指標變化。進一步分析各年及各旬之平均缺水指標，如圖 5-62 與 5-64 所示。缺水率最大值發生於 2003 年為 33.3%，其次為 2004 年及 2002 年分別為 23.3% 與 19.5%；57 年平均缺水指標為 1.03 (平均缺水率約為 6.4%)，57 年平均修正缺水指標為 1.58 (平均缺水率約為 12.6%)。10 月至 5 月，缺水率約在 6.4% 以上，進入汛期後，缺水率均在 6% 以下。本研究結果與財團法人農業工程研究中心分析之缺水情勢相符，使用 1964 年至 2006 年之資料，規線操作模擬結果之缺水指標為 1.34。農工中心研究石門水庫供水區域各標的用水中長期規劃暨區域產業發展探討及推動，考慮民國 95 年之計畫配水量，並允許農業休耕。

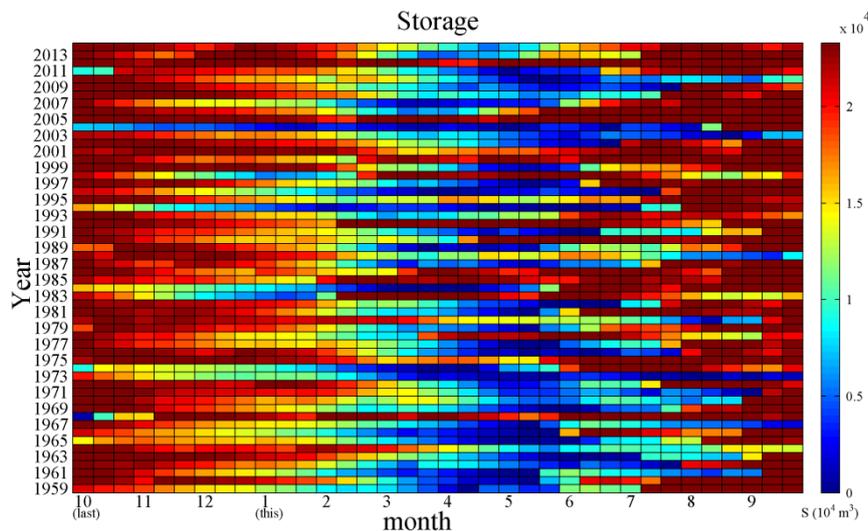


圖5-59 1958 年至 2014 年石門水庫各旬蓄水量

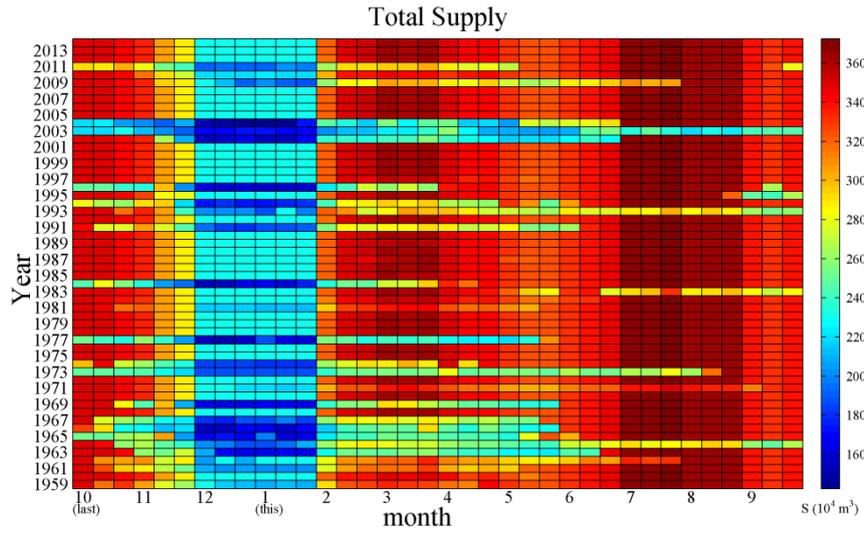


圖5-60 1958 年至 2014 年石門水庫各旬供水量

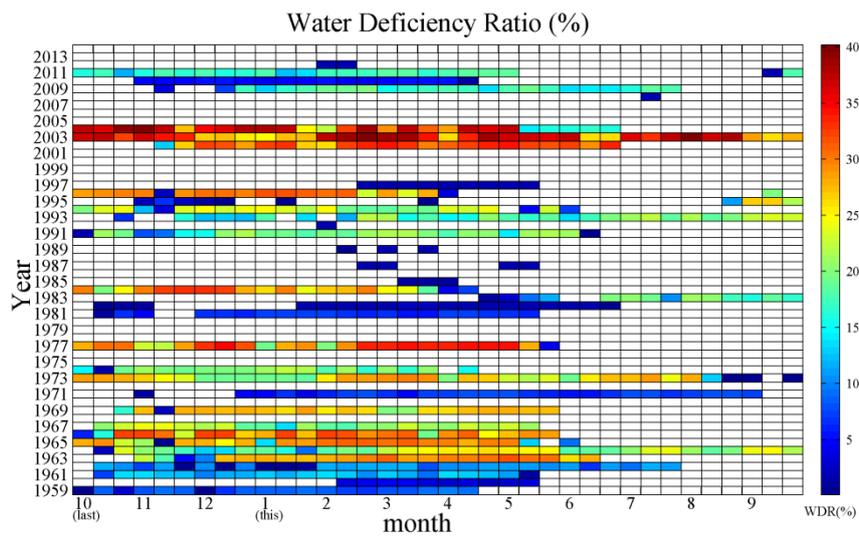


圖 5-62 石門水庫 1958 年至 2014 年之逐年逐旬修正缺水指標  
(供給現況及現有需求條件)

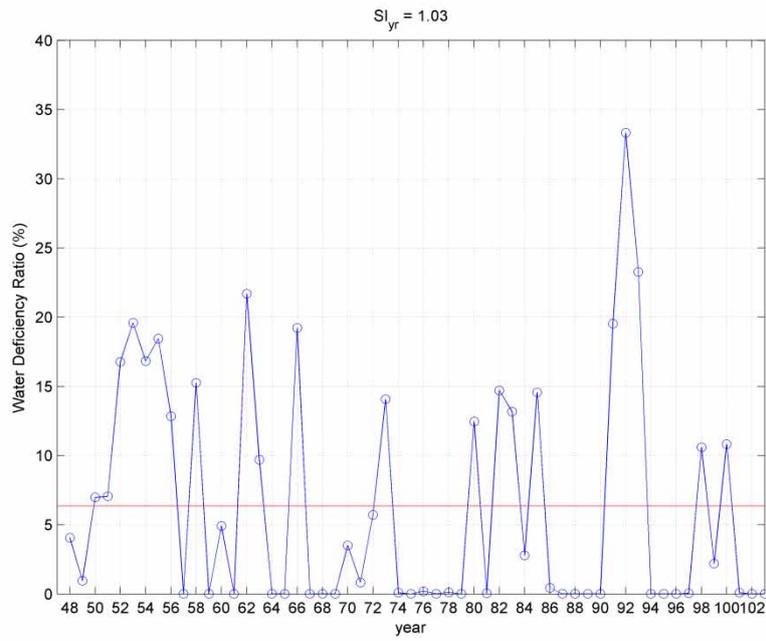


圖5-61 石門水庫 1958 年至 2014 年各年平均缺水率  
(供給現況及現有需求條件)

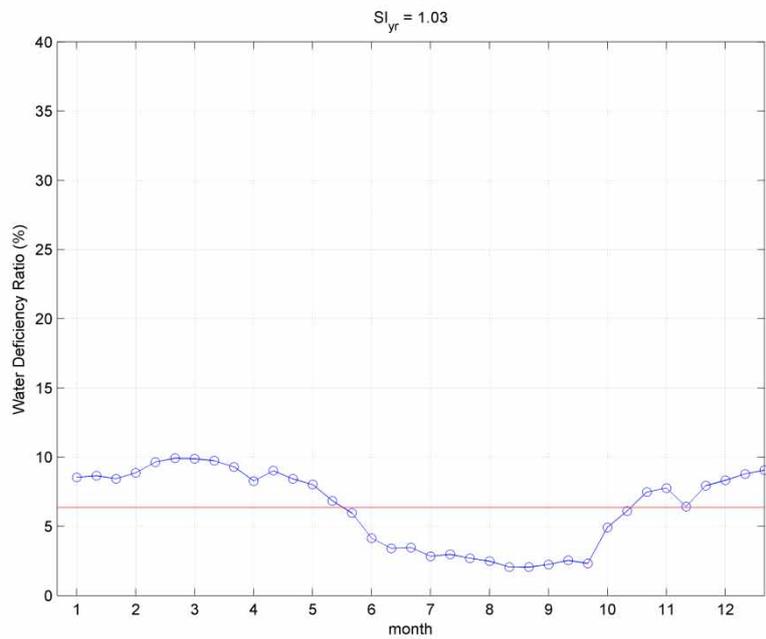
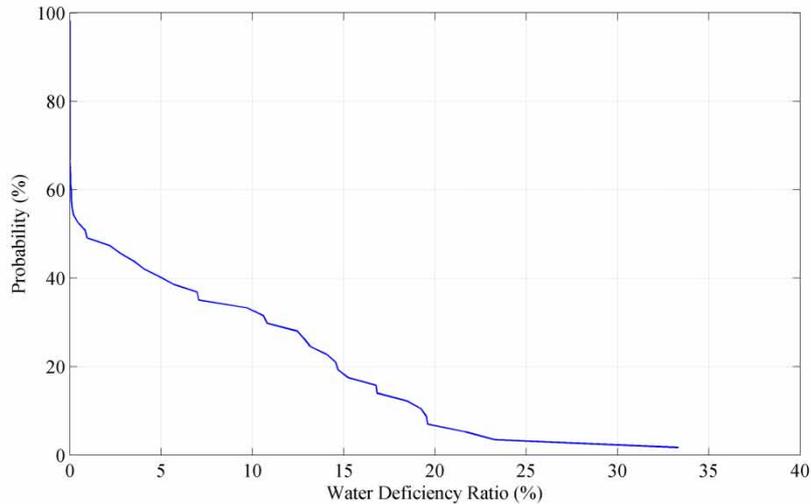


圖5-62 石門水庫 1958 年至 2014 年各旬平均缺水率  
(供給現況及現有需求條件)

以超越機率進行探討，圖 5-63 中顯示修正缺水指標有 20 % 的機率平均缺水率可以超過 17 %，以及有 10 % 的機率超過 20 %。



**圖5-63 水率超越機率圖**

(供給現況及現有需求條件)

## 2. 水庫淤積情況及現有需求條件下之評估

石門水庫最新量測之庫容約為 2.11 億噸，淤積 0.2 億噸約 10 % 之庫容(資料來源：石門水庫供水區水資源活化計畫，民國 103 年)。本研究利用最新庫容進行分析，以探討淤積情況對供水之影響。石門水庫 1958 年至 2014 年之逐年逐旬、各年平均及各旬平均之缺水指標，如圖 5-63 至 5-66 所示。最大缺水率發生於 2003 年(乾早年)，淤積對於缺水情勢約有 1.4 % 的影響，其缺水率為 34.7 %，其次為 2004 年及 2002 年缺水率分別上升為 23.9 % 與缺水率為 21.4 %；各旬平均修正缺水指標顯示，豐水及枯水時期均有上升之趨勢；57 年平均缺水指標由 1.03 上升至 1.24(平均缺水率由 6.4 % 升至 7.4 %)；57 年平均修正缺水指標由 1.58 上升至 1.93，即平均缺水率由 12.6 % 升至 13.9 %。

圖 5-67 比較淤積前後缺水指標之超越機率變化(圖中之圈號虛線表示為供給現況及現有需求條件，方塊實線表示

為淤積情況及現有需求條件)。整體上，淤積情況使超越機率曲線向右偏移，缺水率有 20 % 的機率可以超過 17 %，有 10 % 的機率可超過 20.8 %。

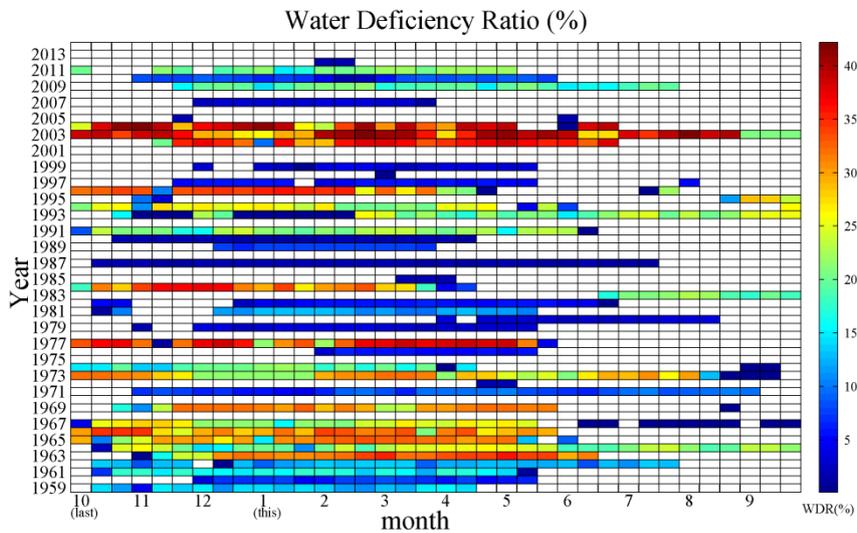


圖5-64 石門水庫 1958 年至 2014 年之逐年逐旬缺水率  
(淤積情況下之供給現況及現有需求條件)

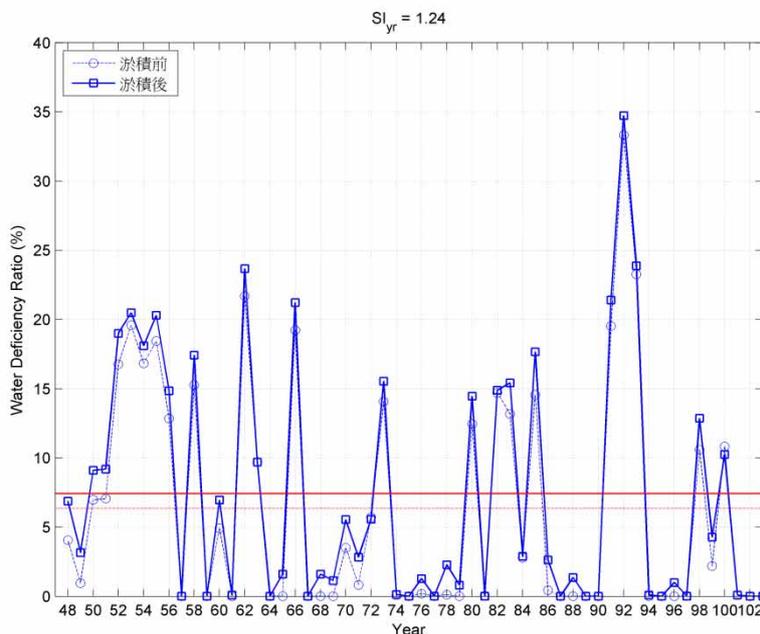
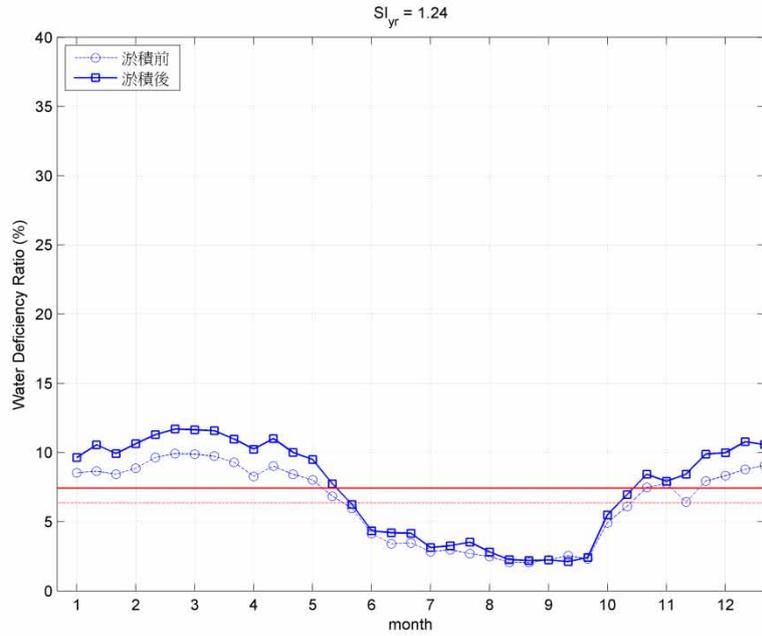
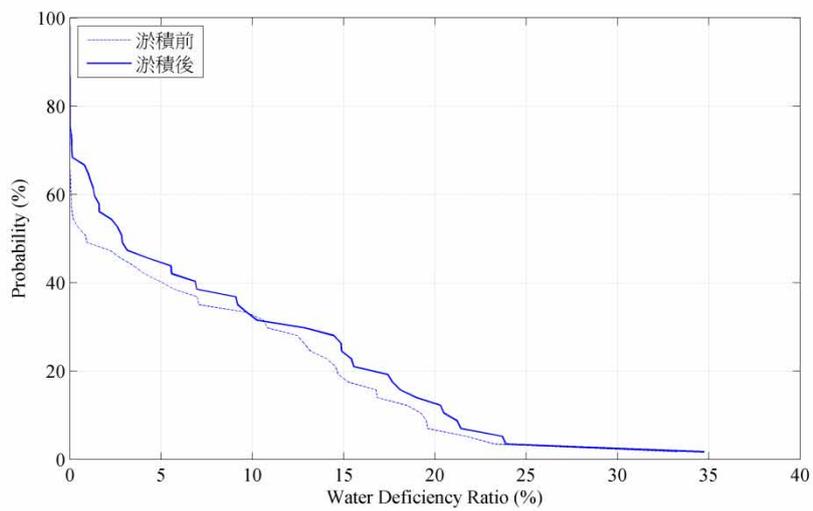


圖5-65 石門水庫 1958 年至 2014 年各年平均缺水率  
(淤積情況下之供給現況及現有需求條件)



**圖5-66 石門水庫 1958 年至 2014 年各旬平均缺水率**  
(淤積情況下之供給現況及現有需求條件)



**圖5-67 平均缺水率超越機率圖**  
(淤積情況下之供給現況及現有需求條件)

### 3. 水資源供給現況及未來需求條件下之評估

進一步分析水資源供給現況及未來需求條件下之缺水情勢，使用表 5-13 趨勢中成長目標年(民國 120 年)公共用水量之作為未來需求量，未來需求量相較於現有需求量，增加約 36 %。

**表5-13 趨勢中成長目標年公共用水量**

地區	未來趨勢	計畫配水量(CMD)	目標年需水量 (CMD)	
		民國 101 年	民國 110 年	民國 120 年
板新地區	趨勢中成長	81	81.2	80.7
桃園地區	趨勢中成長	108.7	143.1	147.5

資料來源：水資源開發利用總量管制策略推動規劃，經濟部水利署，民國 101 年

石門水庫 1958 年至 2014 年之逐年逐旬、各年平均以及各旬平均修正缺水指標，如圖 5-68 至 5-70 所示。最大缺水率發生於 2003 年為 48.5 %，其次為 2004 年及 1977 年分別為 33.9 %與 33.7 %；與目前情勢相比 57 年平均缺水指標由 1.03 上升至 2.96，平均缺水率由 6.4 %上升至 13.2 %；57 年平均修正缺水指標由 1.58 上升至 4.48，即平均缺水率由 12.6 %上升至 21.2 %。

圖 5-71 比較未來及目前需求下，缺水指標之超越機率變化(圖中之虛線表示為水資源供給現況及現有需求條件，實線為水資源供給現況及未來需求條件)。因未來需求量增加，使得超越機率曲線向右偏移，平均缺水率有 20 %的機率可以超過 24.55 %以及有 10%的機率可以超過 30.0 %。

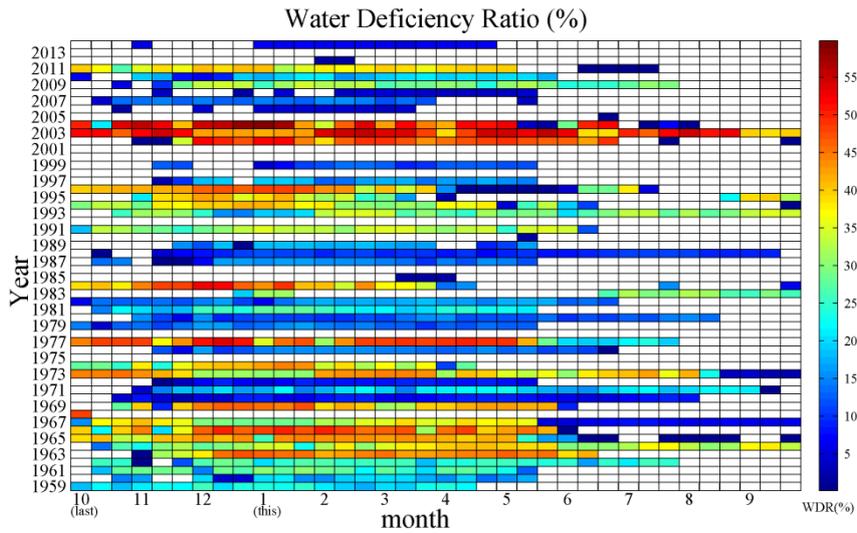


圖5-68 石門水庫 1958 年至 2014 年之逐年逐旬缺水率

(供給現況及未來需求條件)

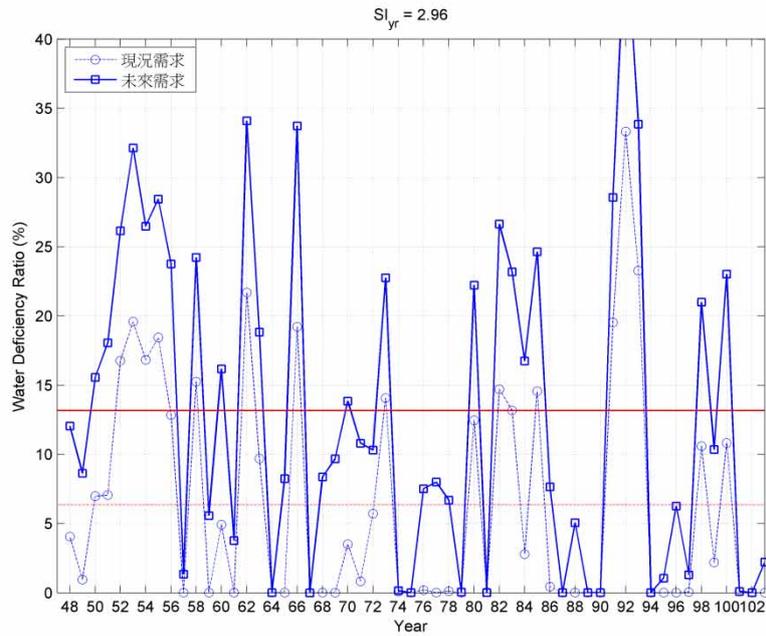
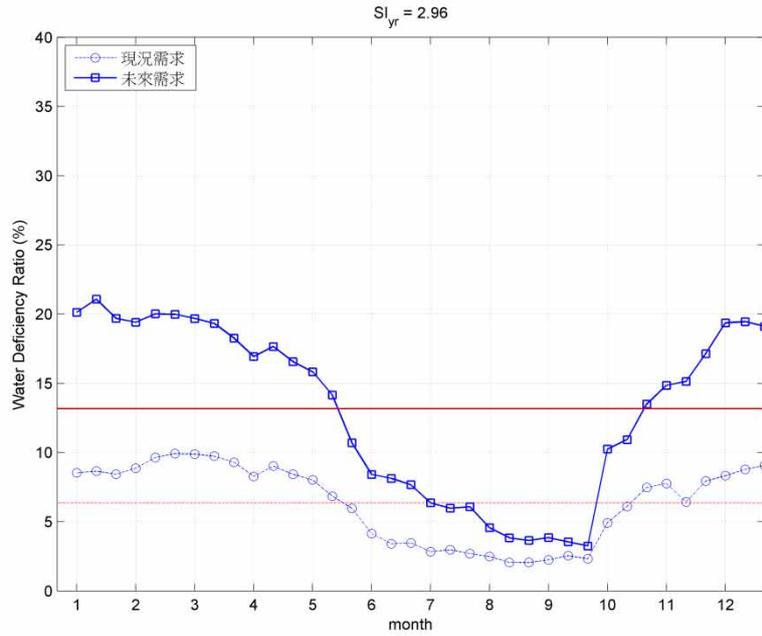
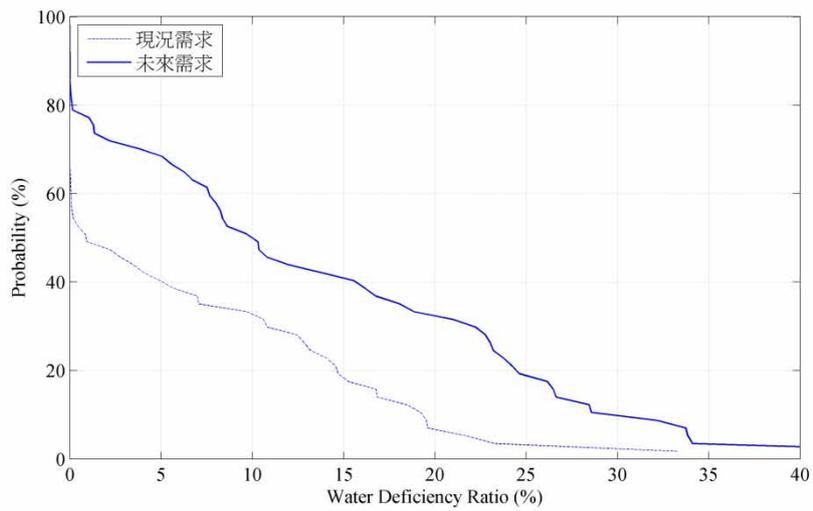


圖5-69 石門水庫 1958 年至 2014 年各年平均缺水率

(供給現況及未來需求條件)



**圖5-70 石門水庫 1958 年至 2014 年各旬平均缺水率**  
(供給現況及未來需求條件)



**圖5-71 平均缺水率超越機率圖**  
(供給現況及未來需求條件)

#### 4. 水資源關鍵區域開發後及現有需求條件下之評估

##### (1) 三峽河調整池及現有需求條件

三峽河為大漢溪主要支流之一，依據水利局規劃總隊(水利署水利規劃試驗所前身)民國 74 年完成之「淡水河系水資源開發調查規劃報告」成果，其中建議 3 處適合之壩址，並依不同壩高規模最高每日可提供至 52 萬 CMD 之水源(含石門水庫越引之水源)，故三峽河除具有築壩條件之壩址，亦有水資源開發之空間。由於其鄰近石門水庫庫區及南勢溪上游，故構想如經由新設隧道將石門水庫水源藉道三峽河再經板新淨水場處理，將可建立石門水庫取水之備援系統，分散取水之風險(資料來源：財團法人農業工程研究中心，石門水庫供水區域各標的用水中長期規劃暨區域產業發展探討及推動之研究，民國 97 年)。但三峽堰抽水站之最大抽水能力未增加。三峽河調整池初步規劃(2)指出三峽河調整池年平均取水量可達 1.49 億噸。(資料來源：經濟部水利署水利規劃試驗所，三峽河調整池初步規劃(2)，民國 97 年)

本研究假設三峽河調整池可維持每旬 520 萬噸之供水能力。圖 5-72 為石門水庫 1958 年至 2014 年之逐年逐旬缺水指標變化，進一步針對各年及各旬平均之缺水指標探討，最大缺水率於 2003 年為 24.3%，其次為 2004 年及 2002 年分別為 17.5% 與缺水率為 12.2%；各旬平均修正缺水指標有降低之趨勢；計算 57 年平均缺水指標由 1.03 降為 0.62，平均缺水率由 6.4% 降至 3.7%，其 57 年修正缺水指標由 1.58 降為 0.62，即平均缺水率由 12.6% 降至 7.9%，如圖 5-73 與 5-74 所示。

圖 5-75 比較超越機率之變化(圖中之虛線表示為水資源供給現況及現有需求條件，實線為三峽河調整池及現有需求條件)。由於三峽河調整池，供水量增加，其超越機率曲線向左偏移。圖中顯示缺水率有 20% 的機率可以超過 9.3% 以及有 10% 的機率可超過 11.9%。

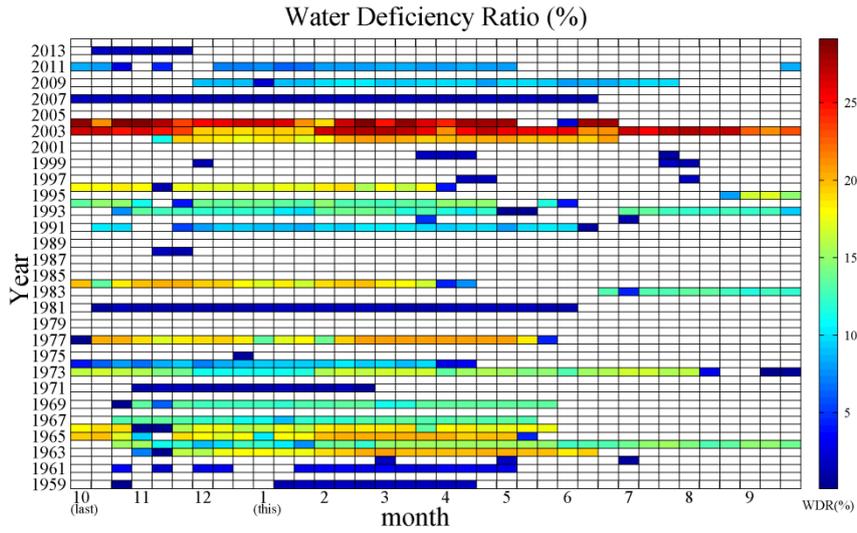


圖5-72 石門水庫 1958 年至 2014 年之逐年逐旬缺水率  
(三峽河調整池及現有需求條件)

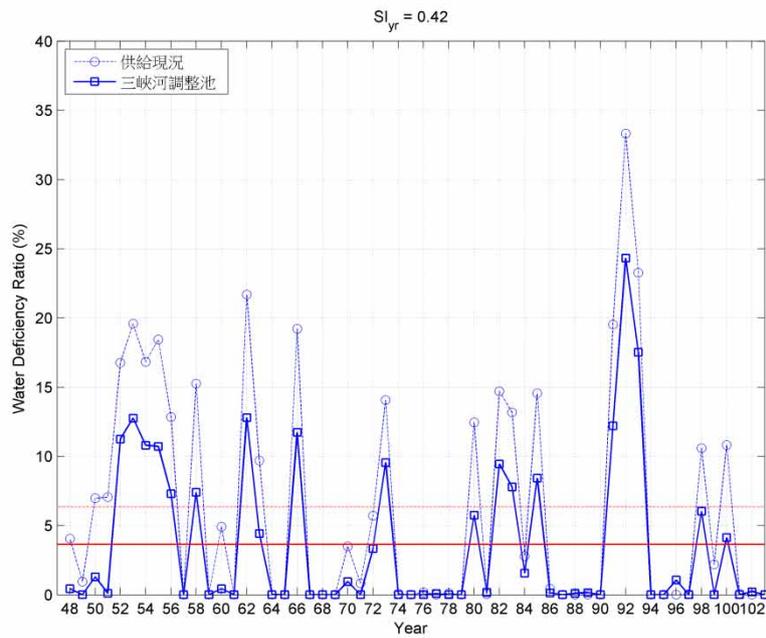


圖5-73 石門水庫 1958 年至 2014 年各年平均缺水率  
(三峽河調整池)

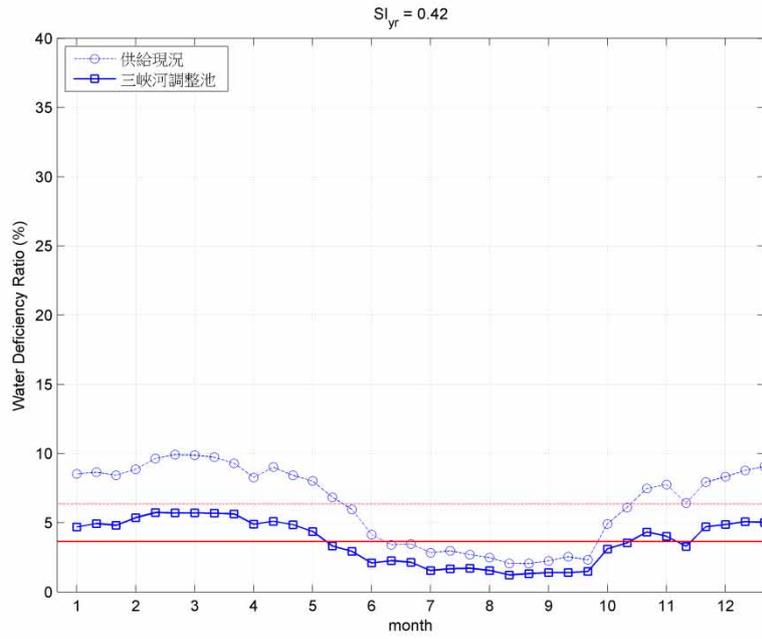


圖5-74 石門水庫 1958 年至 2014 年各旬平均缺水率  
(三峽河調整池)

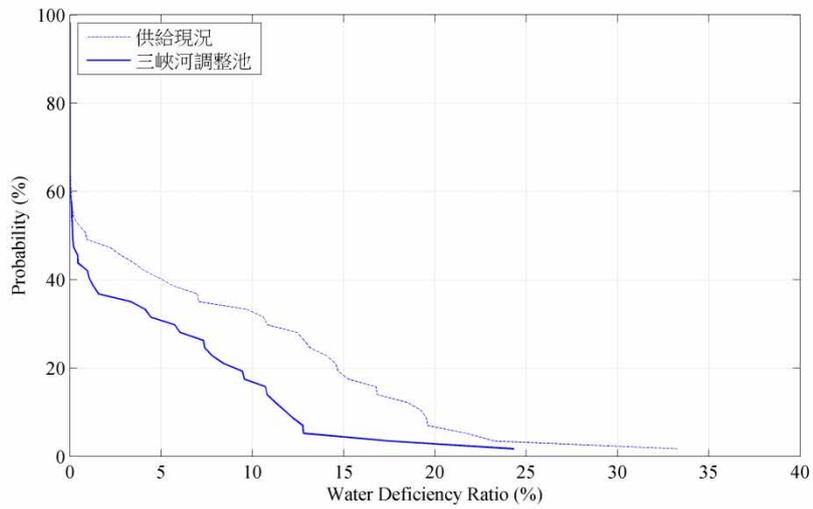


圖5-75 平均缺水率超越機率圖  
(三峽河調整池)

(2)板新地區供水改善一期計畫(板一工程)完工後及現有需求條件

板新地區供水改善計畫一期工程完工後，新店溪水源可調度供應板新地區每旬 530 萬噸。圖 5-76 為石門水庫 1958 年至 2014 年之逐年逐旬缺水指標。以下針對各年平均及各旬平均之缺水指標討論，最大缺水率於 2003 年為 17.4 %，其次為 2004 年及 2002 年分別為 12.1 % 與 8.4 %；57 年平均缺水指標由 1.03 降為 0.15，平均缺水率由 6.4 % 降至 1.8 %；57 年各旬平均修正缺水指標有明顯下降趨勢；與未調度新店溪水源時相比，57 年平均修正缺水指標由 1.58 降為 0.23，平均缺水率由 12.6 % 降至 4.8 % (見圖 5-77 與圖 5-78)

以超越機率進行探討，板新地區供水改善一期計畫工程完工後之供水量增加，缺水減少，超越機率曲線向左偏移。圖 5-79 顯示缺水率有 20 % 的機率可以超過 4.9 % 以及有 10 % 的機率可超過 6.9 %。

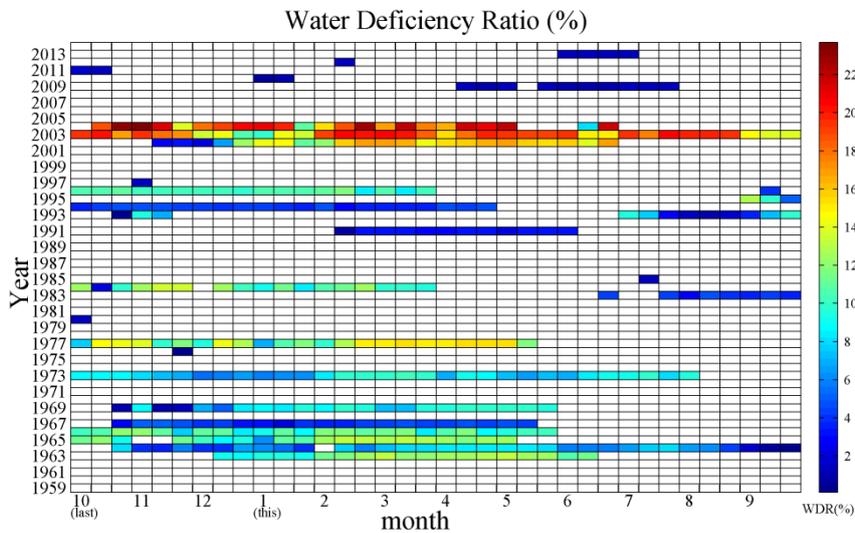


圖5-76 石門水庫 1958 年至 2014 之逐年逐旬缺水率

(板一工程完工及現有需求條件)

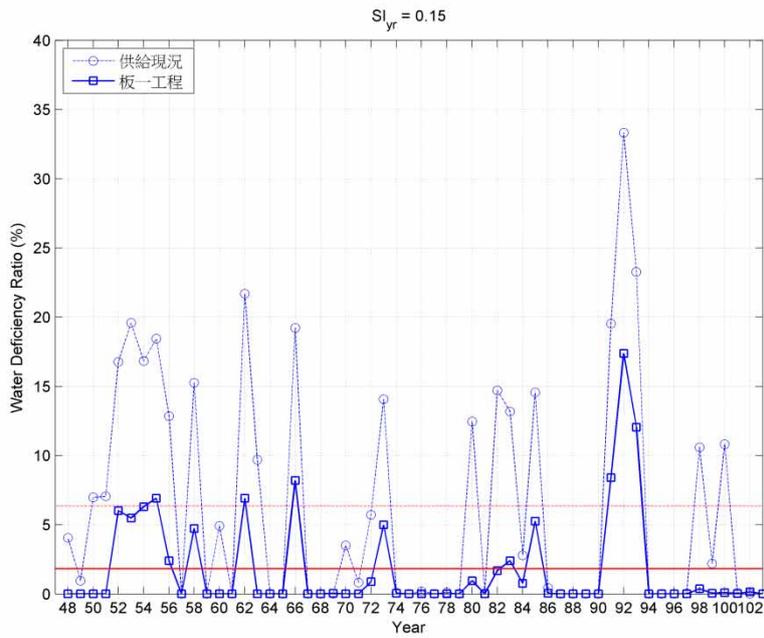


圖5-77 石門水庫 1958 年至 2014 年各年平均缺水率  
(板一工程完工及現有需求條件)

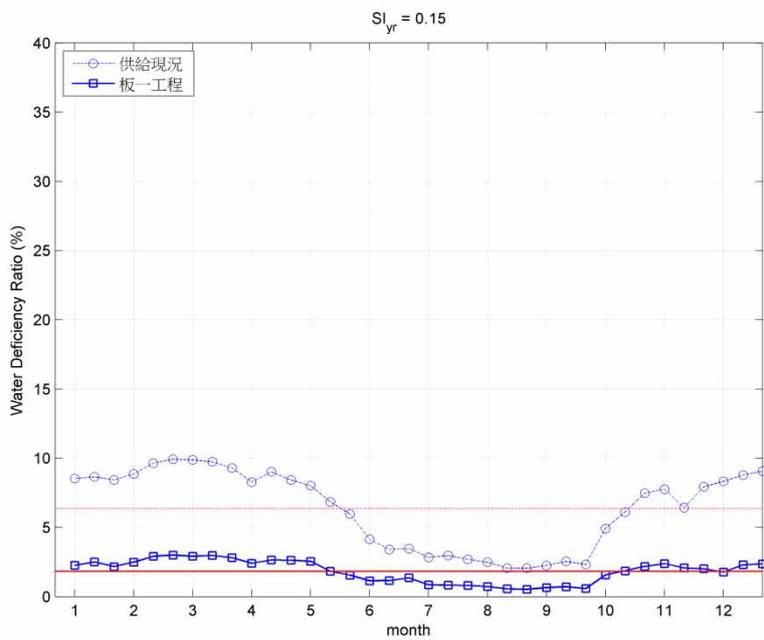
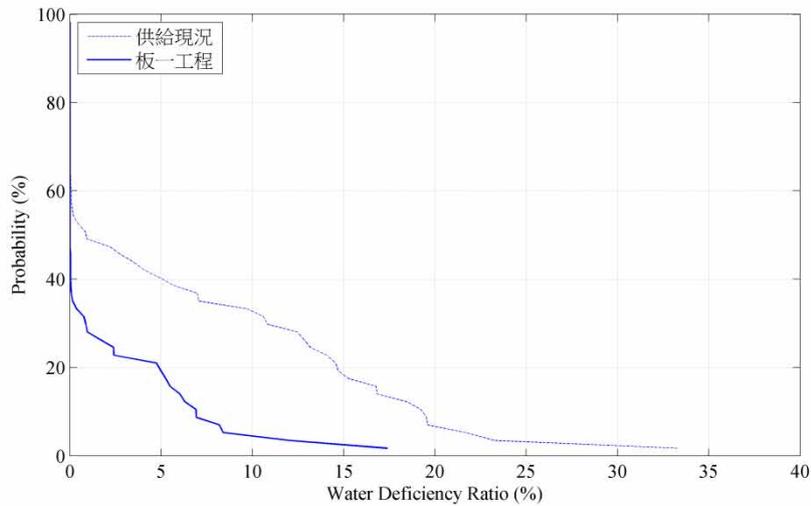


圖5-78 石門水庫 1958 年至 2014 年各旬平均缺水率  
(板一工程完工及現有需求條件)



**圖5-79 平均缺水率超越機率圖**

(板一工程完工及現有需求條件)

(3) 三峽河調整池、板一工程完工後及現有需求條件

本研究同時考量三峽河調整池以及板新地區供水改善一期計畫工程完工之總開發水量，供水能力約增加為每旬 1050 萬噸。圖 5-80 為石門水庫 1958 年至 2014 年之逐年逐旬缺水指標。進一步探討各年及各旬平均修正缺水指標。最大缺水率發生於 2003 年為 8.7%，其次 2004 年為 6.3%；以各旬平均角度而言，修正缺水指標顯示不太有缺水風險；與開發前相比，57 年平均缺水指標由 1.03 降為 0.02，平均缺水率由 6.4% 降至 0.4%；57 年平均修正缺水指標由 1.58 降為 0.03，平均缺水率由 12.6% 降至 1.7%，如圖 5-81 及 5-82 示。

利用超越機率進行探討，板一工程完工及三峽河調整池，因供水量增加，故超越機率曲線整體向左偏移，缺水指標大幅下降。圖 5-83 顯示平均缺水率有 20% 的機率可以超過 0.54，有 10% 的機率可以超過 0.06%。

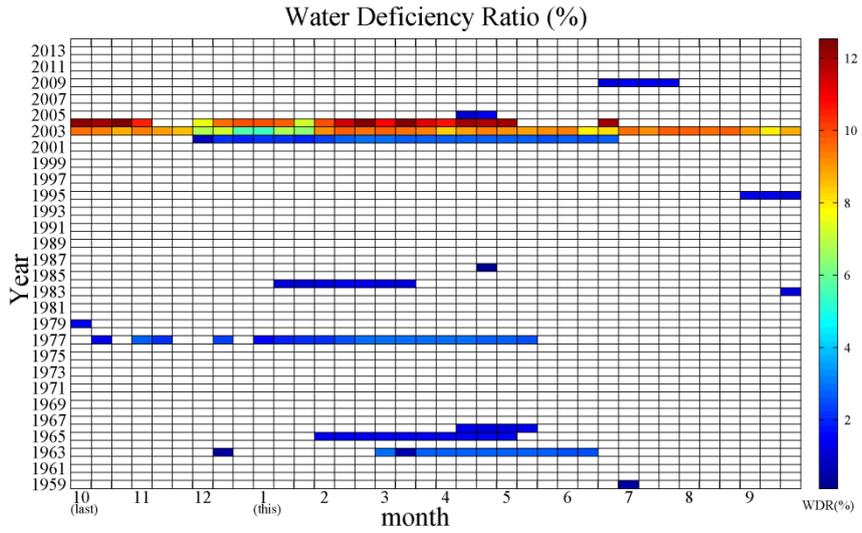


圖5-80 石門水庫 1958 年至 2014 年之逐年逐旬缺水率  
(三峽河調整池、板一工程完工及現有需求條件)

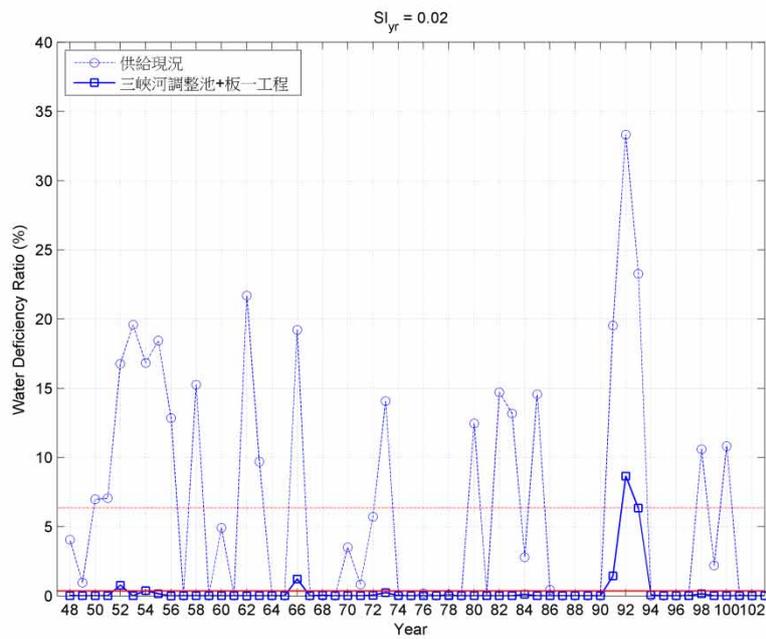
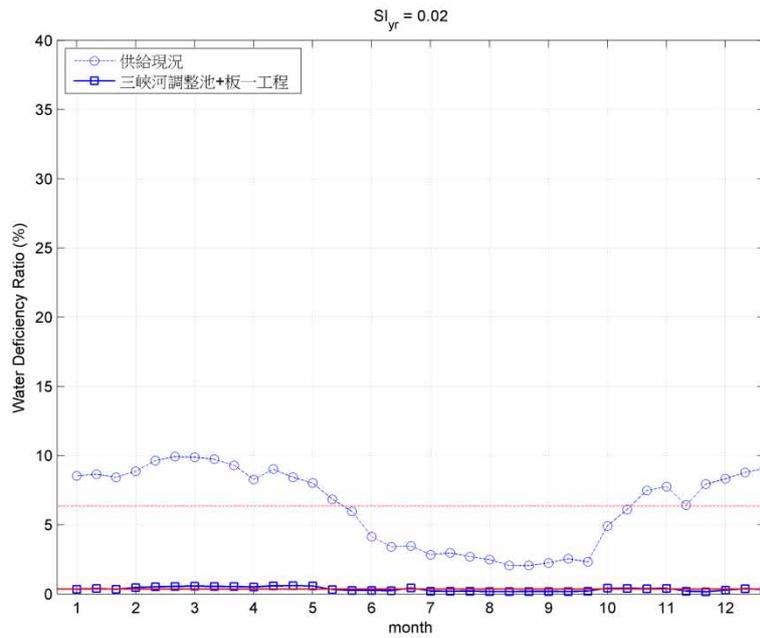
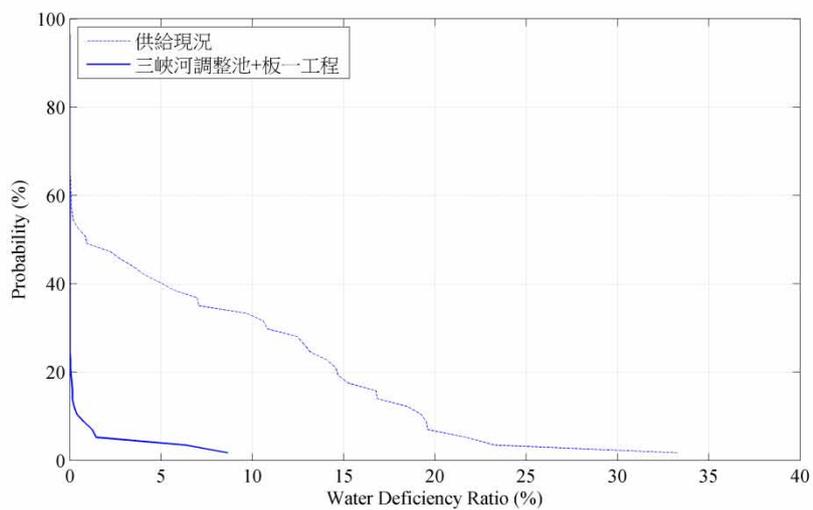


圖5-81 石門水庫 1958 年至 2014 年各年平均缺水率  
(三峽河調整池、板一工程完工及現有需求條件)



**圖5-82 石門水庫 1958 年至 2014 年各旬平均缺水率**  
(三峽河調整池、板一工程完工及現有需求條件)



**圖5-83 平均缺水率超越機率圖**  
(三峽河調整池、板一工程完工及現有需求條件)

## 5. 水資源關鍵區域開發後及未來需求條件下之評估

### (1) 三峽河調整池及未來需求條件

本研究評估三峽河調整池及未來需水情境下之缺水情勢。如先前所述，開發水量增加的供水能力約為每旬 520 萬噸（三峽堰抽水能力未提高），未來需求條件為桃園地區公共用水量由 108.7 CMD 增加至 147.5 CMD（增加 36 %）；圖 5-84 現石門水庫 1958 年至 2014 年之逐年逐旬修正缺水指標，最大缺水率發生於 2003 年為 38.4 %，其次為 2004 年與 1977 年分別為 27.8 % 與 21.7 %；與供給現況及現有需求以及三峽河調整池及現有需求相比，由於需水量大幅增加，各旬平均修正缺水指標將大幅增加，甚至較目前之缺水情勢嚴重；57 年平均缺水指標為 1.60，即平均缺水率約有 9.1 %；57 年平均修正缺水指標為 2.42，即平均缺水率約有 15.6 %，見圖 5-85 與 5-86。

圖 5-87 比較超越機率變化(圖中之圈號虛線表示為供給現況及現有需求條件，方塊點虛線表示為三峽河調整池及現有需求條件，三角形實點線三峽河調整池及未來需求條件)。當三峽河調整池供水能力提高(但將受限於三峽堰之抽水能力)，同時，未來需求亦相對增加。整體而言，超越機率曲線向右偏移，平均缺水率有 20 % 的機率可以超過 18.1 % 以及有 10 % 的機率可以超過 21.4 %。

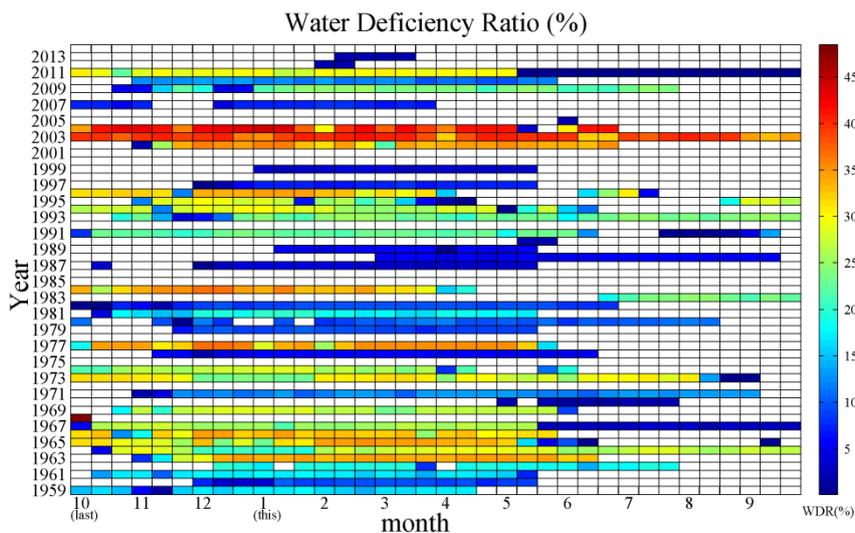


圖5-84 石門水庫 1958 年至 2014 年之逐年逐旬缺水率

(三峽河調整池及未來需求條件)

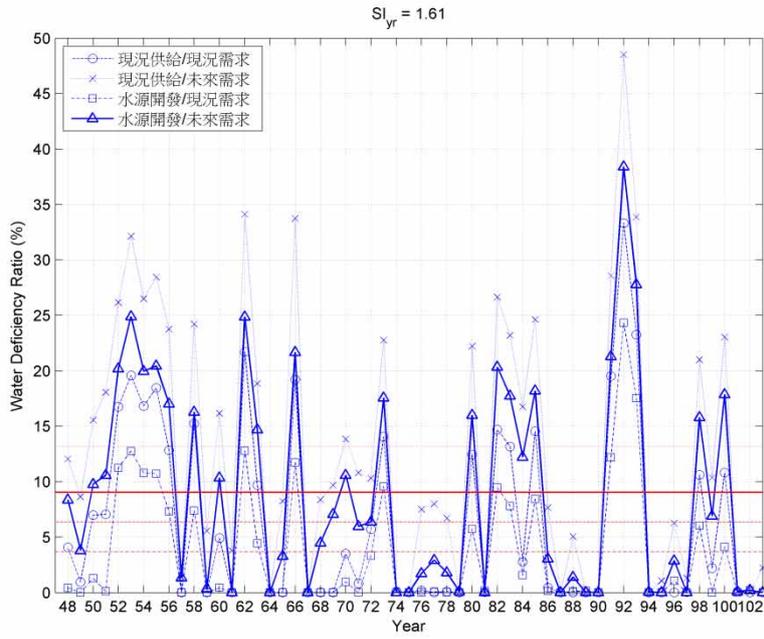


圖5-85 石門水庫 1958 年至 2014 年各年平均缺水率  
(三峽河調整池及未來需求條件)

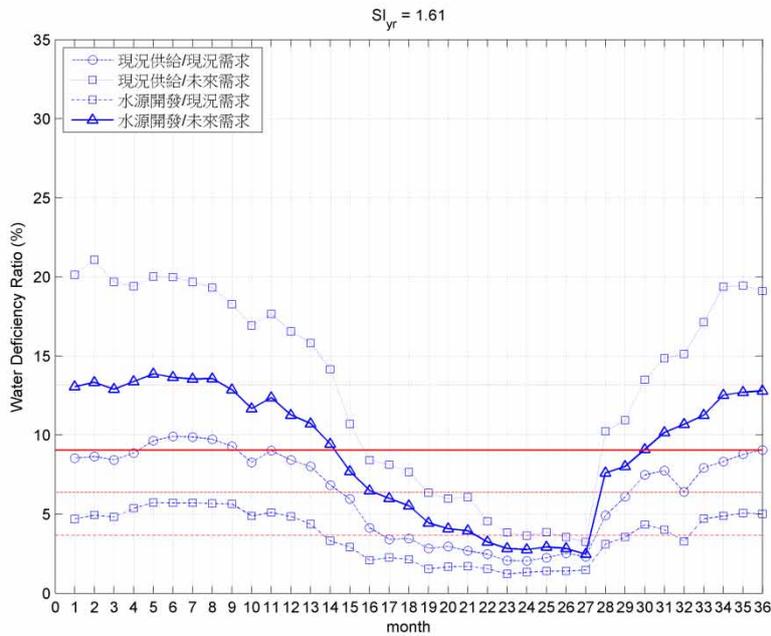
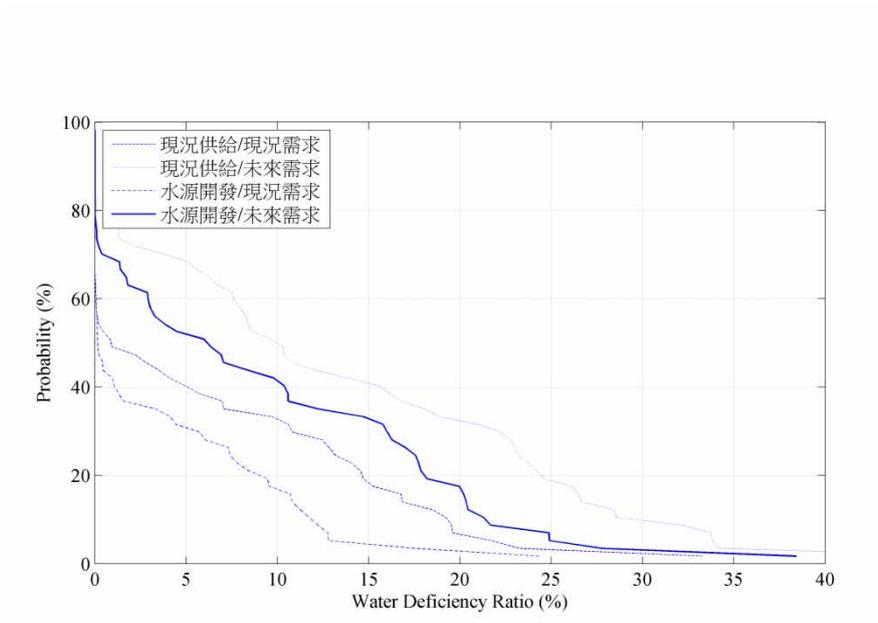


圖5-86 石門水庫 1958 年至 2014 年各旬平均缺水率  
(三峽河調整池及未來需求條件)



**圖5-87 平均缺水率超越機率圖**

(三峽河調整池及未來需求條件)

(2)板新地區供水改善一期計畫完工後及未來需求條件

本研究進一步分析板一工程供水及未來需水情境下之缺水情勢。板新地區供水改善計畫一期工程完工後，其供水能力每旬增加至 530 萬噸，桃園地區公共需求量未來將增加 36%。石門水庫 1958 年至 2014 年之逐年逐旬修正缺水指標、各年平均及各旬平均修正缺水指標，如圖 5-88 至 5-90 所示。最大缺水率發生於 2003 年為 30.3%，其次 2004 年以及 2002 年分別為 22.2% 與 18.7%；與板一工程完工後及現有需求比較，各旬平均修正缺水指標明顯上升，但與供給現況及現有需求相比，缺水情勢仍較為舒緩；57 年平均缺水指標為 0.84，即平均缺水率約 5.6%；57 年平均修正缺水指標為 1.26，即平均缺水率約 11.2%。

以超越機率進行探討，板新地區供水改善一期計畫工程完工後，其供水能力增加，整體之超越機率曲線向左偏移。圖 5-91 中顯示平均缺水率有 20% 的機率可以超過 13.0% 以及有 10% 的機率可以超過 18.3%。

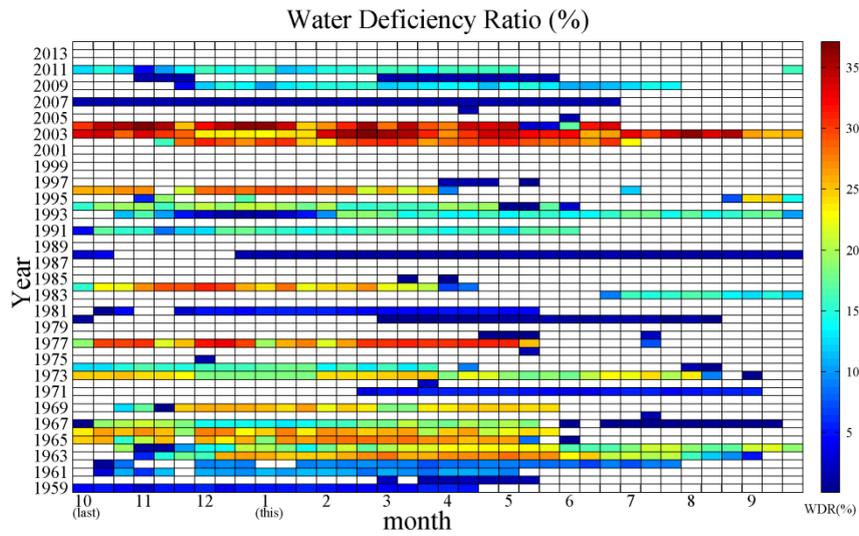


圖5-88 石門水庫 1958 年至 2014 年逐年逐旬缺水率  
(板一工程完工及未來需求條件)

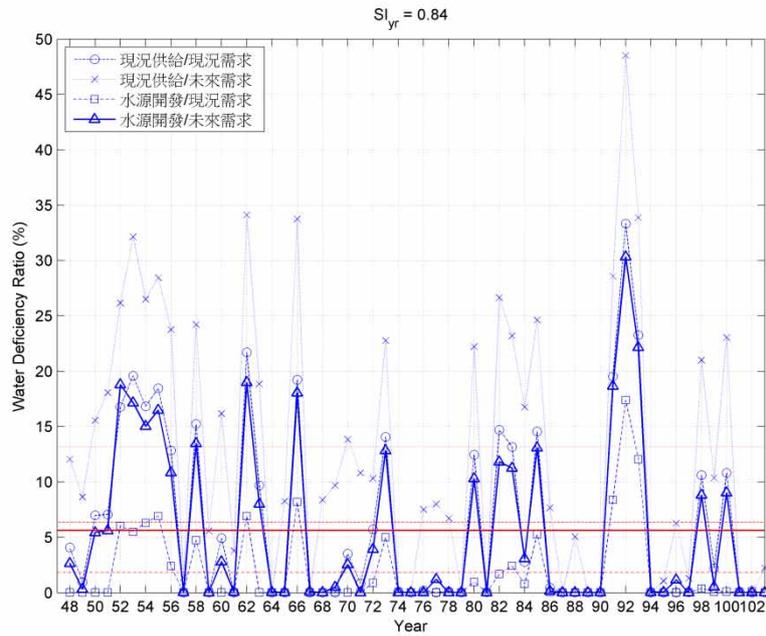


圖5-89 石門水庫 1958 年至 2014 年各年平均缺水率  
(板一工程完工及未來需求條件)

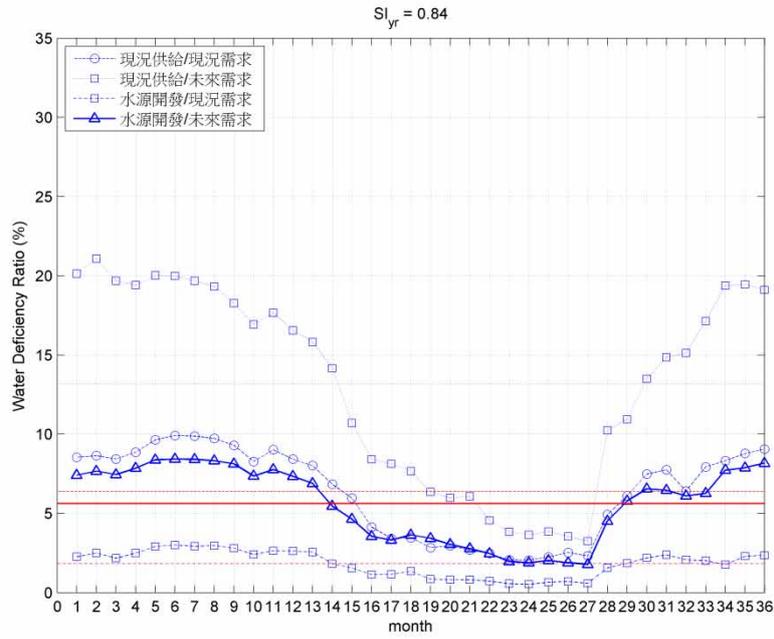


圖5-90 石門水庫 1958 年至 2014 年各旬平均缺水率  
(板一工程完工及未來需求條件)

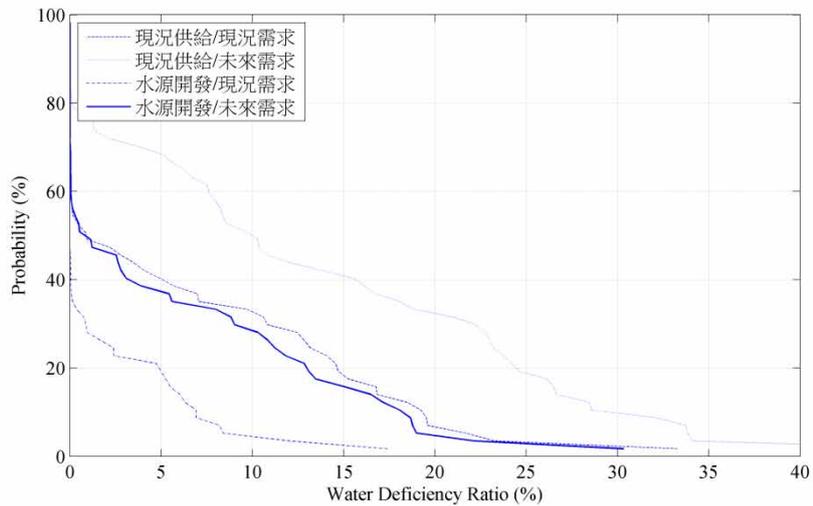


圖5-91 平均缺水率超越機率圖  
(板一工程完工及未來需求條件)

### (3) 三峽河調整池、板一工程完工及未來需求條件

本研究同時評估板一工程完工及三峽河調整池在未來需求條件下之缺水風險。圖 5-92 為石門水庫 1958 年至 2014 年之逐年逐旬缺水指標，最大缺水率發生於 2003 年為 21.5%，其次 2004 年以及 2002 年分別為 16.5% 與 10.5%；與供給水資源開發後及現有需求條件比較發現各旬平均修正缺水指標略為上升，但若與現況供水和現有需求相比，缺水風險仍相當的低；57 年平均缺水指標為 0.30，即平均約有 2.9% 的缺水率，57 年平均修正缺水指標為 0.43，即平均約有 6.6% 的缺水率，如圖 5-93 與 5-94 所示。

以超越機率進行探討，由於三峽河調整池及板一工程完工，總供水能力大幅增加，超越機率曲線整體上向左偏移。圖 5-95 中顯示平均缺水率有 20% 的機率可以超過 7.1% 以及有 10% 的機率可以超過 10.2%。

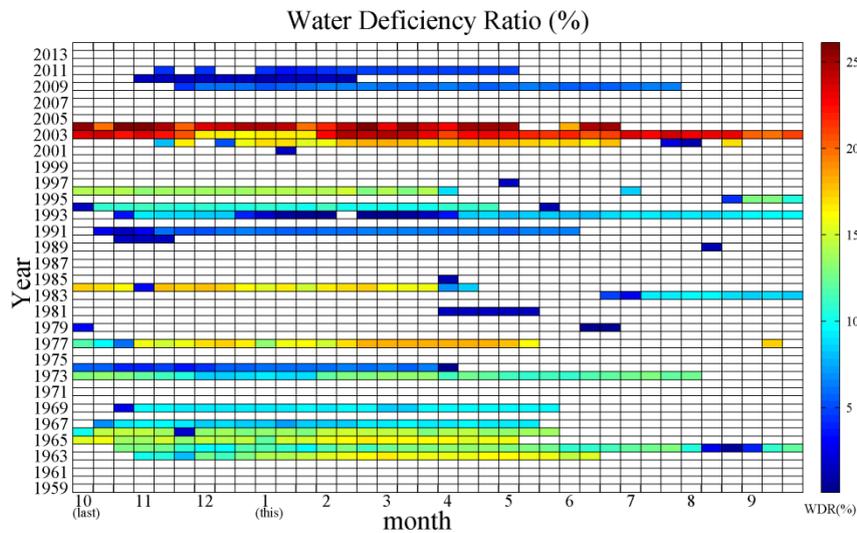


圖5-92 石門水庫 1958 年至 2014 年逐年逐旬缺水率

(三峽河調整池、板一工程完工及現有需求條件)

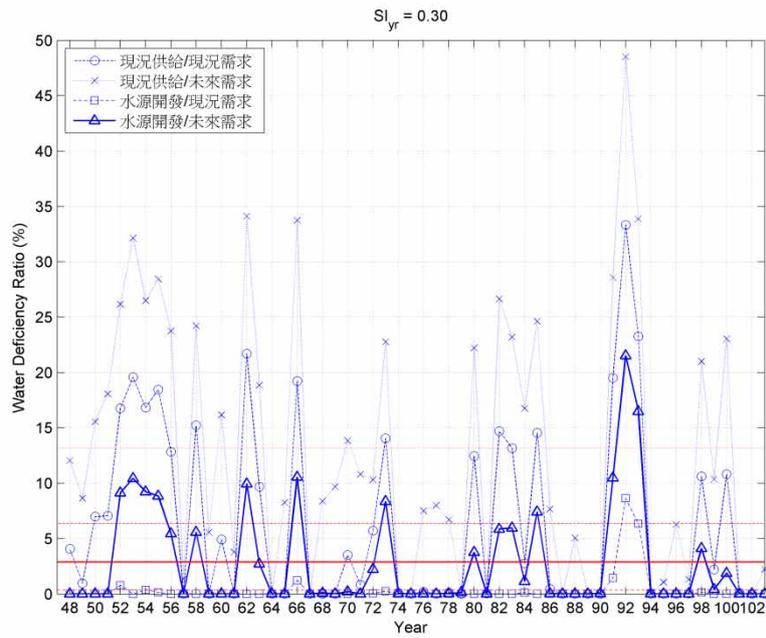


圖5-93 石門水庫 1958 年至 2014 各年平均缺水率  
(三峽河調整池、板一工程完工及現有需求條件)

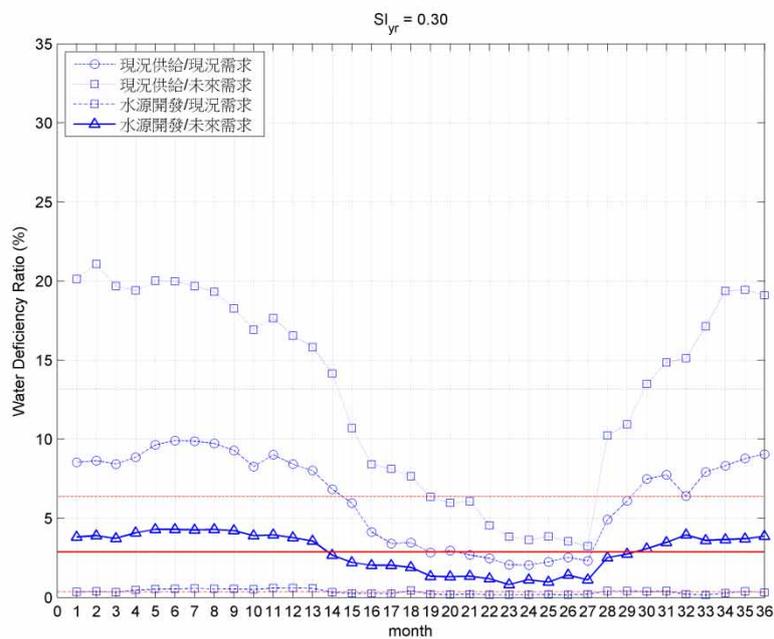


圖5-94 石門水庫 1958 年至 2014 年各旬平均缺水率  
(三峽河調整池、板一工程完工及現有需求條件)

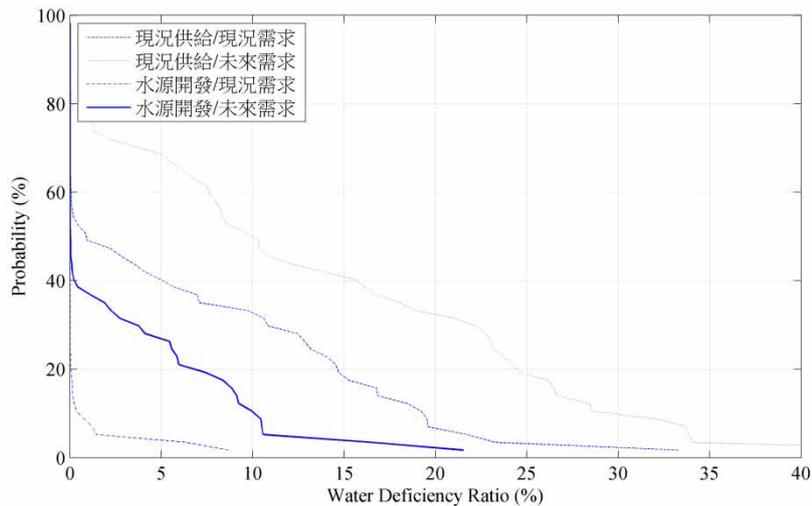


圖5-95 平均缺水率超越機率圖

(三峽河調整池、板一工程完工及現有需求條件)

#### 6. 水資源關鍵區域開發及氣候變遷下之供需缺水評估

氣候環流模式分析指出於氣候變遷條件下流量將呈現枯水期更枯及豐水期更豐之情況(如表 5-14 所示)，本研究使用氣候環流模式所預測流量變化作為輸入(採用各模式結果之平均)，評估氣候變遷下之供需與缺水情勢。

表5-14 不同氣候環流模式分析之結果

月份	無氣候變遷之逕流量 (106 CMD)	各 GCM 之流量變化(%)					Average
		CSMK35	GFCM21	MIMR	MPEH5	MRGCM	
1	18.17	-19	20	-22	8	-6	-3.8
2	24.13	-18	7	-2	6	-4	-2.2
3	24.51	-12	-21	17	6	-13	-4.6
4	21.33	-7	-14	-6	22	-7	-2.4
5	24.16	6	-10	8	16	12	6.4
6	31.39	6	-10	8	16	12	6.4
7	24.41	5	-1	8	9	8	5.8
8	36.65	7	-8	3	-26	49	5
9	47.19	-5	-9	-17	-7	13	-5
10	43.09	-7	-38	-29	20	-1	-11
11	31.61	-6	-25	-15	-3	-22	-14.2
12	21.66	-5	-16	-14	-6	-23	-12.8

(1)水資源關鍵區域開發及氣候變遷條件下之供需缺水評估

本研究進行水資源開發前以及氣候變遷條件下之供需缺水評估，石門水庫 1958 年至 2014 年之逐年逐旬、各年平均及各旬平均之修正缺水指標，如圖 5-96 至 5-98 所示。最大缺水率發生於 2003 年為 35.0%，其次為 2004 年及 1977 年分別為 24.9% 與 21%；比較供給現況與氣候變遷下之現有需求條件，發各旬平均修正缺水指標於枯水期時有上升趨勢，豐水期則無較大變化；57 年平均缺水指標為 1.25，即平均缺水率約 7.5%；57 年平均修正修正缺水指標為 1.95，即平均缺水率約 14%。

圖 5-99 以超越機率進行探討，受到氣候變遷之影響，雖豐水期之入流量增加，然枯水期之入流量減少，使得缺水情勢加劇，整體上，超越機率曲線向右偏移，平均缺水率有 20% 的機率可以超過 16.2%，另有 10% 的機率可以超過 20.7%。

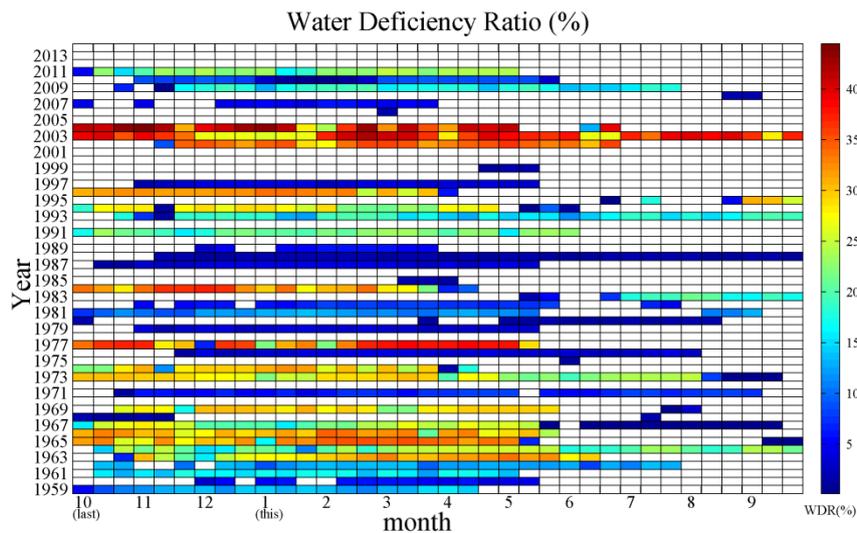
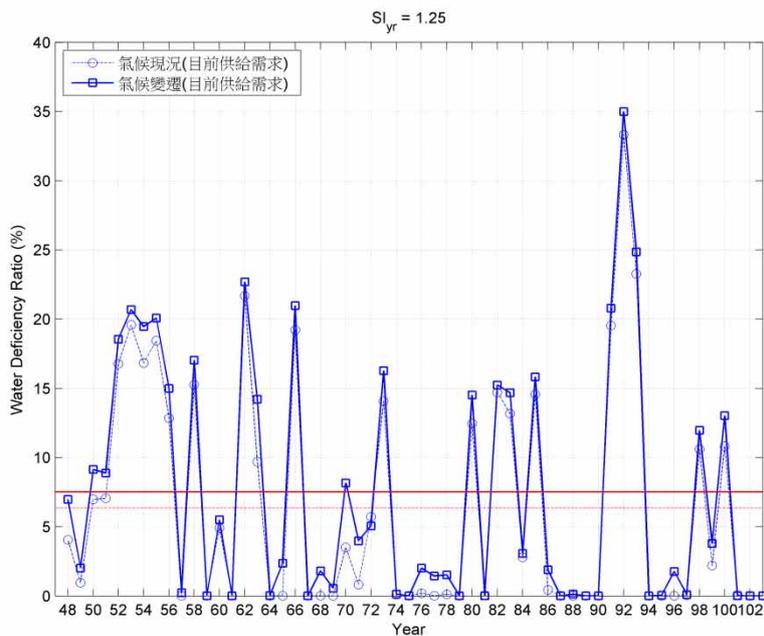
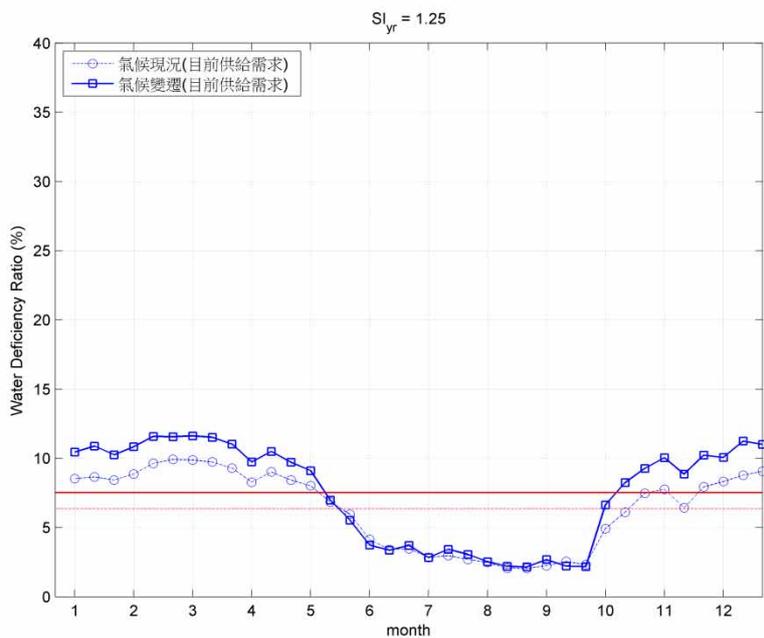


圖5-96 石門水庫 1958 年至 2014 年逐年逐旬缺水率

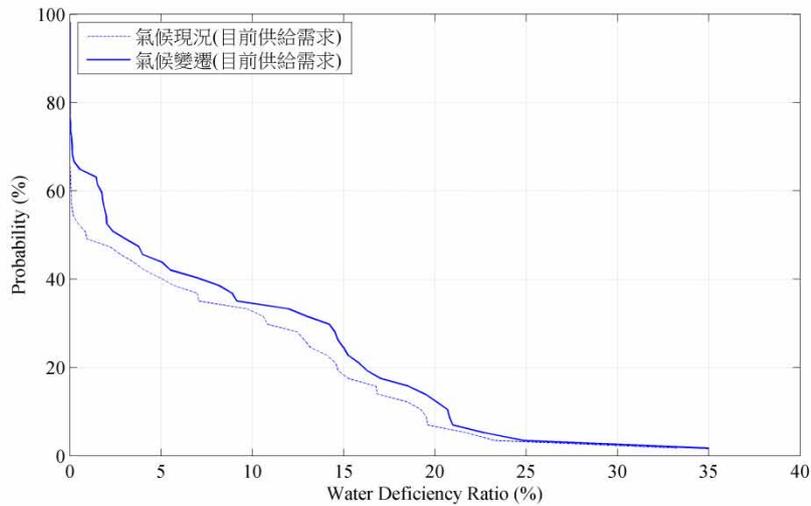
(水資源關鍵區域開發前及氣候變遷條件之供需缺水評估)



**圖5-97 石門水庫 1958 年至 2014 各年平均缺水率**  
 (水資源關鍵區域開發前及氣候變遷條件之供需缺水評估)



**圖5-98 石門水庫 1958 年至 2014 年各旬平均缺水率**  
 (水資源關鍵區域開發前及氣候變遷條件之供需缺水評估)



**圖5-99 平均缺水率超越機率圖**

(水資源關鍵區域開發前及氣候變遷條件之供需缺水評估)

(2) 水資源關鍵區域開發及氣候變遷條件下之供需缺水評估

於桃園地區，本研究最後分析水資源關鍵區域開發後及氣候變遷條件之供需缺水情勢，石門水庫 1958 年至 2014 年之逐年逐旬、各年平均及各旬平均修正缺水指標，如圖 5-100 至 5-102 所示。最大缺水率發生於 2004 年約為 24%，其次則發生於 2003 年及 1965 年分別為 22.9% 與 11.9%；比較水資源關鍵區域開發後與未來氣候狀況下之缺水情勢，各旬平均修正缺水指標稍微上升；57 年平均缺水指標由原本 0.30 上升至 0.44，即平均缺水率由 2.9% 上升為 3.7%；57 年平均修正缺水指標由原本 0.43 上升至 0.61，即平均缺水率由 6.6% 上升為 7.8%。

以超越機率進行探討，氣候變遷使得枯水期時入流量減少，超越機率曲線整體上向右偏移。圖 5-103 顯示平均缺水率有 20% 的機率可以超過 9.9% 以及有 10% 的機率可以超過 11%

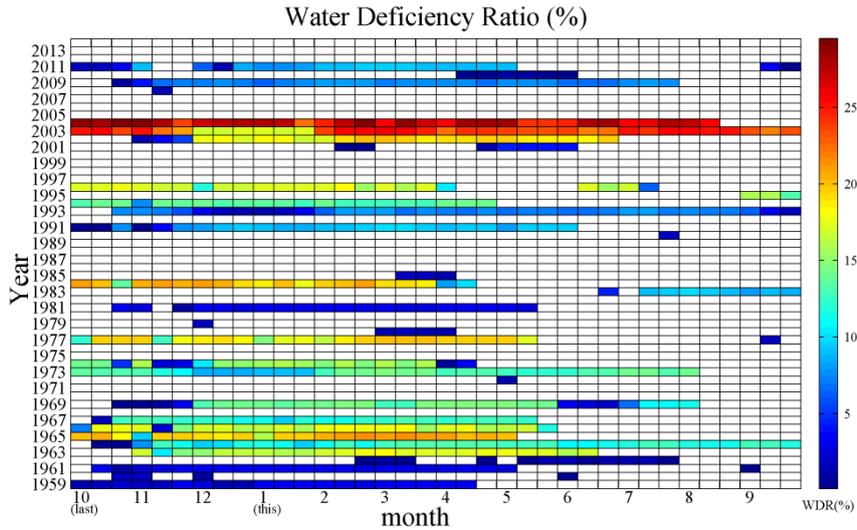


圖5-100 石門水庫 1958 年至 2014 年逐年逐旬缺水率  
(水資源關鍵區域開發後及氣候變遷條件之供需缺水評估)

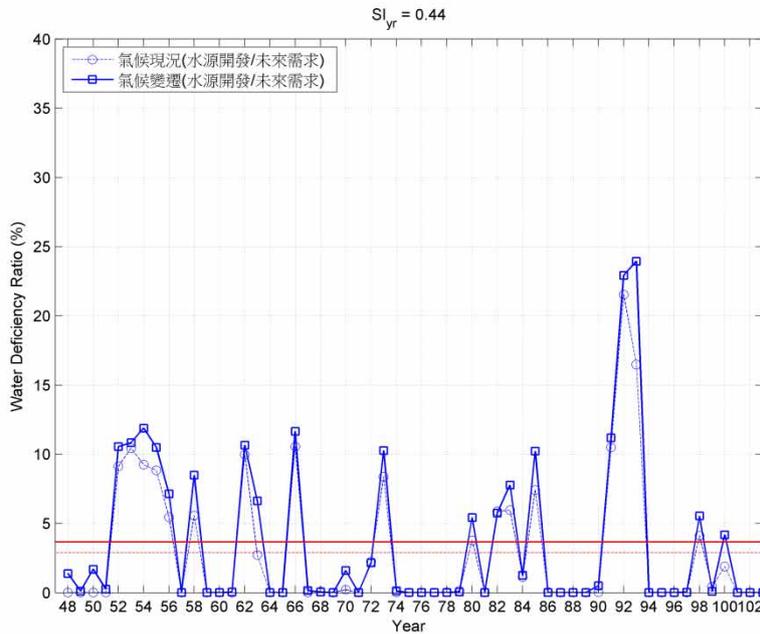
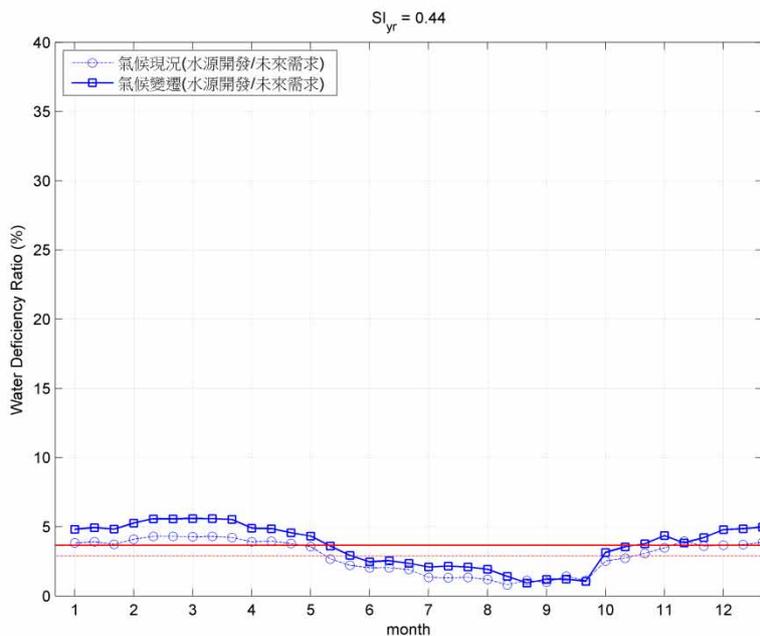
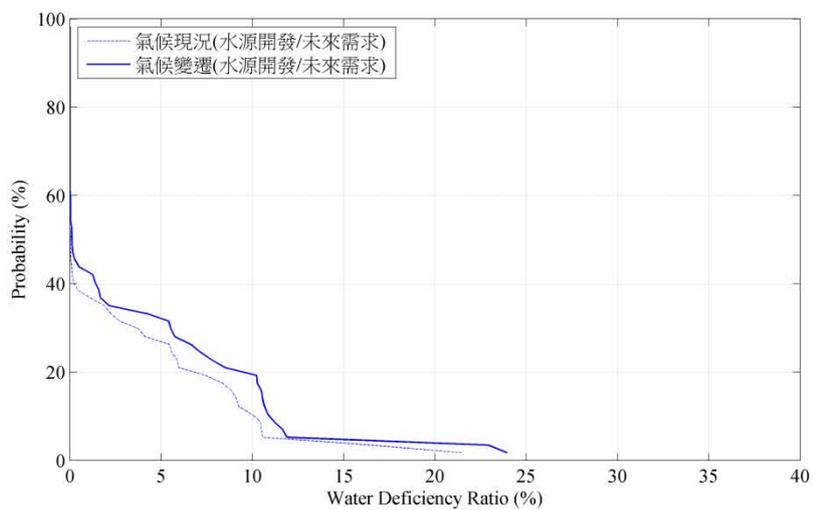


圖5-101 石門水庫 1958 年至 2014 各年平均缺水率  
(水資源關鍵區域開發後及氣候變遷條件之供需缺水評估)



**圖5-102 石門水庫 1958 年至 2014 年各旬平均缺水率**  
(水資源關鍵區域開發後及氣候變遷條件之供需缺水評估)



**圖5-103 平均缺水率超越機率圖**  
(水資源關鍵區域開發後及氣候變遷條件之供需缺水評估)

綜述以上分析(五種情境)，桃園區域(包含板新區域)之最大年缺水指標發生於 2003 年。在未考慮開發三峽河調整池及板新一期供水改善計畫未完工時，平均修正缺水指標為 1.58。若考慮水庫日益淤積，其平均修正缺水指標將由現況條件下之 1.58 上升至 1.93，平均缺水率亦從 6.4 % 上升至 7.4 %。考慮民國 120 年的用水需求(桃園公共需求量增加 36%)，在現有供水條件下平均修正缺水指標將上升至 4.48(平均缺水率更高達 13.2 %)。三峽河調整池及板新一期工程完工，將能有效的改善現有需求條件下平均修正缺水指標(0.62 與 0.23)以及缺水率(3.7 % 與 1.8 %)。若分別考慮三峽河調整池與板新一期供水改善計畫完工對未來需求之影響，因未來需求量增加，使得三峽河調整池受限於三峽堰之抽水能力，其平均修正缺水指標上升為 2.42；板新一期工程完工可使平均修正缺水指標微降至 1.26。同時考量上述水資源後，平均修正缺水指標在未來條件下會降至 0.43。當考慮氣候變遷因素影響時，由於枯水期時入流量減少，平均修正缺水指標將大幅上升。在現有之供需情況下，57 年平均修正缺水指標上升至 1.95。若水資源關鍵區域開發後，未來需求條件下之平均修正缺水指標將上升至 0.61。整體而言，水資源關鍵區域的開發，對於缺水之情勢(平均修正缺水指標與缺水率)有顯著的影響與改善。

### 5.3 水資源開發關鍵區域水文觀測資料需求建議

水文觀測資料為於水資源開發之開發規劃之基礎，一般水資源設施之供水規劃係使用可容忍缺水為條件來計畫其出水量，此一可容忍缺水之條件即為水資源設施供水規劃之準則，在此一基礎下對於入流量之掌握及為規劃可供水量之重要基礎。

一般而言複雜度低之水資源系統可以直接瞭解其觀測需求，若以羅東堰而言，該設施並無調蓄庫容，故在概念上應根據適當長度之日流量資料進行建構流量延時曲線(FDC)，予以分析。FDC 是由流量大小及超越該流量之機率兩部分所構成之關係曲線，一般而言縱軸為流量大小。水資源規劃依需求可選用每日、週為主，然調蓄容量過小時以旬流量作為模擬分析之依據會過於樂觀。目前台灣地區設計流量多皆採用流量延時曲線法，日流量延時曲線法為簡單且可廣泛應用於河川低流量特性之分析方法，且流量延時曲線具有相當實

用的特點，其圖形化的資料顯示，直觀的表達了天然河川流量與其對應超越機率間的關係。

如圖 5-104 所示，在流量延時曲線輔助下，如欲規劃缺水指數 0.5 下之供水能量，則接近平均缺水率約為 7% 左右之供水條件，但仍會因為每年之間的缺水條件差異而有所不同，對於此種設施，僅有單一入流，日流量特性的掌握，直接影響到供水量規劃的大小。

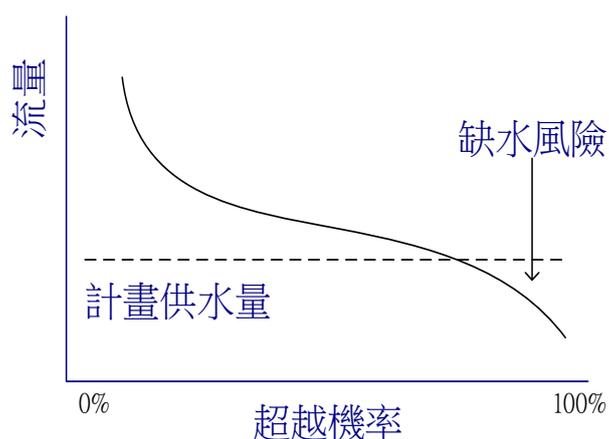


圖5-104 流量延時曲線(FDC)

本計畫探討水文觀測站資料品質對於缺水指數(SI)供水能力影響，以石門水庫為例，於不考慮量測誤差下，以超越機率之觀點。修正缺水指標有 20% 的機率可以超過 3.99(即平均缺水率為 19.97%) 以及有 10% 的機率可以超過 5.35(即平均缺水率為 23.13%)。在考慮流量之量測誤差(高估或低估)對供水系統所造成之影響時，初步以石門水庫全年入流量改變正負 50% (即 50~150% 之入流條件) 進行測試分析。發現其年平均缺水指數最高為 10.61，最低為 0.2，差異約為 10.4；此外，年平均缺水率最高為 32.57%，最低為 4.47%，其差異可達 28%；各旬平均缺水指標於第 15 旬時最大，如表 5-15 及圖 5-105 至 5-107 所示。(圖中之實心三角形虛點線表示入流量為 80%，空心三角形虛線表示入流量為 90%，圈號實線表示入流量為 100%，空心方塊虛線表示入流量為 110%，實心方塊虛點線表示入流量為 120%)。

表5-15 石門水庫入流量改變對缺水指數之影響

入流量條件 (%)	57 年平均 MSI	57 年平均缺水率 (%)
50	10.61	32.57
80	3.75	19.36
90	2.49	15.78
100	1.58	12.65
110	1.13	10.63
120	0.79	8.89
150	0.2	4.47

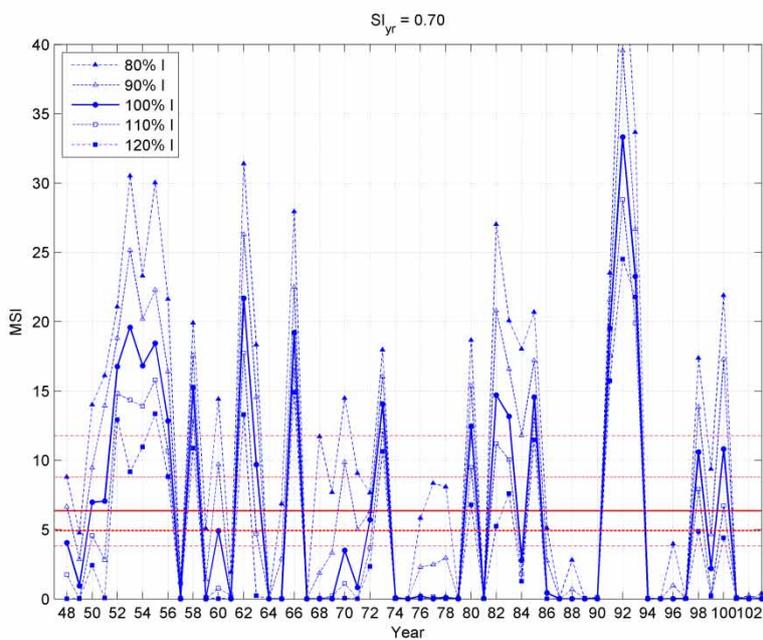


圖5-105 石門水庫 1958 年至 2014 各年平均缺水指標  
(石門水庫入流量改變對缺水指數之影響)

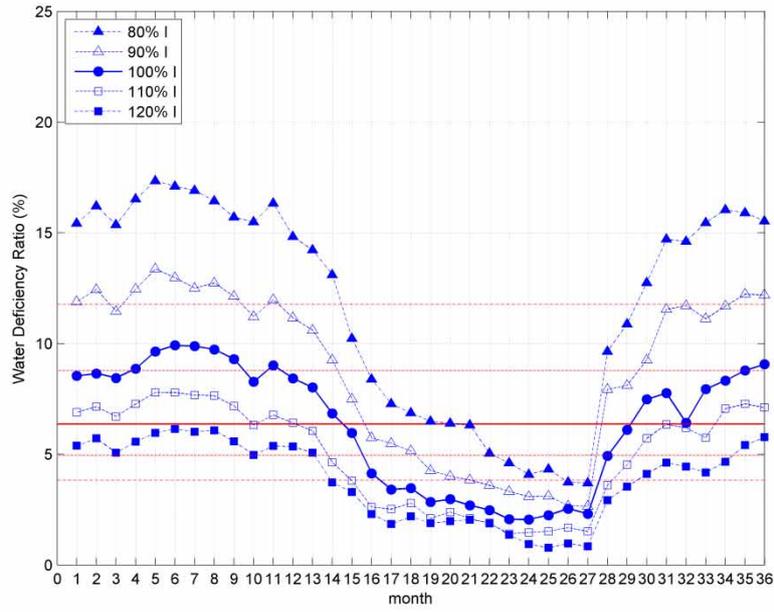


圖5-106 石門水庫 1958 年至 2014 年各旬平均缺水指標  
(石門水庫入流量改變對缺水指數之影響)

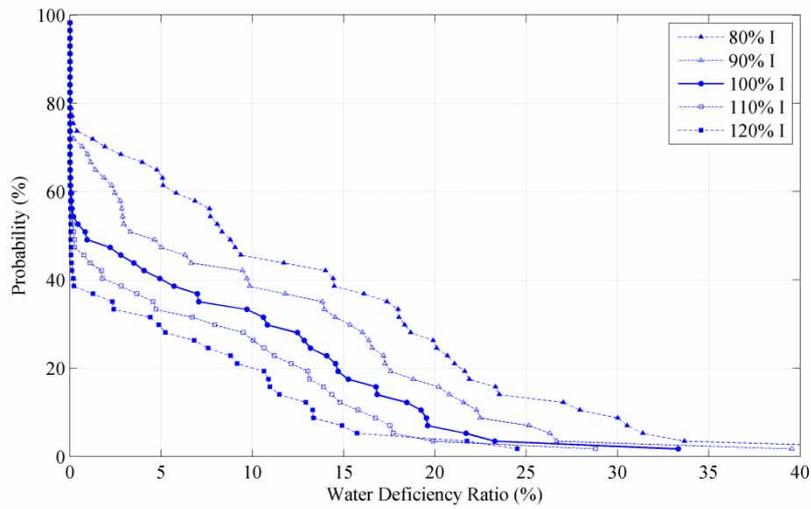


圖5-107 修正缺水指標超越機率圖  
(石門水庫入流量改變對缺水指數之影響)

以新竹地區頭前溪水源而言，本系統並無新設施之開發，以目前系統而言，主要水資源來源為油羅溪與上坪溪之入流量，而上坪溪略高於油羅溪，為探討資料品質對於供水之影響，故分別計算此兩大水源變動正負 20 % 下對於缺水指數之影響。

表 5-16 為模式對於上坪溪水源及油羅溪水源，分開及同時變動±20 % 下對於修正缺水指標及缺水率之影響。以現況供水條件 43 萬 CMD 而言，缺水風險極小，在流量增加 20 % 下對於整體系統表現些微改善，影響極小。但若以未來增供至 50 萬 CMD 之條件而言，整體缺水風險仍低，但對於增加水量之掌握，可以在規劃上有效評估降低缺水風險，以原本修正缺水指標為 0.061(缺水率 1.60 %)，如果在上坪溪入流增加 20 % 條件下，修正修正缺水指標降為 0.019(缺水率 0.91%)，而如果是油羅溪入流增加 20 % 條件下，則修正缺水指標降為 0.048(缺水率 1.31 %)，同時增加 20 % 入流量，修正缺水指標降為 0.004(缺水率 0.74 %)。整體而言上坪溪之影響大於油羅溪。

若探討水源量降低之影響，減少 20 % 水源會造成供水風險的提升，因有水庫調配，故其影響可以透過操作減少供水風險，故以現況供水 43 萬 CMD 之條件下，原先修正缺水指標低於 0.002，上坪溪 20 % 入流量，其修正缺水指標為 0.038(缺水率 0.17 %)；油羅溪減少 20 % 入流量，其修正缺水指標為 0.004(缺水率 0.23 %)；同時減少 20 % 入流量，修正缺水指標為 0.077(缺水率 1.4 %)。

若以 50 萬 CMD 的需水條件下，由於水資源系統原先已經接近缺水條件，故在相同水文條件變動下，其減少對於供水風險之影響更為明顯，原先於 0.061 之修正缺水指標，上坪溪減少 20 % 入流量，其修正缺水指標為 0.415(缺水率 1.6 %)；油羅溪減少 20 % 入流量，其修正缺水指標為 0.415(缺水率 1.6 %)；同時減少 20 % 入流量下，其修正缺水指標為 0.587(缺水率 5.7 %)。如水源量增加之影響，上坪溪之影響大於油羅溪，相較於水源增加，水源量同時降低導致缺水風險之增加。

表5-16 水文條件變動下對於缺水指數、修正缺水指數、缺水率之影響

水文條件變動	MSI		SI		缺水率 (%)	
	-20%	+20%	-20%	+20%	-20%	+20%
現況 43 萬 CMD	0.007		0.002		0.17	
上坪溪入流	0.084	0.000	0.038	0.000	0.86	0.00
油羅溪入流	0.012	0.003	0.004	0.001	0.23	0.11
上坪溪及油羅溪入流	0.146	0.000	0.077	0.000	1.40	0.00
增供至 50 萬 CMD	0.208		0.061		1.60	
上坪溪入流	0.760	0.084	0.415	0.019	4.70	0.91
油羅溪入流	0.239	0.171	0.076	0.048	1.85	1.31
上坪溪及油羅溪入流	1.063	0.065	0.587	0.004	5.74	0.74

本研究分析新竹地區之結果，頭前溪水源設施為上坪溪取用多餘之水量至寶山與寶二水庫，屬於離槽式操作，供水以川流供水優先，不足之水量才由寶山寶二水庫供給，由於非主槽取水，其取水量引水設施容量，於缺水時可透過水庫操作減緩，取水點之流量掌握仍屬最重要之因素，也因此上坪溪之流量變動顯著影響供水風險，另外上坪溪也屬於流量較大之主流，也為其需要精確掌握流量的原因之一。

以雙溪水庫而言，雙溪水庫壩址預定地位於新北市雙溪區丁子蘭溪之下游，水源開發方式採用雙溪水庫與貢寮攔河堰聯合運用。以雙溪水庫為調節供水量之中樞，優先引取河道未控制之剩餘流量，若有不足再由水庫放水支應，類似於翡翠水庫及新竹地區系統之操作方式。參考新竹地區之條件，蓄水設施之入流點掌握亦為重要因素。

綜合各項案例之探討，對於水資源開發觀測站網之位置，主要關鍵點為取水點之流量控制，包括未控制流量之取水與蓄水設施之取水或入流。蓄水設施之流量掌握因其可以於乾旱其間調配水量，故相對於未控制流量川流取水之流量對於缺水指數之影響更為重要，然對於缺水指數數值之影響，視開發項目之定位、於系統中之重要程度、現有供水狀況及風險等有所不同，無絕對之關係，應依不同系統予以分析方能確定。未來規劃上，建議可依此原則，主要著重於蓄水設施取水點之流量控制，次之為川流取水之取水控制以掌握關鍵之水文資訊。

## 第陸章 研提北區河川水資源觀測站網長期推動建議 或計畫

本計畫針對北區水資源需求、量測技術日新月異及水文資料品管不易等發展趨勢，配合「台灣水文觀測計畫（104年～109年）」以「持續水文觀測業務，厚實基礎建設根基」、「建構水文服務體系，擴展資料應用領域」及「擘畫水文科技藍圖，挹注技術創新能量為」三發展軸向。「持續水文觀測業務，厚實基礎建設根基」方面，擬就「新設水文測站、更新維護與儀器購置」等策略推動計3項措施，以維持水文觀測之基本業務，同時有效提升水文觀測效率，確實掌握水文情勢；於「建構水文服務體系，擴展資料應用領域」方面，研訂「QPESUMS與量測技術更新檢討」等策略及其下2項推動措施，以確保水文資料及量測建議之良好品質；於「擘畫水文科技藍圖，挹注技術創新能量」方面，擬訂「資料品管QA/QC機制」等策略及其下2項措施，升水文資料管理及作業品質。同時有效整合有限資源，延續並發揮長期推動計畫之功效，及強化水文資訊服務，達成水資源觀測站網長期推動的目標。

近年來經由水文觀測現代化整體計畫第一、二期及其後續水文觀測長期發展計畫（99年～103年）之實施，已逐年完成現代化水文觀測站網之建置、更新與維護工作，對於全面提升水文觀測調查技術，及建立全台重要水系流域之現代化水文站網部分，已初具成效。目前仍持續推動「台灣水文觀測計畫（104年～109年）」之精神，作為未來6年水文觀測業務發展與實施之依據。本計畫建議北區河川水資源觀測站網長期推動方向仍應滿足「台灣水文觀測計畫（104年～109年）」，使水文觀測自動化並減少人力負荷，依本計畫分析成果，提出關鍵需求，使資源運用效率最大化，以提升爭取經費之競爭力。

除了持續穩健地推動水文觀測業務工作外，建議適合本局之河川流量監測技術，以減輕人力負荷及兼顧安全，同時透過水文觀測技術及資料品管，建構更快速、優質、經濟、精緻的水文加值應用服務環境，提供本局所需之高品質水文資訊。本計畫針對北區水資源局俾利水文觀測業務及水情資訊多元應用等工作之長期性持續推動，進而供應水資源永續經營之最基礎資料，改善河川環境及強化防災減災，以滿足水資源需求，並因應未來異常氣候變遷之挑戰。

## 6.1 計畫緣起

### 一、依據

鑑於台灣地區水資源問題日趨複雜，水文觀測站網應作前瞻性之規劃與調整，除地下水觀測已另案核定辦理外，行政院爰於民國 87 年核定實施「台灣地區水文觀測現代化整體計畫」（以下簡稱現代化整體計畫），針對地面水及水文觀測站網進行改善，並分兩期辦理。第一期自民國 88 年度至 92 年度止，分 5 年完成水文網基本站調整、改善更新設備及建立資訊網等改進水資源基本資料品質工作；第二期，則自 94 年度至 98 年度止，分 5 年強化水文資訊自動化傳輸與品質管理機制，此為水文觀測現代化之肇基。

考量整體北部區域的生活機能及經濟發展，除了宜蘭地區外，北北基（台北地區、板新地區、基隆地區）、桃園地區及新竹地區已密不可分；北部區域人口趨勢部分，北部區域從民 91~101 年用水分區人口佔總人口百分比趨勢，除了宜蘭地區人口趨勢是遞減外，台北市大致持平，其他地區皆為成長趨勢，尤其以新竹地區成長趨勢最大，其次為板新地區、桃園地區及基隆地區，故從水資源觀點來看，未來北部區域水資源開發方向應朝向水資源整體之調配與管理。

北水局所轄雨量站為 16 站；微電腦綜合觀測站為 10 站、無線電遙報雨量站 10 及自記雨量站 6 站；水位站則為 5 站。由站數可瞭解各階段發展概況，第二期計畫後預計增加水位站，依據中央管河川之地面潛能水量多寡增設，可有效因應氣候變遷所引致愈趨頻繁及水資源不足之業務需求。在傳輸技術發展上，於水文觀測現代化第一期建立市話傳輸 PSTN 通訊，到第二期採用 GSM 行動電話傳輸功能，目前水文觀測長期發展計畫已全面提升至 GPRS 通訊網路及多工多埠系統，可大幅降低通訊費用，有效提升即時傳輸封包資料數量，進而加快資料／訊之傳輸速度、資料量與穩定度，將水文資料由「點」連結成「線」之網絡形式，以掌握區域即時水情並滿足防災預警需求，因應未來異常氣候變遷與水資源開發之挑戰。

## 二、未來環境預測

行政院於審議「板新地區供水改善計畫」二期工程函示「為確保台灣北部地區用水無虞，在北部地區除宜蘭縣外，北起基隆、台北市，南至新竹，應重新檢討淡水河流域內所有水資源開發計畫，研提完整區域水資源供需基本計畫，作為北部地區有關水資源個案與關聯計畫之上位指導計畫」，俾為分年推動區域內水資源規劃、工程實施暨有關經營管理計畫等之參據。現階段政府之水資源計畫整體架構層次，區分為『政策綱領』，次為『區域性經理基本計畫』，再次為『個案計畫』等3層次，其中『區域性經理基本計畫』參酌水資源政策綱領之願景與主張，視各區域水源供需情勢、待解決問題，檢討並彙整關聯事項，研擬相關方案及個案工作計畫，再彙整為全國性之『臺灣地區水資源經理基本計畫』，作分年推動之水資源規劃及關聯計畫實施之參據。

北部區域近年來面臨主要問題，可歸納為用水效率、彈性調度管理、多元水源開發、設施永續、用水環境及水利產業等問題，因此除持續改善用水環境，並依序辦理提昇用水效率、加強標的間用水及供水分區間用水之彈性調度管理，因應氣候變遷及水源不足之缺口採多元化開發新水源供應，加強水源設施永續經營管理等為本區域水資源經理策略

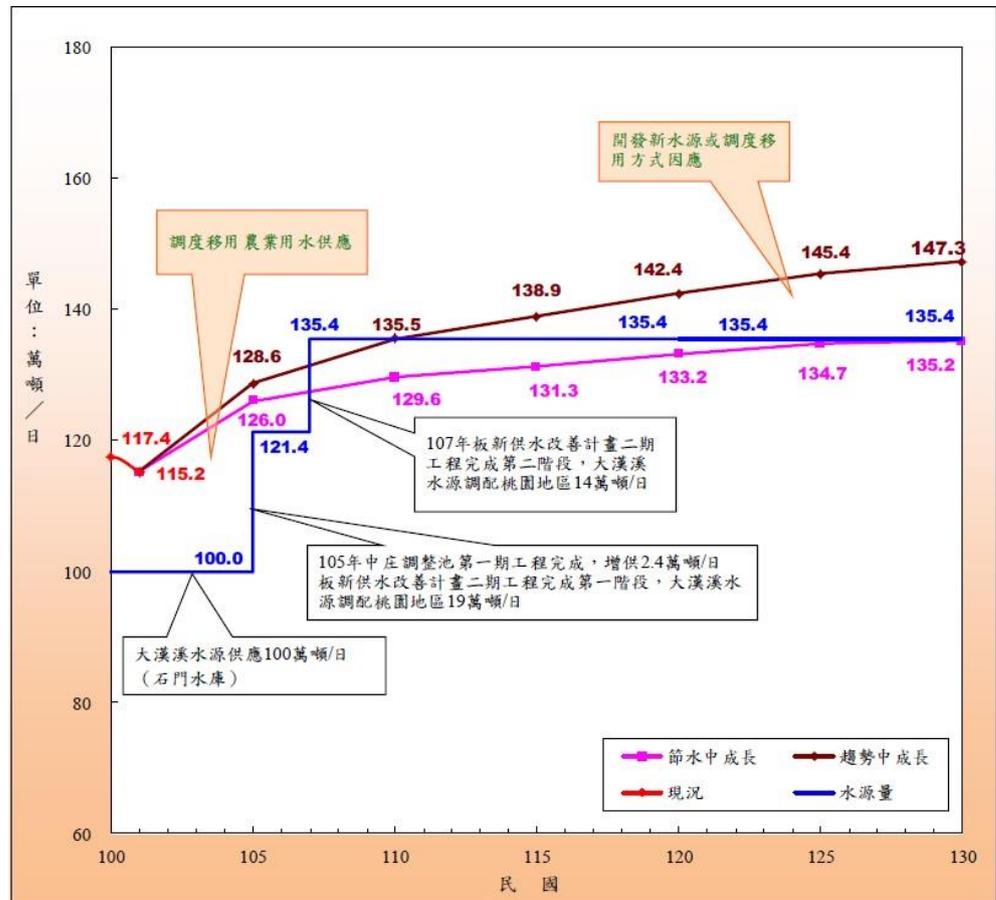
## 三、問題評析

現代化整體計畫及前期計畫之實施，藉由全台自動化站網密度與即時傳輸能力之提升，已初步掌握區域即時水情並滿足防災預警需求。惟未來因氣候變遷所引致之水文環境變化，其時、空間分布上都將愈趨複雜且不確定性增加，因此在規劃水文發展藍圖之際，本計畫依據未來環境預測及前期計畫執行檢討等之評析結果，進一步歸納出水文發展長期所面臨之問題，以為後續策略分析及工作項目規劃依據，茲將各面向之重點課題分述如下：

### (一)北區水資源量需求增加

如圖 6-1 所示，桃園地區於民國 130 年水源量為每日 135.4 萬立方公尺，需求大於供給，本地區農業用水量經由水庫供仍居水庫用水近半數，用水量可觀，因此缺水時農業用水之移用，已成目前缺水因應之必要措施。目前本局之水文觀測站皆設在石門水庫內，測站數量並未有太大之變動，然而逐漸受重視之蘊含水

資源量，可得知各北區河川之蘊含水量多寡，透過 SOBEK 模式選定控制點，選定河流交匯處來架設水文觀測站，做為可開發水資源量的依據。



資料來源：103 年水規所北部區域整體水資源經理策略檢討

圖6-1 桃園地區公共給水系統水源供應分析圖

### (二)量測技術日益增進

因應氣候變遷之影響，對於未來水文環境可能產生之時空間變化，更需有全面性之監測技術。而偏遠山區及重點河川地區之水文觀測空間解析度不足，結合 QPESUMS 資料導入並增設雨量站改善以往無法發揮整體站網應有之功能，加上國內普遍缺乏大型實驗室或試驗基地，對於水文模式發展所需之環境因子監測、水文觀測技術改善與輔助工具、設備之長期研發試驗等工作仍有檢討之空間。

### (三)水文資料不確定性

因應水文分析對於網格式資訊的迫切需求，水文及地文資料的供應必須從「點」逐漸擴展到「面」，又目前雨量、水位等資料均已提升至每 10 分鐘供應之能

力，在觀測尺度改變致使時空間資料量大幅增加之同時，其盤點及處理方式上應予以重新檢視。而各管理單位的觀測目的及方法不同，對於資料品質的要求不一，因此 QA/QC 機制尚待整合及建立。

## 6.2 計畫目標

### 一、目標說明

基於長期推動方向延續性，同時有效整合有限資源，延續並發揮長期計畫之功效，北區河川水資源觀測站網長期推動計畫可訂定三大目標：

1. 持續水文觀測業務，厚實基礎建設根基：  
新設水文測站、更新維護與儀器購置
2. 建構水文服務體系，擴展資料應用領域：  
資料品管 QA/QC 機制
3. 擘畫水文科技藍圖，挹注技術創新能量：  
QPESUMS 資料導入與量測技術更新改善

### 二、達成目標之限制

#### (一) 觀測人力與經費方面

長期發展計畫之推動，現代化站網需持續做好應有之維護、品管、儀器檢校等長期健全之觀測制度，否則未來亦無法持續提供國家建設所需之長期水文資料及加值分析結果，過去之投資亦付諸流水，誠屬可惜。再者，於過去整體計畫之執行過程中，經費部分亦為關鍵性之問題，即計畫實際之執行經費始終未達到原提報經費之一半。為避免水文觀測業務面臨式微及不受重視之狀況發生，未來能否寬列本計畫經費，持續挹注穩定且長期之水文觀測經費，並善用有限之人力，結合民間能量及資源，改善水文從業人員之專業技職培訓環境，將為影響本計畫目標達成之重要關鍵因素之一。

#### (二) 設施選址方面

有關水文觀測站網架設位置，原則需考量現有站網密度及河段堪選，如河段直、水不能深及流速不能太大等因子，由於河川水文站站址之地理條件將直接影響流量、水位量測之難易，亦影響施測結果之精度，故站址之選擇必須依流域觀測網、河相穩定條件、區位環境

配合條件等三項檢討原則進行現地評選，還可能涉及土地取得、租賃或用地變更等情事，相關移撥、爭恐難以避免，協調溝通時間無法掌控，可能影響相關建置工作及進度。

### (三) 本土技術深耕方面

面對台灣特殊之地形及天候條件，僅靠國外進口之昂貴先進觀測儀器，實無法克服惡劣之現場環境與施測限制，加上國內市場對於產業發展之吸引力不足，長期以來並未針對我國遭遇之特殊狀況集中研發能量與資源，深入探究及改善量測方法，致使許多觀測上之瓶頸仍待突破。此外，在氣候變遷及都市化之雙重效應下，台灣對於水患治理之觀念正逐漸轉變，因此水利設施之設計標準與方法應予重新檢視、調整，而所需之本土設計技術與區域公式、參數等亦應配合進行一致性、系統性之建立，以因應未來突發之異常水文事件。

## 6.3 執行策略及方法

### 一、主要工作項目

本計畫政策目標欲達成，依續三大分析歸類為三大問題及因應方法如表 6-1，並依續做詳細說明：

表6-1三大問題及因應方法

問題	方法
北區水資源量需求增加 (北部區域整體水資源經理策略 檢討,民國 103 年,水規所)	新設水文測站、更新維護與儀器購置
量測技術日益增進	QPESUMS 資料導入與量測技術更新 改善
水文資料不確定性	資料品管 QA/QC 建立

### (一)新設水文測站、更新維護與儀器購置

#### 1.新設水文測站

基於第三章潛能分析的區域選定結果，依照北區河川 SOBEC 控制點，可作為架設流量水文站之依據。(如表 6-2、圖 6-2)，秀姑巒溪、立霧溪的蘊含水量高達 419~663 百萬立方公尺，除了南澳溪(82 百萬立方公尺)與中港溪(86 百萬立方公尺)外，其他河川蘊含

水量都有 100 百萬立方公尺以上，各區皆有豐富的水資源。另外就各集水區開發需要估算該集水區水量的關鍵點，可自模式需求得到，結合以上關鍵點，與選定區位也有直接關係，如三峽河之湊合橋，乃是以大豹溪及五寮溪共同匯入三峽河，年蘊含水量為 104 百萬立方公尺，流量充沛，且距離上游三峽抽水站不遠，如果在抽水站上游設置攔河堰，將可取得更多的水資源。打鐵坑溪水質好、無明顯濁度，年蘊含水量為 3.31 百萬立方公尺，第一鐵橋下游還有親水公園供民眾休憩，水資源量可供利用；除了關鍵區域的控制點以外，目前建議北區河川的控制點如五峰大橋、關西、家源橋、馬鞍溪橋及崙天大橋增設水文站，其他北區河川已有充足水文站，故不建議增設。

除此之外水資源量也得考慮水質與取水難易度的問題，如同立霧溪較為難以取水，南崁溪流經都市工業區水質不好，雙溪距離太遠導致運水成本太高、秀姑巒溪與花蓮溪因地區濁度較高等等，都做為架設水文站的評估考量。

表6-2北區河川潛能水量

分區	流域	測站	(年)蘊含水量
蘭陽區	蘭陽溪	家源橋	195
	南澳溪	山腳	82
	和平溪	和平北溪	306
	雙溪	雙溪(2)	257
花蓮區	立霧溪	綠水	419
	秀姑巒溪	卓清合流	663
	花蓮溪	馬鞍溪	200
桃竹區	南崁溪	南崁溪橋	140
	鳳山溪	新埔(2)	110
	頭前溪	內灣	116
	中港溪	南庄(2)	86
淡水河區 單位：百萬立方公尺	三峽河	三峽(2)	104
	打鐵坑溪	X	3.31
	淡水河	X	X
	基隆河	五堵	11



圖6-2 北區河川控制點觀測建議

水位流量站設置之勘查地區選取原則需考量現有站網密度及河段堪選，如河段直、水不能深及流速不能太大等因子，其考慮測站作為：(1)上游邊界水位、流量之掌握：以掌握上游入流狀況，並作為預報模式之上游邊界條件、(2)主要支流流域之流量掌握、(3)下游邊界水位站、(4)水資源量：作為預報模式之下游邊界條件，再配合最佳化模式之結果，藉由圖資分析各河段可及性，推定潛勢可設站之位置做為現地勘查之目標。

由於河川水文站站址之地理條件將直接影響流量、水位量測之難易，亦影響施測結果之精度，故站址之選擇必須依流域觀測網、河相穩定條件、區位環境配合條件等三項檢討原則進行現地評選，其細部條件如

下所述：

- (1)河床穩定，沖刷變化少之河段
- (2)設站之河段須為直線，直線長度為河寬3倍以上
- (3)設站河段內需無建築物及寬窄不均勻處
- (4)設站之河段下游一公里內無支流匯入，河段內亦同
- (5)設站之河段內，不受迴水影響
- (6)避免設置於可能產生滑坡等不良地質環境之區域
- (7)設置河段上需設有跨河結構物，以配合流量量測之作業
- (8)交通便利，觀測容易

## 2.測站維護作業

完成水文測站(雨量站16站)之水環境維護及儀器設備保養，每站每年至少12次，並達成即時觀測成功率90%以上。目前既有雨量站為十一份、石門、霞雲、復興、長興、高義、巴陵、三光、鞍部、玉峰、秀巒、鎮西堡、池端、嘎拉賀、白石、西丘斯山(如圖6-2)等，持續辦理現有及新增測站之觀測業務及維護管理，維持地面雨量站網之正常運作外。

經費運用從104年度至109年，每年實施經費約100萬元。水文觀測站維護保養現場作業流程如圖6-4。目前儀器維護主要係觀測人員辦理，除觀測人員定期之維護外，北水局若能進行基本維護工作，亦能更加確保測站穩定運作，並爭取時效，減少闕漏資料。

進行水文觀測站維護保養必備的工具包含：三用電表、驗電棒(筆)、一字與十字起子大小各一組、布尺+重鎚、布、刷子、備用電池與維護紀錄表(如圖6-4、表6-4)等。



圖6-3 北水局現有雨量站

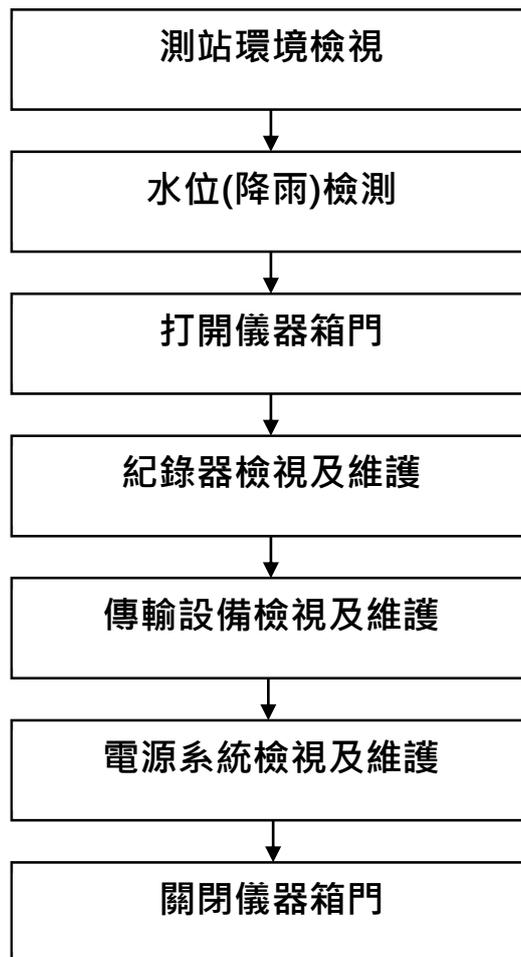


圖6-4 現場維護保養作業基本流程

表6-3 定期維護表(雨量站)

轄管北水局：

維護日期：

測 站 名 稱		備註事項 (異常處理情形) (其他註記事項)
檢 測 日 期		
檢 測 項 目	1.儀器箱	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 遭破壞 <input type="checkbox"/> 漏水 <input type="checkbox"/> 生鏽 <input type="checkbox"/> 蟲蟻入侵 <input type="checkbox"/> 其他：
	2.水準氣泡置中	<input type="checkbox"/> 置中 <input type="checkbox"/> 無置中
	3.人工傾斗測試是否與計數器吻合	<input type="checkbox"/> 吻合 <input type="checkbox"/> 不吻合
	4.資料記錄器	<input type="checkbox"/> 與人工傾斗測試吻合 <input type="checkbox"/> 與人工傾斗測試不吻合
	5.傳訊裝置	<input type="checkbox"/> 燈號正常 <input type="checkbox"/> 燈號不正常
	6.太陽能板	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 破損 <input type="checkbox"/> 遺失 <input type="checkbox"/> 被遮蔽 <input type="checkbox"/> 其他：
	7.充電控制系統	<input type="checkbox"/> 燈號正常 <input type="checkbox"/> 燈號不正常
	8.電瓶電壓	<input type="checkbox"/> 電壓達 12V <input type="checkbox"/> 電壓過低
	9.其他(地形、地物、植生與交通等影響觀測項目)	<input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 地形地貌改變 <input type="checkbox"/> 交通中斷 <input type="checkbox"/> 雨量站被遮蔽 <input type="checkbox"/> 植生過於茂密 <input type="checkbox"/> 其他：
檢測總結 (是否換修)		<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 處理及建議總結

表6-4定期維護表(水位站)

轄管北水局：

維護日期：

測 站 名 稱		備註事項 (異常處理情形) (其他註記事項)
檢 測 日 期		
檢 測 項 目	1.儀器箱	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 遭破壞 <input type="checkbox"/> 漏水 <input type="checkbox"/> 生鏽 <input type="checkbox"/> 蟲蟻入侵 <input type="checkbox"/> 其他：
	2.水位計感應器	<input type="checkbox"/> 與人工量測吻合 <input type="checkbox"/> 與人工量測誤差超過 0.25% <input type="checkbox"/> 無顯示數據
	3.資料記錄器	<input type="checkbox"/> 與人工量測及主機數據吻合 <input type="checkbox"/> 與人工量測及主機數據不吻合
	4.傳訊裝置 (包含 GPRS 設備)	<input type="checkbox"/> 燈號正常 <input type="checkbox"/> 燈號不正常
	5.太陽能板	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 破損 <input type="checkbox"/> 遺失 <input type="checkbox"/> 被遮蔽 <input type="checkbox"/> 其他：
	6.充電控制系統	<input type="checkbox"/> 燈號正常 <input type="checkbox"/> 燈號不正常
	7.電瓶電壓	<input type="checkbox"/> 電壓達 12V <input type="checkbox"/> 電壓過低
	8.交流電源	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 故障 <input type="checkbox"/> 無此裝置
	9.其他(河道、河川變化、交通等影響觀測項目)	<input type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> 流路改變 <input type="checkbox"/> 感應器高程改變 <input type="checkbox"/> 河道沖淤變化大 <input type="checkbox"/> 交通中斷 <input type="checkbox"/> 其他：
檢測總結 (是否換修)		<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 處理及建議總結

雨量站維護及管理作業程序及維護保養步驟如下說明(圖 6-5 至圖 6-9)：

1. 雨量站維護保養作業程序

- (1) 維護人員至雨量觀測站時，應對雨量觀測站址與觀測儀器設備逐項檢查保養，並檢視站址環境變化，以維持良好觀測儀器與穩定測站環境。
- (2) 雨量站維護順序為測站環境檢視，雨量計傾斗測試，紀錄器檢測，通訊系統與電力系統檢測等。
- (3) 雨量觀測站址之環境改變，包括地形地物屏障與抵達站址交通路程等變化，應做成紀錄。測站站址若有雜草等植生生長，應視情況至少每 3 個月清理一次。
- (4) 雨量計傾斗杯之維護保養應先清除承雨器與傾斗杯中的異物，後驗證量測值正確性，可直接扳動傾斗杯或以水直接倒入雨量筒，檢核比對總計數器增加的數值是否正確。
- (5) 雨量計磁簧管破裂或接觸不良都會造成計測數值不正確，以三用電表去量測磁簧開關的接點，每扳動一傾斗杯，就會聽到一聲響，如此就可以確定磁簧管是否可繼續使用。
- (6) 檢視雨量計水準汽泡儀是否置中，進行方式為拿開口扳手調整雨量筒底部的水平螺絲，直到汽泡居中為止。
- (7) 開啟雨量站儀器箱門前，須以驗電棒(筆)確認箱體無漏電始可開啟箱門。打開儀器箱門後亦須以驗電棒(筆)逐一確認各儀器單元無漏電時，始可進行儀器操作與維護保養。
- (8) 電力系統需以三用電錶進行檢測，並以布擦拭太陽能板，同時視需要更換蓄電池與內部電池。
- (9) 檢視市內電話線路是否正常，進行方式以三用電表 DC 檔位量測保安器上之電壓，話機掛上時應有  $\pm 48V$  的電壓，話機拿起時應有  $\pm 6V$  的電壓，若無任何電壓表示此電話線路有問題，應向電信業者申報故障查修。

**步驟 1.** 檢視測站環境雜草是否過長，圍籬是否完整，週遭地形地物改變情形，足以影響降雨觀測時，需進行除草與圍籬維護。



植生過長，需進行修剪

(1)雨量站環境檢視

**注意**

週遭地形地物改變足以影響降雨觀測時，須評估進行遷站。

**圖6-5 雨量站維護保養步驟 1：觀測站環境檢視與維護**

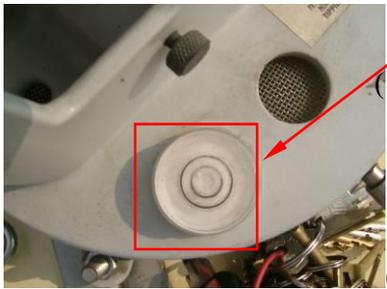
**步驟 2-1.** 檢視雨量筒外觀是否變形；將雨量筒外筒打開，檢視水準氣泡是否置中。



水平氣泡置中(竹田雨量筒)

**注意**

不同廠牌形式雨量筒之水平氣泡位置不同。



水平氣泡置中  
(澳洲水文雨量筒)

(TB3)



(TB4)

**注意**

水準氣泡若未置中，則需調整雨量筒下方之螺帽。

調整螺帽使水平氣泡置中



(TK2)



(TB3)



(TB4)

(2)雨量計水平調整

**圖6-6 雨量站維護保養步驟 2：雨量筒檢視與維護(1/2)**

**步驟 2-2.** 以約每間隔 2 至 3 秒轉動傾斗杯 10 次，完成後檢視計數器是否增加 10 次。或以普通雨量計內之量筒裝水倒入雨量計核對傾斗次數以檢視傾斗與計數器是否正常。



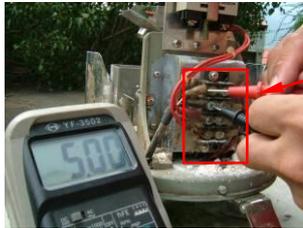
以手輕轉  
傾斗杯



檢視計數器  
總數是否增加  
10。

**注意**

正常情況下，雨量筒接線端子於傾斗杯倒向一方時會有 5 伏特電壓，傾斗杯水平時，呈現無電壓狀態。



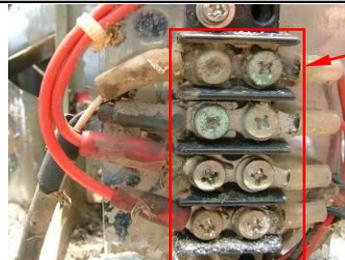
總計數器無增加次數時，可用三用  
電錶量測電壓值

**(3)核對雨量筒傾斗次數及電壓檢視**

**步驟 2-3.** 清理雨量筒濾網、濾杯、傾斗杯與接線端。



清理濾  
杯與傾  
斗杯



清理接線端子



清理上  
層濾網  
上異物



清理下層濾網  
上異物

**注意**

不同廠牌形式雨量筒之濾水裝置略有不同。



澳洲水文公司之雨量筒需清理之濾水裝置

**(4)雨量筒內部清理**

**圖 6-7 雨量站維護保養步驟 2：雨量筒檢視與維護(2/2)**

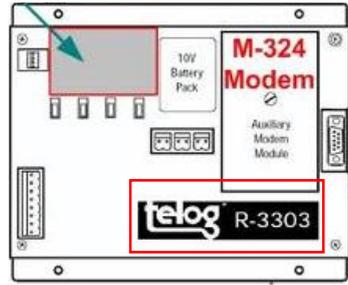
步驟 3. 連上 PDA 以檢視記錄器日期與時間是否正確，以及是否有先前測試之 10 筆記錄資料。



接上 PDA 進行記錄器測試

**注意**

不同廠牌形式記錄器檢測方式略有不同。



此款記錄器需請辦公室同事進行遠端連線測試，請參考步驟 4-1

(5)雨量站記錄器檢視維護

圖6-8 雨量站維護保養步驟 3：記錄器檢視與維護

步驟 4-1. 以儀器箱內電話撥回辦公室請同事連線現場測站檢視資料傳輸是否正常。



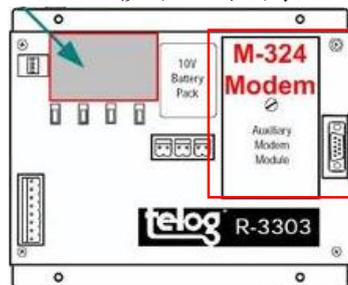
以電話撥回辦公室可測試有線電話線路是否正常，同時與辦公室同仁進行傳輸測試

**注意**

以三用電表 DC 檔位量測保安器上之電壓，話機掛上時應有±48V 的電壓，話機拿起時應有±6V 的電壓，若無任何電壓表示此電話線路有問題，請向電信業者申報故障查修。

**注意**

Telog3303 市話數據機無法傳輸資料時，可將透明外盒打開，將 M324 Modem 移除，再安裝回去。



市話無法傳輸時可嘗試重置 M-324 數據機

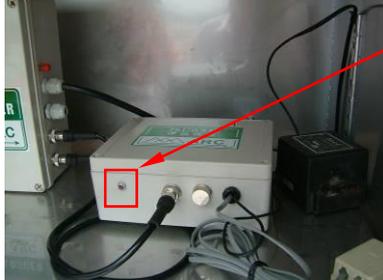
(6)雨量站數據機運作測試

圖6-9 雨量站維護保養步驟 4：傳輸設備檢視與維護(1/2)

**步驟 4-2.** 檢查所有通訊設備，包括市話、GSM 及天線等設備是否能正常傳送資料。



平常時紅色燈號應為閃爍，  
連線通訊時則為恆亮  
(Telog3303 型式)



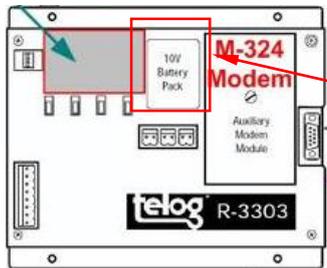
平常時無燈號，連線通訊時  
則為紅燈恆亮(ARC 型式)

**注意**

GSM 模組當機後，紅色燈號會一直亮著，表示 Gsm Modem 無法傳輸資料，可將電源線移除，再安裝回去，燈號恢復閃爍後才可繼續連線。

**注意**

Telog 3303 的紅燈一直亮著(在非連線的狀態下)，請將 M324 Modem 及 Gsm Modem 拆下，若還是一直亮著(正常為閃爍狀態)，請移去內建鋰電池，移去主電源後，依順序接回後，重新啟動記錄器。



重置內部電池，可重設紀錄器

(7)雨量站傳送資料測試及障礙排除

**圖6-10 雨量站維護保養步驟 4：傳輸設備檢視與維護(2/2)**

### 3.儀器購置

考量成本本團隊將建置測站的成本分為固定成本以及變動成本。固定成本不隨測站設置的位置而改變，包含使用的設備儀器、操作軟硬體等，使用的設備儀器成本評估參考相關標準並諮詢廠商及相關專業技術人員，以列出固定成本之估價單。目前使用之水位計分別為自記型壓力式水位計及傳輸型壓力式水位計，主要設備及單價列如表 6-5、表 6-7；壓力式水位計 GW200 之介紹詳細規格說明如表 6-6。

表6-5自記型壓力式水位計價目表

	項目	單位	單價(元)
1	壓力式水位計	台	23,800
2	水位計專用讀取線	條	3,500
	合計		27,300

表6-6壓力式水位計規格介紹

GW200	
量測範圍	1、5、10、20、50、100、200mH <sub>2</sub> O
精度	±0.1%FS
長期穩定度	±0.25%FS/年
過負載	可達觀測最大壓力之 2 倍
電源	3.6V 鋰電池
電池壽命	最長可達 3 年
記錄間距	1 秒~24 時設定
資料接收	可由筆電或平板電腦儲存
特點	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 投入式安裝</li> <li>➢ 獨立電池(可達3年壽命)</li> <li>➢ 高精度、高解析度</li> <li>➢ 感應器直徑：25mm</li> <li>➢ 電纜具排氣導線，可自動補償大氣壓力之變化。</li> <li>➢ 內建防水透氣呼吸器</li> <li>➢ 工作環境：-10度~65度</li> </ul>

表6-7傳輸型壓力式水位計價目表

	項目	單位	單價(元)
1	壓力式水位計	台	23,800
2	水位計專用讀取線	條	3,500
3	資料顯示紀錄器	台	31,558
4	衛星傳輸模組	組	19,664
5	防潮盒	只	2,630
6	SIM 卡代辦申請	式	39,448
7	微電腦 AC 充電器	台	2,630
8	充電電池-100AH	顆	5,260

9	電源保護電路	組	1,315
10	電源突波吸收避雷器	只	2,367
11	市電申請費	式	26,298
12	漏電斷路器	只	657
13	無熔絲斷路器 NFB 2P30A 5KA	只	329
14	無熔絲斷路器 NFB 2P15A 5KA	只	329
15	16 平方 PVC 電線	M	860
16	3C/3.5 平方 PVC 電線	M	390
17	φ1”PVC 導電線管	M	830
18	配管配線工資	式	3,940
13	不鏽鋼電錶開關箱	只	7,890
20	太陽能板(含固定架)	片	29,586
21	太陽能充電器	只	3,945
22	不鏽鋼儀器箱	座	39,448
23	屋外型儀器箱固定架及基礎座	組	7,890
24	運搬、施工、安裝及調整測試費	式	19,724
	合計		274,288

## (二) QPESUMS 資料導入與量測技術檢討分析

### 1. QPESUMS 資料導入

一般雷達降雨值修正數據僅使用於氣象局測站，氣象局測站多半架設於平地，水利署測站則多數架於山區，而本局的雨量站雖有納入中央氣象局的 QPESUMS 系統裡，惟台灣山區地勢起伏較大、雨量分布不均，降雨情況特別不易掌握，山區雨量資料空間解析度不足，資料可信度較低。

水利署位於山區已有不少氣象測站，但由於量測誤差與資料回傳品質等問題，雖各所轄測站資料也以收錄至 FEWS\_TAIWAN 平台當中，QPESUMS 修正仍以氣象局測站為主。但若將水利署既有測站配合檢校過之雨量計資料納入考慮，再經檢校後地面雨量站觀測資料與傳輸功能改善，可使雷達降雨資料修正為更符合現地量值，未來可以供既有測站或未有氣象測站之地區所需之雨量資訊參考，同時也可以使 QPESUMS 資料更符合山區實際情況，則可提升山區降雨量測準確度。

水利署先前也已協調氣象局增設雨量站及改善 QPESUMS 功能，彌補雨量空間解析度不足之問題，因山區測站維護不易，站網密度難以提升，所以建議本局為因應水利規劃雨量資訊需求，架設臨時水位站比對 QPESUMS 上的資料進行驗證差異，以調整雨量

觀測盲區之站網分布，同時配合雨量雷達校驗需求，進行現有偏遠山區雨量站傳輸設備之改善。

## 2. 量測技術更新改善

基於第 4 章結果，目前現有河川流量觀測誤差主要來自速度項(公式係數或參數)及通水斷面積項(河床沖刷或淤積變動)之量測與計算，兩者皆有可能發生量測設備誤差與計算方法誤差。為了降低速度項及通水斷面積項之量測與計算誤差，提升流量推計準確度之理念，其適合量測方法主要分為兩種：

### (1) ADCP 量測：

一般國外多以側掃式聲波都普勒流速儀(ADCP 或 H-ADCP)或微波雷達波流量儀等方法進行自動化水位流量觀測工作，ADCP 主要的優點為節省時間量測及兼顧安全性、短時間取得河段斷面與流速分布、巡測完同時取得斷面形狀及即時測得流量並回傳防災中心等。如人員現場操作致施行不易，需兼顧操作人員安全性，以及克服洪水期間無法觀測之問題，達到「單人即可完成河川水文量測」之理想。

目前本局水文站大部份問題為資料收集系統老舊、壓力式水位計易淤、資料轉檔不易等問題，如符合當地條件或有適合巡測點位，則以 ADCP 進行最佳。惟署內辦理相關工作之單位與能量並不充足，故現階段維持以短期或長期雇工支援水文觀測工作。

### (2) 自記量測

本局既有水位站的問題多半為站的位置與硬體設施問題，可以參考非接觸式流量儀取代舊有水位塔及水位量測，透過內建模組直接得到合理之流量並匯回其資料。由於是以雷達波非接觸式測量，系統不會到水中泥沙、漂浮垃圾等影響。這就保證非常低的日常維護，同時增加了系統的可靠性。尤其在發生洪水的時候利用雷達測流技術進行流量測量為可靠、安全的測流手段。

在一些特殊的野外環境或惡劣環境下流速測量，傳統方法不易進行流量測量。而通過雷達波流量量測系統，即便是當河流發生洪水的時候，仍然能夠提供連續的流量資料，同時不存在任何人員，設備的安全風險。

### (三) 自動化資料品管機制導入

目前水文現代化站網雖已可提供完整及連續之水文觀測記錄資料，惟水文觀測業務機關與基層單位在面對數量突然湧現遽增之各時距資料時，如何維持資料之品質及管理，則成為相當繁重且重要之經常性工作。同樣囿於水文觀測基層單位在管理上之人才與人力嚴重不足，如何強化人才培育及開發自動化資訊品管系統，以減輕品管負荷及做好資料品質把關，實為重要課題。

同時，為提升整體資料管理及作業品質，並提供資料使用者更完善之服務，未來亦將推動資料生產履歷制度，將資料生產過程中自觀測作業、設備及環境維護概況乃至於資料品管及處理程序，各環節中影響資料品質之過程予以詳實記錄，以滿足觀測成果核對、資料狀態追溯及使用者資料品質保證等需求。

詳細推動項目如下：

1. 持續進行水文資料之人工品管及審核作業。
2. 持續進行自動化檢核項目與基準之研究及驗證。
3. 完成自動化檢核研究項目應用，建立水文資料作業化品管系統。
4. 水文資料 QA/QC 相關功能擴充

#### (四)預期績效指標及評估基準

本計畫訂定關鍵績效指標與衡量標準作為客觀判斷，分析關鍵策略目標達成情形，以回饋於後續施政規劃、執行措施調整及預算分配，藉由滾動精進施政作為，提升方案整體品質、可信度及效度，並在有限資源、時間下，提升施政效率，以達到實踐課責之目標。

依據「台灣水文觀測計畫(104年~109年)」，目標計劃完成水文資料庫及相關資訊系統之功能擴充、改善及維護，其資訊系統穩定度應達97%以上，除此之外，基於第肆章觀測技術改善，訂定觀測資料誤差約為10%，其資料品管通過率目標值大於90%，其他指標績效評估標準如表6-7。有鑑於長期發展計畫中有關進階檢核之研究項目，如水位—流量關係之合理性檢驗，其後續自動化所需之模式仍待確立，因此應持續辦理相關研發工作；此外，依據前期計畫已完成之自動化檢核項目研究成果，逐年將其導入資料處理過程中，以建立完整之水文資料庫作業化品管系統。

同時，為提升整體資料管理及作業品質，並提供資料使用者更完善之服務，未來可推動資料生產履歷制度，將資料生產過程中自觀測作業、設備及環境維護概況乃至於資料品管及處理程序，各環節中影響資料品質之過程予以詳實記錄，以滿足觀測成果核對、資料狀態追溯及使用者資料品質保證等需求。

表6-8 績效評估基準

指標	目標值 (%)	計算公式	說明
資料品管通過率	>90	資料品管通過率 = $\frac{\text{通過品管資料筆數}}{\text{實際觀測資料筆數}} \times 100\%$	說明資料品質改善狀況，確保水文資料之正確性
資訊系統穩定度	>97	資料系統穩定 = $\frac{\text{總服務時間} - \text{計畫性時間} - \text{服務中斷時間}}{\text{總服務時間} - \text{計畫性維護時間}}$	說明資訊服務平台之服務可用性
即時觀測成功率	>90	即時觀測成功率 = $\frac{\text{實際回傳資料筆數}}{\text{應觀測資料筆數}} \times 100\%$	說明傳輸設備改善狀況，確保防災所需資料即時性
觀測設備妥善率	>90	觀測設備妥善率 = $\frac{\text{設備辦機總工時} - \text{停機總工時}}{\text{設備開機總工時}}$	說明觀測設備改善狀況，確保測站及站網正常運作

## 二、分期(年)執行策略

本計畫自民國 104 年度至 109 年度止，預計分 6 年完成新設水文測站、測站維護改善及 TAF 認證等工作。依據前述發展主軸及其下之策略、推動措施，逐年依序辦理相關工作俾收成效，其分年實施進度如表 6-9 所示。惟計畫實施執行後，部分工作恐因實際狀況之需求及或現實環境之限制而必須提前或延後，甚至無法完全據以推動者，將逐年依工作成果、效益以及改善措施等，修正後續工作內容或實施期程。

表6-9 各項策略與推動措施之分年實施進度表

策略	推動措施	順序	年度						備註
			104	105	106	107	108	109	
新設水文測站、更新維護與儀器購置	三峽河水文站設置	(次優先)	●	●					30 萬/年
	頭前溪水文站設置	(次優先)			●	●			30 萬/年
	儀器購置計畫	(最優先)	●	●	●	●			200 萬/年
	測站更新維護管理	(最優先)			●	●			200 萬/年
QPESUMS 與量測技術更新改善	TAF認證	(最優先)	●	●	●	●	●	●	200 萬/年
	人員訓練	(最優先)	●	●	●	●	●	●	100 萬/年
	QPESUMS資料導入與臨時雨量站設置驗證	(最優先)	●	●					250 萬/年
自動化資料品管機制導入	資料生產履歷制度推動	(一般)	●	●	●	●	●	●	100 萬/年
	自動化資料品管機制導入	(一般)	●	●	●	●	●	●	100 萬/年
	預期績效指標及評估基準	(一般)	●					●	100 萬/年

## 6.4 期程與經費需求

### 一、計畫期程

本計畫執行期程自民國 104 年度至 109 年度止，為期 6 年。

### 二、經費資源與需求

#### (一)經費資源

水文觀測為一持續性工作，故由前期計畫所建置完成之水文站網，其管理維護仍需繼續執行，復加上輔助研究及應用發展亦需長期推動，以達永續經營之目的，所需經費將循預算程序編列年度預算辦理。

#### (二)經費需求

本計畫執行以中央管河川流域為主要範圍，辦理水文觀測、分析及研究等相關工作，故所需經費建請由中央政府公務預算中全額籌應。

各年度經費編列如表 6-10，合計新台幣 5 千 6 百 20 萬元。

表6-10 台灣水文觀測計畫(104年~109年)各年度經費編列

項目	年度	經費	項目	年度	經費
1	104	1180 萬元	4	107	1030 萬元
2	105	1080 萬元	5	108	600 萬元
3	106	1030 萬元	6	109	700 萬元

## 第柒章 技術轉移及教育訓練

本計畫將就執行成果，辦理教育訓練乙場，期望與會人員能熟悉北區河川水文觀測站網檢討及規劃成果，以及使用SI缺水指數、SOBEK模擬之操作與介紹，並且獲取同仁在資料面、功能面及管理實務應用上寶貴的建議，以作為後續發展之參考。辦理時間為民國 103 年 11 月 28 日(星期五)9:00~17:30，辦理地點為經濟部水利署北區水資源局第二會議室。邀請對象為本局同仁及相關執行單位同仁均可免費參加。研習課程如表 7-1，共計三堂課 6 小時。教育訓練當日實際參與之人員約 18 人(成果研習會簽到單如附錄八)，在長官致詞之後接著是基本理論、本計畫實際成果說明與實際操作(課程講義如附錄六)，課程說明如下：

1. 基本水資源系統分析概念，不同缺水指數意義，及圖形化介面WEAP: Water Evaluation And Planning System之介紹。
2. Sobek理論介紹與操作，超滲降雨量計算，及超滲降雨量與河川逕流量的轉換
3. 打鐵坑溪現場量測，ADCP操作與表面流速儀及箱尺量測試範。

本次邀請計畫課吳啟順課長為此次會議致詞；而課程邀請的第一位講師為國立台灣大學水工試驗所游景雲副教授；第二位講師為國立台灣大學水工試驗所林文勝技士；第三位講師為峰騰測繪股份有限公司經理薛恣侑，如圖 7-1 所示。除上課情形外亦有實際野外量測操作時間，如圖 7-2。其本次教育訓練所討論之內容如下表 7-2。

表7-1教育訓練課程規劃

課程目的	使同仁熟悉北區河川水文觀測站網檢討及規劃成果，輔助水資源管理業務進行，並且獲取同仁在資料面、功能面及管理實務應用上寶貴的建議。		
時間	授課內容	時數 (分)	說明
9:00-11:00	水文觀測站資料品質檢討及分析不同缺水指數(SI)下之供水能力 -新竹地區供水模擬	120	(基本水資源系統分析概念，不同缺水指數意義，及圖形化介面 WEAP: Water Evaluation And Planning System 之介紹。)
11:10-12:10	Sobek 理論介紹與操作 -超滲降雨量計算 -滲降雨量與河川逕流量的轉換	60	(Sacramento 模式理論基礎主要分二部分，超滲降雨量計算，及超滲降雨量與河川逕流量的轉換等)
12:10-12:30	綜合討論	20	
14:00-17:00	打鐵坑溪現場量測 -ADCP 操作 -表面流速儀及箱尺試範	180	(拉一斷面並以 50 公分間距做記號，兩旁釘上卯釘並記上 GPS 座標，再施以表面流速儀與箱尺做量測。)
17:00-17:30	綜合討論	30	
17:30	賦歸		

表7-2 教育訓練交流內容

	交流內容	說明
	<b>SI 缺水指數</b>	
1.	模式所使用的資料，是否都用到旬為單位？	台灣水文變遷非常大，要用到旬才會知道每旬得差別，國外則一般用週區別。
2	一般缺水指數分析是等設施蓋好後才開始分析？	缺水指數分析是看資料有多少年，很多水庫蓋好後，沒有完整資料較難分析，缺水指數比較偏規劃。
3	未來供水量如何設定？	兩種做法，根據水資源經理計畫等等，拿過去資料分析，假設水文資料不變；其次為根據未來條件氣候變遷情境等等。
4	SI 指數能不能反映未來缺水狀況？	用氣候變遷資料，年變動來考慮，或假設水文資料不夠，使用合成序列把水文特性保留來使用。
5	寶山跟寶二為離槽水庫，必須以日流量資料來模擬才不會失真？	引水量是從上坪堰來，上坪堰的流量會變化，在模式裡是用日流量來操作。
6	在模擬時，寶一和寶二的供水順序是什麼？	在計畫模擬時，根據庫容比例來選擇，如在優選模式差異並不會很大，但在操作模式時可能差異就大。

SOBEK 模式		
1.	三峽河是如何用 SOBEK 去模擬?	Sobek 使用的參數原先是以高流量去模擬，但計畫是以中低流量為目標，故有在資料中刪除大雨事件以上的值。
野外量測		
1.	表面流速儀是否會受雨量干擾?	表面流速儀會以一個速度發射頻率，因下雨反而會測量到雨滴的瞬時速度，故下雨時不建議使用。
2.	表面流速儀的測速範圍為何?	最小到 0.1m/s~ 最大到 18m/s。
3.	表面流速儀的測速的角度有固定嗎?	水利署規定為 30 度，本團隊實驗結果 45 度較佳，故 30 度~45 範圍皆可。
4.	ADCP 可以測的水深最低為何?	一般來說 40cm 都可以測的到，只要河道或水面沒有石頭即可，以免造成儀器損傷。
5.	ADCP 如沒有 GPS，還是可以測量嗎?	機器是以 GPS 定位才可以發動，以確保量測的精度與品質，故如沒有收訊，機器無法發動。
6.	颱風期間還是可以測量嗎?	原則上可以，但繩子得抓好以免機器受流速過快影響受損。



圖7-1 教育訓練，講師群



圖7-2 教育訓練，野外實測與討論

## 參考文獻

1. Servruk, B., Zahlavova, L., (1994), Classification System of Precipitation Gauge Site Exposure: Evaluation and Application, International J. CLIMATOLOGY, Vol. 14, 681-689 (1994)
2. USGS (1968), Selected Techniques in Water Resources Investigations, U.S Government Printing Office, Washington.
3. WMO (1986), Guide to meteorological instruments and methods of observation.
4. WMO (1998), Solid Precipitation Measurement Inter-comparison, final report, Instrument and observing methods, Report No. 67, WMD/TD No. 872.
5. WMO (2001), Final Report of the Expert Meeting on Rainfall Intensity Measurements, Bratislava, Slovakia, 23–25 April 2001.
6. WMO (2005), Joint CIMO Expert Team on Surface-Based Instrument Intercomparison and Calibration Methods and IOC on Surface-Based Instrument Intercomparison, Geneva, 5–9 December 2005.
7. WMO (2006), Abridged final report with resolutions and recommendations, WMO-No. 1019, ISBN 92-63-11019-0, Commission for Instruments and Methods of Observation, Fourteenth session, Geneva, 7–14 December 2006.
8. WMO (2006), WMO Laboratory Intercomparison of Rainfall Intensity Gauges, Final Report, Instruments and observation Method.
9. WMO (2008), Guide to Meteorological Instruments and Methods of Observation, WMO Pub. No. 8 Seventh Edition. WMO, Geneva 978-92-63-10008-5.
10. WMO (2009), WMO Field Intercomparison of Rainfall Intensity Gauges, Instruments and observation Methods, Report No. 99.
11. You, G. J. Y. (2013). Hedging Rules for the Operation of Lake Okeechobee in Southern Florida. JAWRA Journal of the American Water Resources Association, 49(5), 1179-1197.
12. You, J-Y. and X. Cai (2008), Forecast and Decision Horizons for under Hedging Policies. Water Resour. Res. 44, W11430, doi:10.1029/2008WR006978
13. You, J-Y. and X. Cai (2008), Hedging rule for reservoir operations: (1) A theoretical analysis. Water Resour. Res., 44, W01415, doi:10.1029/2006WR005481.
14. You, J-Y. and X. Cai (2008), Hedging rule for reservoir operations: (2) A numerical model. Water Resour. Res., 44, W01415, doi:10.1029/2006WR005482.
15. 台灣省水利局 (1982) , 「水文觀測實務講義」, 台灣省水利局
16. 姚永熙(1996), 「浮子式水位計綜述」, 水利水文自動化, 第2期。
17. 台灣省水利處 (1999) , 「台灣地區水文觀測現代化整體計畫—88年度工作成果報告」, 經濟部水資源委辦。

18. 台灣省水利規劃試驗所(1998)，「臺水文調查分析講義」，水利規劃試驗所。
19. 李明靜、賴泉基(2000)，「由水面流速分布推定河川斷面水深及流量之研究」，中國土木水利工程學刊，第十二卷，第四期，第777頁至783頁
20. 李明靜(2003)，「河川表面流速與流量非接觸式量測方法之發展及應用」，博士論文，國立成功大學水利及海洋工程學系。
21. 李月清(2012)，「雷達水位計在拉賀練水文站的應用分析」，水利信息化，第3期。
22. 李源泉、甘俊二、張煜權(1995)，「臺灣地區水資源用使策略芻議—以嘉南地區為例」，台灣水利，第43卷，第3期。
23. 肖忠、代文良(2001)，「超聲波長期自記水位計誤差分析及精度評估」，人民長江，第32卷，第12期
24. 張平、梁中平(2005)，「ADCP在高要水文中的比測分析」，人民珠江。
25. 宋長虹等(2007)，「複合式河川流量自動化觀測系統建構與應用」，水利技師公會，第96-113頁。
26. 林穎志等(2011)，「利用實測表面流速推估高流量之研究」，中華水土保持學報，第四十二卷，第一期，pp.23-36
27. 林穎志、呂珍謀、詹勳全(2014)，「利用複合式量測方法推估河川流量之研究」，台灣水利，第62卷，第1期，pp.96-105
28. 洪健豪(2003)，「三維光滑明渠紊流流場之量測與分析」，碩士論文，國立中興大學土木工程系。
29. 泰福清(2012)，「雷達波流速儀在中小河流流量測驗中的應用分析」，水利信息化，第4期。
30. 張智成(2012)，「應用ADCP於量測天然河川流速分布之研究-以曾文溪流量站為例」，碩士論文，國立成功大學水利及海洋工程學系
31. 蘇騰鎰等(2013)，「因應氣候變遷水文監測能量評析」，經濟部水利署委託計畫。
32. 許盈松(2000)，「河川自動化測深儀之研究」，經濟部水利處。
33. 許盈松等(2000)，「天然河川流量及泥砂觀測技術與儀器本土化建置研究(1/2)」，經濟部水資源局。
34. 許盈松等(2003、2004)，「水位流量觀測資料不確定度及率定曲線分析研究(1/2)(2/2)」，經濟部水利署。

35. 許盈松等(2005)，「河川流量量測技術革新研究計畫」，經濟部水利署。
36. 陳尉平、李振誥、陳進發(1999)，「由河川流量資料與流量歷線推估濁水溪流域地下水補注量」，台灣水利，第47卷，第3期。
37. 陳進發、李振誥、陳尉平(1999)，「應用未飽和層水平衡理論估計彰化地區地下水補注量之研究」，台灣水利，第47卷，第1期。
38. 經濟部(2014)，「台灣水文觀測計畫(104年~109年)草案」。
39. 經濟部水利署(2001)，「水資源規劃規範—水源開發規劃作業規範(草案)」。
40. 工研院能環所(2005)，「建置頭前溪水情測預報系統之研究」，經濟部水利署第二河川局委託計畫。
41. 經濟部水利署水利規劃試驗所(2004)，「流域整體規劃河川集水區數值地形資訊系統」。
42. 經濟部水利署水利規劃試驗所(2005)，「台灣地區重要河川單R-2位歷線模式應用研究-頭前溪流域」。
43. 經濟部水利署水利規劃試驗所(2006)，「頭前溪與鳳安溪匯流河段變遷研究(1/2)」。
44. 經濟部水利署第九河川局(2006)，「秀姑巒溪河系情勢調查(2/2)」，中興工程顧問股份有限公司。
45. 經濟部水利署第二河川局(2006)，「中港溪河川情勢調查總報告」。
46. 經濟部水利署(2007)，「臺灣地區水資源水情決策支援系統建置計畫」，中興工程顧問股份有限公司。
47. 經濟部水利署(2009)，「台灣北部區域水資源經理基本計畫(行政院核定本)」。
48. 經濟部水利署第二河川局(2009)，「鳳山溪大斷面測量計畫」，厚生工程顧問有限公司。
49. 經濟部水利署(2010)，「自動化流量站觀測資料分析檢討暨全洪程觀測方式更新研究(1/2)」，巨廷工程顧問股份有限公司。
50. 經濟部水利署第二河川局(2009)，「河川生態工程對水域流與物理棲地條件影響之評估研究—以頭前溪與鳳山溪為例(1/2)」，國立交通大學防災與水環境研究中心。
51. 經濟部水利署第二河川局(2010)，「河川生態工程對水域流與物理棲地條件影響之評估研究—以頭前溪與鳳山溪為例(2/2)」，國立交通大學防災與水環境研究中心。

52. 經濟部水利署第九河川局 (2010), 「花蓮溪治理規劃檢討(1/3)」, 禹安工程顧問股份有限公司
53. 經濟部水利署 (2013), 「蘭陽溪水系(羅東溪及宜蘭河)堤防安全性評估分析研究計畫」, 經濟部水利署第一河川局。
54. 經濟部水利署第一河川局 (2014), 「和平溪水系河川情勢調查」, 艾奕康工程顧問股份有限公司。
55. 經濟部水利署第十河川局 (2014), 「磺溪谷含支流及河口海域」河川情勢調查」, 自強工程顧問股份有限公司。
56. 經濟部水利署 (2011), 「臺灣重要河川水庫總覽」。
57. 經濟部水利署 (2012), 「地面水文觀測手冊【資料處理篇】」。
58. 經濟部水利署 (2012), 「地面水文觀測手冊【儀器維護篇】」。
59. 經濟部水利署 (2012), 「地面水文觀測手冊【觀測作業篇】」
60. 經濟部水利署 (2013), 「因應臺灣特性之水文觀測儀器檢校環境建置與檢校技術研發先期計畫」。
61. 經濟部水利署北區水資源局 (2004), 「北區水資源管理系統建置」, 中興工程顧問股份有限公司。
62. 陳彥璋等(2007), 「高水位時期河川流量觀測」, 台灣水利, 第55卷, 第4期, 第21-33頁。
63. 盧昭堯等 (1995-1997), 「台灣河川流量觀測技術之開發與應用(一)(二)(三)」, 台灣省水利處研究報告。
64. 盧昭堯等 (1998), 「高效率河川流量量測技術之研發與應用(一)」, 經濟部水資源局。
65. 鮑良純(1995), 「含沙量對壓力水位計測量精度的影響」, 水利水文自動化, 第4期。
66. 簡宗賢 (2013), 「水庫空庫排砂操作時間點選定之研究」, 臺灣大學土木工程學研究所學位論文。
67. 簡傳彬等 (2011), 「桃園大圳導水路上游地區備用水源之規劃與可行性評估」, 台灣水利, 第59卷, 第3期。

# 附錄一 會議意見回覆對照表

**北區河川水文觀測站網檢討及規劃-以水資源開發需求角度」  
工作執行計畫書審查意見回覆**

一、時間：103年5月13日（星期三）上午10時

二、地點：北區水資源局第2會議室

三、主持：王副局長國樑

紀錄：廖雯雯

四、出（列）席人員：詳如簽名冊。

五、主持人致詞：(略)

六、受委託單位簡報：國立臺灣大學研究團隊簡報（略）

七、期中審查會議委員提問意見：

	會議意見	辦理情形
	<b>王委員勇智意見</b>	
1.	請選擇代表性河川點作為本計畫施作位置，例如考量地區性需水量外，亦請可將水混濁度大之河川納入考量。	本計畫係依水利署「台灣北部區域水資源經理基本計畫」及相關水資源規劃報告審慎選擇水資源關鍵區域，委員所提意見亦會納入參考。惟本計畫觀測位置係以水資源運用為考量，非觀測泥沙濃度大之區域。
2.	本計畫包括行政支援、資料收集及計量分析(效益評估)，惟效益評估部欲進行至何種程度，及執行的原則可再進一步釐清。	遵照辦理，本計畫觀測作業係依水利署地面水文觀測手冊辦理，修正為五個階段：前置作業、啟動時機、觀測作業、解除時機、後製作業等。
	<b>何委員象鏞</b>	
1.	建議 7-3 頁、表 7-1，進度表編列至 109 年度。	參照辦理，工作項目分為 1. 新設水位站建置、2. 觀測站維護及更新計畫 3. 自動化品管機制導入，已全數編入 109 年度。

2.	建議第捌章詳細編列新方法研究結果的實務應用課程，並編列時數。	謝謝委員意見；新增量測技術分享與介紹，針對國內外現有量測技術比較，以及打鐵坑溪現場量測。
<b>計畫課吳課長啟順</b>		
1.	建議針對重要水源河川既有水文測站(水位及流量)，水資源開發關鍵區域、擬流量量測位置、河道大斷面測量等，執行單位與主辦單位辦理現勘，了解其現地狀況	遵照辦理，已和北水局計畫課及測量公司等單位連繫，與北水局承辦人共同去現地了解狀況。
2.	流量量測納入教育訓練，建議可安排外業量測說明。	流量量測已列入教育訓練，請參照表 7-1
3.	水資源開發關鍵區域建置模式分析不同缺水指數(SI)之供水能力，建議納入技術移轉及教育訓練重點，協助主辦單位日後能自行分析。	遵照辦理。第伍章缺水分析說明如何利用缺水指數(SI)分析供水能力，並納入教育訓練，協助主辦單位日後能自行分析。
4.	水資源水文觀測站部分，建議日後能找出代表測站，並與相近測站資料趨勢做比較。	本計畫選擇水資源關鍵區域，目前只有三峽地區抽水站有流量資料，打鐵坑溪部份均無進行河川水位流量站觀測。
5.	表 1-1 預定進度表(p1-4)，顯示本年底前要結束，工作項目多，且涉及外業，含技術移轉及教育訓練，時程較緊，除期中、期末審查外，建議中間召開工作會議。	感謝委員建議；遵照辦理，並依照進度適時召開工作會議於 9/5、10/30。
6.	工作項目河川基本水文、河相特性分析，建議後續報告可多著墨。	針對委員意見關於河川基本水文、河相特性分析已補充說明，請參考 2.2、2.3 章節。

7.	工作項目重要堰、壩、橋梁等構造物調查，建議後續報告補充，壩有水位、有效庫容曲線、運用規線，堰有引水能力、蓄容量等，及水源系統圖，部分資料可以放在附錄。	請參考附錄二水庫年報，依委員指示加以補充，已補充壩堰所在、位置、型式、壩堰高、壩堰長、有效容量、設計總容量、功能及完成庫容測量之時間等資料。
8.	既有水文測站網、河川局經常流量觀測，後續報告取得其觀測資料，列表其主要內容、重要測站、水位流量率定曲線，建議後續彙整，俾利檢討。	本計畫轄區係以北區水資源局之管轄範圍及依計畫目的係以水資源開發需求角度進行觀測，報告內容會收集北水局測站相關資料；至於河川局相關觀測資料可參考表2-29 已將水文站歸納整理。
9.	教育訓練計畫內容規劃儘早提出，俾確定及安排。	參照辦理，新增現地量測部份，以打鐵坑溪為主。量測水位及流速。
10	流速流量量測部分，後續報告可以補充與我國河川特性相近先進國家觀測方法、技術，國內目前各量測方法優缺點分析，俾能針對後續改善提出建議。	本計畫將依委員建議收集及分析下列事項： (1)現有水文(雨量、水位及流量)觀測技術比較。 (2)配合各河川特性，以水資源開發角度考量，提出建議之水文資料觀測方式，並研提既有測站技術改善措施。
11	第參章有關水資源規劃，建議可將近幾年水規所北區規劃資料納入。	已納入近幾年水規所北區規劃資料。
<b>經管課林工程司凱文</b>		
1.	文章尚針對東部宜蘭、花蓮及離島馬祖進行資料蒐集，其與題目”北區”似有不同，請釐清。	依委託服務工作計畫書內容，北區水資源局轄管自中港溪以北至秀姑巒溪以北，包含新竹縣、新竹市、桃園

	<p>2. 圖 2-2 過於模糊、表 2-3 石門水庫及相關設施調查資料過於老舊(石門為 86 年容量)，請更新。</p> <p>3. 表 2-4 調查不夠詳盡，橋梁至少尚有萬板、華翠、高速鐵路橋等未列入，關”度”橋之”渡”請修正。</p> <p>4. 表 2-15 及圖 2-3 建議依水文站所屬或管理單位予以分類，並建議整理出其流量站類別及資料建置期間。</p> <p>5. P.2-21 關鍵問題探討建議改分 1、2、3... 等結構以說明，不宜長篇大論。</p> <p>6. P.3-6 行政區敘述請更新，圖 3-6 亦同，另本圖三峽河及磺溪圖例相同。</p> <p>7. 表 3-5 建議至少更新至 102 年。</p> <p>8. 第肆章僅針對河道大斷面測量進行一般性說明，是否明確將使用於本案？且預計測量之關鍵區域可能選定位置未加以論述。</p> <p>9. 水資源開發之不同缺水指數之供水能力評估，若選定淡水河流域，建議能將板二（104 年 6 月一階完成及 106 年 6 月）完成及中庄調整池完成後之供水能</p>	<p>縣、新北市、台北市、基隆市、宜蘭縣、花蓮縣及連江縣等地區。</p> <p>圖 2-2 已更新解析度，表 2-3 相關調查設施也更新資料。</p> <p>遵照辦理。請查照表 2-5，新增了多座橋梁資料，並修正錯字。</p> <p>已更新，表 2-29、30 整理出河川各轄管流量站、雨量站及水位站類別。</p> <p>已刪除不必要墜字，並加以修正。</p> <p>依委員意見進行更新，修改行政區域圖例，請參閱 圖 3-12、3-13</p> <p>雙溪地區因未納入關鍵區域選定裡，故原先表 3-5 已刪除。</p> <p>河道大斷面量測方法已更正，將配合光達資料以及 ADCP、人工量測斷面於本案，並在觀測方式評估章節裡加以論述。</p> <p>遵照辦理。如板二及中庄調整池之資料能完整蒐集，本計畫將會納入供水能力評估系統中。另將以修正缺水指數(以月或旬方式表示)分析，</p>
--	---	---

10	<p>力納入評估；另有關缺水指數建議能以全年及豐、枯期差異性加以比較。</p> <p>第伍、陸章應先針對挑選地區之特性進行觀測方式之評估，以供主辦單位決策參考。</p>	<p>能清楚比較全年及豐、枯期之差異性。</p> <p>打鐵坑溪由於平均水位淺以及有連續跌水工構造物，故不適用於坡度面積法，適合施測人員直接站在跌水工量測，以及埋設水尺或壓力式水位計觀察水位，並每 50cm 河寬施測流速剖面及表面流速，可得知斷面平均流速。並實施流速-面積法推估出流量。三峽河平均坡度緩，上下游斷面間距約 50~100 公尺，可用坡度面積法與 ADCP 量測結果比較差異性。</p>
11	<p>若以水資源供需緩急而言，本案研提之三區以打鐵坑溪及三峽河為佳，惟新竹地區亦可納入考量。</p>	<p>依委辦服務計畫工作內容，選定二處關鍵區域(打鐵坑溪及三峽河)</p>
<b>石管中心徐工程司名顯</b>		
1.	<p>建議將本次提出之三條關鍵河川備選名單之擇定理由進行補充，以利完整體擇定作業。</p>	<p>三峽河之湊合橋為大豹溪及五寮溪交匯之處，流量較為充足，是適合流量觀測點之地方，且距離上游三峽抽水站不遠，如果在抽水站上游設置攔河堰，將可取得更多的水資源。石門水庫供水量有限之情況下，未來如逢乾旱仍需移用農業用水以供生活及工業用水之用，選定打鐵坑溪備以輔助區域水資源調配為主要目的，且打鐵坑</p>

		<p>溪水質良好，此水量如能加以運用，對於非灌時期之下游保育用水或颱風時期民生水之供應均有所助益。</p> <p>詳細經費已完成 1.新設水位站建置、2.觀測站維護及儀器更新計畫、3.自動化品管機制導入後。</p> <p>依委員指示在第肆章中加以論述，比較水利署現有觀測技術、日本、美國、大陸等觀測技術比較分析。</p> <p>遵照辦理。本計畫完成 SI 缺水指數分析後，將進一步探討關鍵河川及 SI 缺水指數間之關係，使其更具完整性。</p>
	<b>王副局長國樑</b>	
<p>2. 站網長期推動本次僅列年度經費表格，建議應將詳細推動內容作一較詳細的說明，另經費額度也請再與主辦單位討論。</p> <p>3. 水文觀測技術改善部分，本次提出不少新構想，惟建議針對新方法做較深入之說明，以利了解。</p> <p>4. SI 缺水指數研究已於本次建立完整架構，可將其實際成果回歸本案關鍵河川建議部分，使整案更為完整一體。</p>	<p>1. 本工作計畫流程請就各工作項目之關聯性加強研析及呈現。</p> <p>2. 請適度加強說明水資源開發需求角度與一般性水文觀測站之異同及其必要性。</p>	<p>遵照辦理。依委員指示加強各工作項目之關係性研析及呈現，請參考圖 1-1 工作計畫流程圖。</p> <p>依委員指示在報告中加以論述，請參考第參章，以水資源量需求的角度來選定關鍵區域，再以觀測方式選定量測方法，量測出流量可推估出缺水指數分析，以建議中長程改善及建議計畫。</p>

3.	<p>本次會議同意選定打鐵坑溪及三峽河為本計畫執行的關鍵區域，並請執行單位再加強說明上述選定區域之重要性。</p>	<p>三峽河之湊合橋為大豹溪及五寮溪交匯之處，流量較為充足，是適合流量觀測點之地方，且距離上游三峽抽站不遠，如果在抽水站上游設置攔河堰，將可取得更多的水資源。石門水庫供水量有限之情況下，未來如逢乾旱仍需移用農業用水以供生活及工業用水之用，選定打鐵坑溪備以輔助區域水資源調配為主要目的，且打鐵坑溪水質良好，此水量如能加以運用，對於非灌時期之下游保育用水或颱風時期民生水之供應均有所助益。</p>
4.	<p>就既有本局轄管區域相關各項水文站基本資料再加強整理及呈現各雨量、流量測站與相關壩堰流量。除北區外，並應包括本局轄管之花蓮縣及連江縣。</p>	<p>請參考附錄二及表 2-29、30，壩堰等相關資料及河川局、北水局、中央氣象局、台灣電力公司等，各水利會之水文站。</p>
5	<p>請針對選定之關鍵區域之流量量測、含砂量採樣、河道大斷面測量之測站選定原則、量測方法等加強探討。</p>	<p>本計畫選擇水資源關鍵區域，針對流量量測、含砂量採樣、河道大斷面測量之測站選定原則、量測方法等以地面潛能水量需求角度加強探討。</p>
6	<p>就現有水文觀測站資料進行檢討及不同供水潛能探討，與選定關鍵區域之關聯性加以串接，並就選定分析模式的優劣及限制加強呈現。</p>	<p>本計畫加強探討水文觀測站資料及供水潛能與選定關鍵區域之關聯性，請參考圖 5-1 工作大項整體架構。</p>

7	未來就本計畫執行團隊所建議增設之水文測站納入北區水資源觀測站網，請再具體化呈現。	未來可能會架設之水文站網，將依北區河川地面潛能水量為考量，如 p.3-1。
8.	未來就技術轉移及教育訓練的課程安排、時數及舉辦時機，請與本局計畫課加以研處，建立共識循序於其中會議後舉辦。	謝謝委員意見；與北水局計畫課研處，並商討其中會議後舉辦技術轉移及教育訓練的課程安排、時數，請參考 7-1 章。
9	請就本次執行計畫書內容之措辭、圖表及單位再審慎檢討修正。	遵照辦理，依委員指示在報告中再審慎檢討修正。
10	本次所提執行計畫書及簡報原則認可，並參考委員及單位代表之意見加以研處，於期中會議應有所回應，後續會議並邀請水規所與會指導。	謝謝委員意見。依委員意見進行後續補充修正。
11	請執行團隊就選定關鍵區域以往及目前水利署相關資料或本局課正進行計畫加以檢討，來凸顯本計畫之必要性及重要性。	遵照辦理。請參考第參章第一節，關鍵區域選定。三峽河之湊合橋為大豹溪及五寮溪交匯之處，流量較為充足，是適合流量觀測點之地方，且距離上游三峽抽水站不遠，如果在抽水站上游設置攔河堰，將可取得更多的水資源。石門水庫供水量有限之情況下，未來如逢乾旱仍需移用農業用水以供生活及工業用水之用，選定打鐵坑溪備以輔助區域水資源調配為主要目的，且打鐵坑溪水質良好，

12	本計畫在執行過程中請本局計畫課就工作進度進行管控，必要時得召開工作會議以利工作推動。	<p>此水量如能加以運用，對於非灌時期之下游保育用水或颱風時期民生水之供應均有所助益。</p> <p>將與北水局計畫課商討，並依照進度適時召開工作會議。</p>
----	--	--

北區河川水文觀測站網檢討及規劃-以水資源開發需求角度」  
期中報告審查意見回覆

- 一、時間：103 年 8 月 27 日（星期三）上午 10 時
- 二、地點：北區水資源局第 2 會議室
- 三、主持：王副局長國樑 紀錄：廖雯雯
- 四、出（列）席人員：詳如簽名冊。
- 五、主持人致詞：(略)
- 六、受委託單位簡報：國立臺灣大學研究團隊簡報（略）
- 七、期中審查會議委員提問意見：

	會議意見	辦理情形
	<b>吳委員東雄意見</b>	
1.	P.1-3 目前成果 1-3 完成，4-7 尚存進度請說明清楚。	已修正，目前進度為 1.蒐集基本水文及河相特性分析資料；2.完成 4 次平時流量量測及含砂量採樣；3.完成金敏橋、湊合橋及打鐵坑溪河道大斷面測量 5 次；4.完成水資源開發水文資料需求分析、現有水文觀測站資料品質檢討及分析不同缺水指數(SI)下之供水能力；5.地面潛能水量分析；6.國內外觀測比較分析
2.	P2-12 主要堰壩橋樑構造物調查，橋樑部份額外請敘述。	將依委員指示修正，在主要堰壩橋樑構造物調查，新增敘述橋樑部份，請參考 P2-13。
3.	三峽河、打鐵坑溪水文資料不足，既為關鍵區域，且目前自來水公司已在使使用，請於期末報告說明具體辦法。	自來水公司位於三峽堰下游，故用水量也在下游，與流量量測地點無關係；打鐵坑溪目前並無其他單位在做量測資料，目前只有本團隊有實際流量量測資料。



2.	第 2 章堰壩橋樑等構物調查，請再檢查是否有漏，如表 2-11 花蓮地區部分只有電力公司，似乎缺水公司取水設施。	依委員指示補充第 2 章堰壩橋樑資料。花蓮地區現有堰壩功能皆為發電作用，對於公共給水、工業用水及灌溉給水等取水設施，均由河川小規模給水或抽取地下水等供水。
3	第 3 章河道大斷面測量，提及使用光達機器掃描湊合橋與上游金敏橋及打鐵坑溪 360 度地貌，斷面資料整理後，可放後續報告附錄，xy 數值及 CAD 等檔案可放總報告光碟內附件	遵照辦理。斷面資料為 matlab 檔，後續將整理在期末報告。
4	報告已到期中，進度有些落後，如報告一直提及集水區中、低水位及常流量之觀測很重要，現關鍵區域已選定並進行水量量測，報告未見其成果呈現整理分析，建議報告進度要趕並開始收斂，後	遵照辦理，水位、流量及流速量測目前量完 18 次，金敏橋 7 月平均流量 3.6CMS、8 月 5.2CMS、9 月 13.2CMS、10 月 5.3cms、11 月 2.7cms；湊合橋 7 月平均流量 10.6CMS、8 月 6.8CMS、9 月 16.4 CMS、10 月 5CMS、11 月 2.7CMS；打鐵坑 7 月平均流量 0.6
5	續可以加開工作會議討論。	CMS、8 月 0.48CMS、9 月 0.4CMS、10 月 0.2 CMS、11 月 0.26 CMS，含砂量皆無明顯殘留物。
6	以水資源開發需檢討及規劃北區河川水文觀測站網是本案核心，報告未見北部各主要水系及可能開發區之水源量分析現況其作法，而現有水文站資料尚再整理，針對水源量分析部份要著手提出報告進度要趕。	已修正，新增章節 3.1 北區河川地面潛能水量，分析各中央管河川之水資源量，做為架設水文站網考量之依據，請參考表 3-1 北區河川年蘊含水潛能水量，P.3-1 頁。

7   8   9	<p>三峽河流速大，如使用 ADCP 聲波都卜勒流速剖面儀，資料可整理放於後續報告附錄，另教育訓練可以安排於打鐵坑溪實測。</p> <p>表 4-12 主深槽 ni 值正量，建議儘量能有中文翻譯。</p> <p>表 4-15 動能修正因子及動量修正因子範圍，只列動能，請查明。</p> <p>教育訓練計畫內容規劃儘早提出，俾確定及安排。</p>	<p>ADCP 的檔案為 matlab 檔，後續將整理在期末報告。</p> <p>章節已移除，將在期末後續補上。</p> <p>章節已移除，將在期末後續補上。</p> <p>參照辦理，新增現地量測部份，以打鐵坑溪為主。量測水位及流速。</p>
<b>經管課林工程司凱文</b>		
1.  2  3	<p>P2-14 表 2-3，102 年水庫容量有誤，且有效容量資料過舊，另三峽河資料未入表。</p> <p>3-7 行政區域或名稱應全面檢核，且三峽河描述二段部分重覆需統合，圖 3-3、圖 3-4 行政區域圖名稱需修正。</p> <p>供水潛能分析是否純就堰壩位置入流量分析，是否屬供水潛能?其超越機率及相對流量之意義似顯薄弱?</p>	<p>修正，石門水庫水庫容量為 20,986 億立方公尺；已上三峽河資料，如表 2-4。</p> <p>已修正，敘述三峽河二段已整合，圖例也已修正，請參考圖 3-12、圖 3-13。</p> <p>本研究初步評估分析堰壩位置入流量各時期變化之統計分佈情形，用以表示潛能水量。並將供水系統限制，以缺水指數 SI (或缺水率)符合某一標準下，推估供水系統供水能力。</p>

4	<p>用水需求僅次計畫配水量為依據是否滿足，且引用年份為 100 年過於老舊，另本局無自來水計畫書表 5-2 何謂板新需求。</p>	<p>本研究將蒐集更新入流量及需求量等資料，並重新分析。水資源開發及規畫上，於需求量之部分主要考慮計畫配水量。若完整蒐集實際需求量，可檢視兩者之差異。表 5-2 係指板新地區之民生需求。</p>
5	<p>水資源開發區域概念模型，其最佳化分析網路中，各項基本資料建議再詳加說明。</p>	<p>a.介紹旬流量水文觀測資料如何以一維與二維繪圖表示，檢視各旬流量之平均、標準差及旬變化，及如何建立信心區間以初步確認資料之合理性。</p> <p>b.介紹如何利用超越機率曲線分析檢視河川斷面流量在年內季節性分布情況以及各時間內流量水文統計分布情形。</p> <p>c.介紹如何建構水資源開發關鍵區域之供水系統數理模型，及優選時水資源規劃操作所需之目標函數與限制式。</p>
6	<p>引用修正缺水指數及原因及其優點應再加以說明。</p>	<p>傳統缺水指標以年為單位，不易看出年內的變化，某旬或某月的缺水狀況會被平均掉，而修正型缺水指標的時間單位較短，可以反映出各旬的變化，如給定某一時刻，</p>

		可以針對各需求量進行配水量的優化，亦可以針對不同旬進行優化，讓其上一旬有部分缺水，減輕該旬的缺水量，使得各時期的缺水率相近。
<b>石管中心徐工程司名顯</b>		
1.	基本資料蒐集部份，建議經水文觀測資料內容增補石門水庫入流量之計算方式，以利參考。	參照辦理，本計畫已補充石門水庫入流量計算方式，以旬為單位列入資料。
2.	石門水庫各標的用水量尚未包含生態基流量，請修正。	進行最佳配水模型運算分析前，各項入流量先和生態基流量會先經過前處理，予以扣除。本團隊將與主辦單位討論是否考慮生態基流量及其合理之量值。
3.	區域供水模型內錯字請修正，與請考量是否加入分層取水工於模型內。	錯字已修正。水資源調配與設施操作以供水為主要目的，進行相關水文運算時，考量操作時距內累計之總量。也就是僅需考慮取水工之總量，如何進行分層取水則不納入考慮。
4.	報告及簡報內，現地作業及照片建議應穿戴完整裝備。	遵照辦理，每次量測時將穿戴完整裝備，並補充穿戴救生衣現地照片，如圖 3-38。
5.	水位流量率定曲線建議仍應加入高流量之資料。	遵照辦理，已在 9/25 日大雨過後去打鐵坑溪現地量測 1 次，以補充高流量資料。

6	水文觀測站及改善建議，仍未針對本局即有方式做分析，請再考量執行內容是否應做調整。	水文觀測站網改善建議，分為3大方向改善，1.新設水文站建置與更新維護 2.儀器購置與量測技術檢討分析 3 資料品管 QA/QC 建立。
<b>水利署水文組黃振聖</b>		
1	P2-18「現行全洪程流量觀測並無特別規範及方法」，查本署水文觀測手冊對此已有說明，並非全無規範。	已參考水文觀測手冊觀測作業篇，修正為五個階段：前置作業、啟動時機、觀測作業、解除時機、後製作業等。
2	P2-20，北區河川各流域水文站及雨量站，是否僅列出河川局管理測站，另北水局、氣象局測站建議列入。	已補充中央管河川的水文站，管理單位有北水局、河川局、台灣電力公司、台北水源特定區、中央氣象局、各地區水利會等，如表 2-29、表 2-30。
3	P2-21 附錄二，河川局現有雨量站、水位站(儘有 1-9 河)之設備型式，傳輸系統，維護廠商之資料皆未更新，與計畫相關性不大，建議不納入，如有納入必要，建議儘列出北區之測站，且刪除不必要之資訊。	已移除附錄二。
4	P4-1，「水利署近來透過共同採購作業，雨量計廠牌型號及供應傷已漸有收斂之趨勢」，敘述有誤請修正。	已刪除敘述不當之該句，請參閱 4-3。
5	P4-1 雨量觀測值出現嚴重低估現象，應考量解析度(1mm, 0.5mm 傾斗)之情況。	感謝委員建議。請參閱 4-3。

6	P4-2 表 4-1 水利署雨量站儀器設備概況表未標明資料來源且資料多有誤，建議刪除或修正。	原章節為 4-1，依委員意見刪除。
7	提到雨量計誤差「國內因未護知此訊息而未能有所因應」之敘述不宜，請以水利署或北水局之角度來撰寫。	原章節為 4-1，已刪除敘述不當之該句。
8	P4-6「因前共有 103 個水位站(不含十河局)」，既然資料蒐集不全，建議刪除或更新，另圖 4-2，水位資料 15 分鐘一筆，請再確認。	原章節為 4-1，已刪除敘述不當之該句。並依照委員要求做修改。
9	P1-5「或微波雷達波表面流速儀等直接量測法」，表面流速儀非屬直接量測法，請修正。	已修正為間接量測法。
10	1-6、P1-9、P1-12、P1-13 皆引用過去文獻，惟後面參考文獻清單未列入。	已列入參考文獻裡，請參閱。
11	P1-7 表面流速儀可測得河川斷面之水流表面流速與「河寬」，河寬可測得嗎？請確認。	已修正，表面流速儀僅能測得河川之水流表面流速，而非河寬。
12	P1-9「人」流量，錯字。	已修正為"入"。
13	P2-17「洪水流量觀測，實務上多以架設輔助索道以流速儀施測」，此多為國外做法，目前國內仍以橋上以表面流速儀為之。	已修正為"洪水流量觀測，實務上多以在橋上以表面流速儀為之"。
14	P2-18 多錯字，「仝」、「增函」、「必預」，「啣」括。	已更正。

15	P2-22 圖 2-3，北區河川雨量站分佈圖，是否包含北水局及水位站之測站。	圖 2-3 已更正為圖 2-14，包含北水局雨量站及水位站。
16	P3-1 「非灌時期」，缺字。	已修正為非灌概時期。
17	P4-7 提到含砂量量測方法有全深取樣法及點取樣法之設備，唯 P3-30 實測所採用之設備並不相符。	打鐵坑溪水位約為 30~40 公分，可直接用瓶裝採樣即可，圖 3-41 含砂量測裝備為本團隊自行發用，適合用在人為採樣困難時使用。
18	P.4-9 提到河川典型之流速分布(深度方向)，如圖 4-5，唯圖 4-5 為流量 - 水位率定曲線，不符。	感謝委員建議。已刪除附圖
19	P4-9 「河川流量關及計算分析」，錯字	已修正
20	P4-12 流量量測時應量測 2 個斷面水位，如何做到?另「同一水位水位及..」，贅字。	根據現地情況：若水深甚小且沿岸地形不會對人員進入造成危險，則取一河段並以人員現地施測。若否，則選擇距離相據不遠之兩座橋進行施測；已刪除贅字。
21	P4-13 有關以資源開發角度考量，提出建議之水文觀測方式，應以整體區域未著眼，非僅選定區域或測站，且非僅針對流量觀測提出。	依照委員意見將整個北水局管轄範圍之流域納入。根據工作契約內容為關鍵水資源區域開發角度為考量，著重在於潛能水量，所以僅針對流量提出建議。
22	P4-16、4-19、4-21，皆只提到坡度面積法，且編排僅到「(1)」沒有「(2)」。	已移除章節。



2	<p>本計畫進行中三峽河及打鐵坑溪之流量量測、含砂採樣請注意量測時人員安全外，應注意量測資料的精確度及代表性。</p>	<p>遵照辦理，量測時已穿著救生衣進行測量，並注意資料的精確度。量測代表性是依據第三章關鍵區域選定對水資源分析，旋槳、旋臂式流速儀只能測單點，但 ADCP 佈點非常密，測量點精度較高其具有代表性。</p>
3	<p>針對本局轄管區域內，河川水資源水文觀測技術改善，建議內容加強研析，並朝務實方向來進行，尤其是目前本局轄管之水庫壩堰及水規所規劃可能壩堰值，應特別專節加以整理及研析。</p>	<p>已將相關的水庫壩堰值納入附錄二，並整理納入第二章節。</p>
4	<p>水資源開發水文資料需求分析，現有水文觀測站資料品質檢討等，請包括大漢溪、頭前溪及羅東溪本局轄管壩堰等範疇分析及檢討。</p>	<p>目前已將北區中央管河川整裡並做河相分析以及地面潛能水量，請參考 3-1。</p>
5	<p>針對不同缺水指數下供水能力探討，請先驗證相關模式的適切性後再進行探討較妥適。</p>	<p>遵照辦理。</p>
6	<p>研提北區河川水資源觀測站網長期推動建議或計畫，應務實的檢討，並依其必要性、迫切性加以排列其優先性開發及時程及經費需求。</p>	<p>水資源觀測站網長期推動建議或計畫，以 3 大方向進行： 1.新設水位站建置與儀器購置計畫 2.觀測站維護與更新計畫 3.自動化資料品管機制導入</p>

7	技術轉移後及教育訓練內容，請執行單位務必與本局計畫課溝通協商後，研提計畫書送本局核定後，預定在 11 月中旬召開。	遵照辦理。
8	報告格式未來請依水利署及本局的相關規定調整或修正，另部份章名似乎太於冗長，請與本局計畫課協商調整。	已將各章節標題做修改，請參照目錄。
9	報告內部份的水利及供水設施名稱數據有誤，請洽本局經管課及計畫課商討後改正。	已修正，表 2-3 相關調查設施也更新資料，石門水庫水庫容量為 20,986 億立方公尺。
10	依與會委員與各單位意見參酌修妥期中報告修正稿，再送本局審查。	遵照辦理。

**北區河川水文觀測站網檢討及規劃-以水資源開發需求角度」  
第一次工作會議審查意見回覆**

- 一、時間：103年9月5日（星期五）下午2時
- 二、地點：北區水資源局第2會議室
- 三、主持：吳課長啟順 紀錄：廖雯雯
- 四、出（列）席人員：詳如簽名冊。
- 五、主持人致詞：(略)
- 六、受委託單位簡報：國立臺灣大學研究團隊簡報（略）
- 七、期中審查會議委員提問意見：

	會議意見	辦理情形
	<b>水利規劃試驗所陳工程司智佳</b>	
1.	打鐵坑溪經前期分析，其剩餘流量不多，其水源是否具開發價值？	打鐵坑溪下游多半水量被引至下游親水公園，流量雖不多但仍具有減輕石門水庫的負擔，建議選取其上游河段進行開發。
2.	三峽河水源的估算建議考量水公司目前抽水量以還原其天然流量。	現今量測點在三峽取水堰上游，故可以代表整體取水量。
3.	區域水源運用分析，建請將各水源點、需求點、保留水量等過程輸出統計報表。	本團隊於章節內文中以二維圖表展示各需求點(或各標的)之配水量，另完整之統計報表將列為附件，如圖 5-35~圖 5-39。
	<b>本局經管課林工程司凱文</b>	
1.	本案既以水資源開發需求角度探討，爰水源量部分無論缺水指數方式之選用、供水潛能及水源計算之選用及相關因子特性，應以能滿足加入選定之新水源後之整體差異呈現使為合理，因此有關水源計算及供水能力計算請以上述觀點納入考量。	遵照辦理。本研究首先分析開發前之供水量及缺水指數。後續將加入打鐵坑溪及三峽河之新開發水源量，並與開發前之基準相互比較，以呈現整體之差異。此外，本研究已包括未來情境下之流量與需求量進行分析，請參

3	三峽河上游水源量評估是否以將下游三峽堰應取得之水量納入，亦或係以三峽河進行整體考量。	考水資源關鍵區域開發後及氣候變遷條件下之供需缺水評估章節。  水源量評估部分，本研究同時考量三峽河之流量及三峽堰之最大取水量。即三峽河流量大於三峽堰之最大取水量時，則以三峽堰之應取水量進行分析。
4	三峽河爾來多有原水濁度飆升之情事，建議可加強含砂量觀測及分析。	遵照辦理，已選在 7/3 大雨後去現地採樣，並無濁度飆高現象。
<b>計畫課廖工程司雯雯</b>		
1.	本案探討北區河川現有水文觀測站網佈置之合理性，其目的為水資源開發之需求，與石管中心評估集水區水文站以推估入庫流量為的目的不同，報告中之評估請儘量以水資源開發提供專業佈站或改善建議。	遵照辦理，現有水文觀測站網佈置合理性，將依照北區河川地面潛能水量分析，決定水資源開發地點，再架設水文站網。
2	相關資料如有需求可提出，計畫課將協助台大團隊取得必要之研析資料。	遵照辦理。
<b>計畫課吳課長啟順：</b>		
1.	期中報告審查意見處理情形，簡報已有重點提出說明，報告部分請確實配合修正。	遵照辦理。
2	工作會議簡報已提出相關水資源開發需求角度檢討，請納入期中修正報告。	遵照辦理，已將簡報內石門水庫、三峽堰、鳶山堰等旬入流量資料，納入期中報告。

3	尚需石管中心提供資料，會後請計畫課儘快協助取得。	遵照辦理。
4	打鐵坑溪先前相關規劃資料，請摘要納入後續報告說明。	打鐵坑溪相關規劃資料，已納入章節 3.3 說明。
5	需求推估可參考基本經理計畫各年用水需求，月或旬用水變化可參考水公司報表趨勢。	遵照辦理。
6	期末報告前請計畫課安排第二次工作會議。	遵照辦理。

北區河川水文觀測站網檢討及規劃-以水資源開發需求角度」  
 期中報告(修正稿)會議審查意見回覆

一、時間：103 年 10 月 1 日（星期三）上午 10 時

二、地點：北區水資源局第 2 會議室

三、主持：王副局長國樑

記錄：廖雯雯

四、出（列）席人員：詳如簽名冊。

五、主持人致詞：(略)

六、報告事項及廠商簡報：(略)

七、期中審查會議委員提問意見：

	會議意見	辦理情形
	<b>吳委員東雄</b>	
1.	本簡報內容及方向如 p63~p66 水資源開發－供水能力模式及缺水指數影響分析，優於期中報告(修正稿)，請修正稿依簡報就內容補強修正。	遵照辦理，期中報告修正稿已依照本次簡報內容補強修正，請參考 P.5-33~5-37。
2	第四章上游集水區控制點與關鍵區域之觀測位置及觀測方式與建議，請依本計畫主題：北區河川觀測站網檢討及規定補強。	依照委員意見針對各區有缺水需求、未開發與無水文測站之區域，再根據水利署設站原則提出適合針對水資源開發是否增設測站與使用方式之建議。
3.	P6-1 第陸章：研提北區河川水資源觀測站網長期推動建議或計畫..。三大方向：1.潛能分析..等，一、政策目標請依三大方向發揮。	遵照辦理，依長期推動建議或計畫分析三大目標，並依照三大目標歸類為三大方向：1.新設水位站建置與儀器購置計畫 2.觀測站維護與更新計畫 3.自動化資料品管機制導入。請參考 P.6-3

4.	第柒章：技術轉移及教育訓練只有一頁，建議可併入其他章節，本章可改為結論與建議。	教育訓練課程新增為兩天，增加課程內容為 SOBEK 模式與理論介紹；結果與建議放至摘要後。
<b>張主任工程司庭華</b>		
1	河川流量觀測作業係由水位流量率定關係而得，但其精度易受干擾，且河床斷面變化不易掌握，颱洪時期觀測人員安全尤須特別注意，建議本計畫依據北區河川水文特性，協助提供本局建置標準斷面自動化水位流量觀測方法與技術，並對於目前國內外先進觀測儀器加以蒐集，以提昇水文觀測技術與品質。	<p>本次期中報告中已有針對並收集介紹國內外先進觀測儀器，已比照委員建議於期末報告中參考期中收集之國外流量量測規範與做法，依照各區河川特性建議。</p> <p>A.直接量測法： 人員以 ADCP 之操作、或箱尺</p> <p>B.間接量測法： 最先進；非接觸式雷達流量計，直接量測斷面、流速、水位並計算出流量並回傳</p>
2.	第陸章研提北區水資源觀測網站計畫，建議能就河段位址勘選、量測方法選定、量測儀器規格系統配置、招標文件研擬等提供本局參考。	水資源觀測站網計畫，河段勘選會以河段直、水不能深、流速不會太大等做為考量，配合潛能水量章節為依據。招標文件已在期末以附錄方式呈現。
3	教育訓練課程建議能增加安排現地觀摩，例如至其他機關之水文觀測站瞭解其作業方式、內容及使用情形。	已在教育訓練課程規劃增加打鐵坑溪現地測量，請參考 P.7-1 頁，
4	P.2-51 表 2-32 站名遺漏「玉峰」，請補遺。	已補充「玉峰」站。

5	報告內容顯示湊合橋及打鐵坑溪含砂量採樣結果，濾紙並無明顯殘留物質，惟係在中低流量時採樣，建議於高流量時亦能進行採樣分析，以瞭解其於颱風時期做為備援 4/1 水源之可行性。	遵照辦理，已在 9 月 2 號大雨後補充打鐵坑溪及湊合橋之含砂量採樣，並依照環保署規定方法進行採樣。
6	4.3 節「北區水資源局既有測站技術改善與建議」內容並未針對本局既有測站提出具體建議。另本局既有測站除石門水庫外，尚包括寶山第二水庫、羅東堰等地區，請確認本計畫工作內容，以免遺漏。	<p>期末報告中已提出改善建議。</p> <p>1.雨量：透過檢校單位校正或配合中央氣象局劇烈天氣監測系統(QPESUMS)之雨量資料與局內觀測雨量互相比對並改進兩者精度。</p> <p>2.流量：A.直接量測法 人員以 ADCP 之操作、或箱尺</p> <p>B.間接量測法 最先進：非接觸式雷達流量計，直接量測斷面、流速、水位並計算出流量並回傳</p>
7	石門水庫集水區水文觀測系統檢討，建議可洽本局石門水庫管理中心瞭解他案辦理情形，以作為參考。	依照委員意見作為參考，並納入報告當中。
<b>吳委員啟順</b>		
1.	本次修正期中報告，已有補充水資源開發方面資料，惟論述仍較紛亂，深入分析整理尚待加強，後續請加緊加強補充收斂於計畫目的要求。	遵照辦理，針對水資源開發資料修正，並加強整裡研析。

2.	<p>圖 2-15 標示不清，圖 2-17 雨量分佈標示是否不要以黑三角形標示，以免與山脈標示相混，另第五章許多附圖不以彩色列印，無法區別，請研究是否有其他好的呈現，如圖 5-33?5-39 等。</p>	<p>已修正字體放大，及分佈標示改以圓形顯示，請參考圖 2-25 及圖 2-27。第五章部份附圖將以彩色列印顯示。</p>
3.	<p>水規所雙溪水庫規劃，設有臨時水位流量站，以較能掌握水源量推估，其觀測情形、碰到的問題、建議改善等，請納入本案後續報告。</p>	<p>雙溪水庫的臨時水文站架設是為了檢核合理化公式所推估的流量，經過長時間架設後，除了洪峰流量比推估成果大外，並無相關問題。後續報告會在期末報告放在附錄。</p>
4.	<p>本案實測流量資料限於經費、期間，並無法提供完整水源分析，但其中、低流量實測可以與由雨量推估值作差異比較，簡報亦提出中低流量推估運用 SOBEK 之修正模式，修正 SI 推估，發揮計畫目的。針對合約工作，水資源開發關鍵區域建置模式分析 SI 供水能力，主要為建立模式，能讓北水局同仁自行作分析。</p>	<p>遵照辦理，依照委員意見建置模式分析 SI 供水能力，日後可供北水局同仁自行分析使用。</p>
5	<p>第四章水文觀測站技術改善及建議措施，請收斂為水資源開發需求重點，而一般性水文、雨量改善可以簡要敘述。目前北區各分區水資源開發，以何水文或雨量站資料推算，要先整理，再作檢討，簡報中低流量還原修正亦是重點，其實針對沒有水位流量站資料區域，是改善建議之一。</p>	<p>感謝委員意見；期末報告已收集氣象局劇烈天氣監測系統(QPESUMS)雨量資料與水利署雨量流量資料後，透過 SOBEK 模式更精確推估各分區潛能水量與關鍵區域中低流量，同時模擬流量與本團隊實測流量比較後，率定模式參數，使 SOBEK 結果更貼近實際情況。並委員意見</p>

		針對各區有缺水需求、未開發與無水文測站之區域，提出適合增設測站或以其他觀測方式之建議。
<b>經管課林工程司凱文</b>		
1.	依據 1.2 工作內容，4.需以水資源開發角度，配合水資源潛能區位分析法，提出應有之水文資料需求建議，惟 5-39(5-3 節)章節未見提出建議，請於期末之前加強說明。	遵照辦理。本研究團隊已初步探討水文觀測誤差對供水系統造成之影響。以石門水庫入流量誤差正負 20%進行測試分析，相關結果已補充說明於 p5-37。
2	表 2-29(P.2-47)標題改河川局所指為何?	河川局所指為隸屬於河川局之水文站，已修正為北區河川各轄管單位水文站及雨量站彙整表，如表 2-29。
3	圖 3-36、圖 3-40 測量示意圖，人員安全措施需注意，照片建議須有安全措施。	遵照辦理，已更換穿戴救生衣照片，請參考圖 3-40。
4	P5-21 第 4 行，板新二期設計需求量 93 萬 CMD 亦可進一步納入考量所指為何?	本研究團隊於分析時，亦將新北地區之民生需求(板新二期之設計需求量)納入考量。報告內容文字已作修正，避免誤解。

5	表 5-3(P5-23)工業需求，係分離工業用水?或僅指桃園煉油廠?民生需求如何得知?一般水公司水量為公供給水(含民生及工業用水?)另外何謂新北需求?且表 5-3 小數點請統一。	本研究團隊於報告中保留原有引用數據，刪除進行單位換算處理的表 5-3。台水公司配水量代表公共用水，其包含工業用水及民生用水。中山及中油之用水則為機關用水。報告之中，已改用總需求量及總供給量進行分析探討。
6	P5-18 歷年流量有年代際(decadal)代表意義為何?想說明的為何?p.5-16 異同。	年代際變化表示十年時間尺度左右之周期變化。以五十年的時間長度而言，石門水庫入流量、鳶山堰側入流及三峽河流量則均具有緩慢上升之趨勢。此上升趨勢為主要之焦點，年代際變化之敘述則予以刪除。
7	P5-20 圖 5-27 至圖 5-29 各線型無法識別(雖大致可知從 Q10~Q95 之排列)	P5-21，圖 5-27 至圖 5-29 已利用各種不同線型重新繪製。
<b>石管中心林工程司昇承</b>		
1.	打鐵坑溪平日流量均無超過 1cms，請說明選擇加裝壓力式水位的原因。	已刪除該說明。
2	2.3 河川特性章節，建議簡化內文以列表方式呈現，方便參閱。	遵照辦理。
3	P.2-45 同時配合通水斷面量測結果進行流量「積」算，請更正。	已修正為”計”算。

4	P.2-51 表 2-31 目前達元系統仍有運作，請修正。	已依委員指示刪除。
5	P.2-54 目前已無「無線話務系統」，水文遙測系統之共設雨量測報站共 10 處，水位測報站 5 處，請修正。	已修正與刪除。
6	P.4-68 雨量量測是否有改善建議。	期末報告已收集資料並建議配合雷達降雨 QPESUMS 資料與現地觀測配合並改善。
7	SI 缺水指數研究，總放水量未來是否考慮加入洩洪量的項目。	見 5-5 式，式中 $S_{pt}$ 表示在 $t$ 時刻之溢流量，本計畫進行水資源系統分析時，已將溢洪量納入考慮。
8	表 2-29~31 內容請補充內文。	表 2-29~31 之敘述已補充在 2.4 章節。
<b>石管中心蔡工程司家民</b>		
1	P2-18，寶二水庫不屬頭前溪流域，屬中港溪，上坪堰已廢止，建議刪除。	已修正為中港溪流域，且刪除上坪堰部份。
2	P.5-38 利用本年 7 月及 8 月所量測之平均流量代表作為模式輸入是否具有代表性，缺水指數由 1.83 降為 1.4 可增加多少供水能力。	於 p.5-38 利用本年度 7 月及 8 月所量測之平均流量代表作為輸入，初步測試開發之水量對供水系統之影響。於期末報告時，本研究團隊將利用實測資料驗證降雨逕流模式，再以降雨逕流模式之輸出結果作為水資源系統模式之輸入，以進行較具代表性之模擬分析。在缺水指數的部分，其值由 1.83 降為 1.4，表示缺水率由 13.5%降

		<p>至 11.8 % (降低 1.7%)，此開發水量所增加的供水能力約為每旬 43.3 萬噸。</p>
3	<p>P6-2 傳輸型水位計與自記式水位計建置成本差異過大，(傳輸型過高)，建置方案應主要考量現地環境是否適合，非考量成本。</p>	<p>傳輸型水位計較適用於防災考量，成本較高；打鐵坑溪水淺，適用自記式水位計，再由人員去現場接收資料即可。</p>
<p><b>王副局長國樑</b></p>		
1	<p>本文中引用的資料要註明來源，另應就蒐集的資料及代表性加強研析。</p>	<p>遵照辦理，已將各資料註明來源。</p>
2	<p>中低水資源評估模式，本計畫將採用 SOBEK 的理由及模式的功能等補充說明。</p>	<p>潛能水量為決定未來開發區域的關鍵，本研究團隊係利用 SOBEK 水文、水理模式之建置、經由模式檢定與驗證與數值模擬等步驟，進行個關鍵區域潛能水量之統計與分析。模擬降雨至地面後形成逕流的每一過程，包括蒸發、入滲、地表下逕流、地下水等，推算主流與支流流量，並作為水理演算之邊界條件。此外，SOBEK 水理模式分析依實際河川情況進行模式建置，其功能包含：明渠流或管流（如水力發電廠發電排水），需可模擬超臨界流（大壩溢洪道、山區陡坡）、亞臨界流、亦可模擬複雜之</p>

		河川網路(主支流、合、分流)等情形。
3	相關打鐵坑溪及三峽河等水資源調查及運用，可參考本局及水規所完成之相關文獻。	已參考北水局民國 100 年”石門水庫清水坑備援水池工程初步規劃”報告，請參考 P.3-35。
4	相關水資源開發之供水能力模擬缺水指數影響分析，請計畫課陪同執行單位邀水規所及本局相關同仁召開工作會議研商建立共識。	遵照辦理，工作會議將於 10/30 日召開研商共議。
5	至研提北區河川水資源觀測站網長期推動及建議或計畫，技術轉移及教育訓練、報告格式等，依上次期中決議內容積極研處。	遵照辦理，教育訓練增加為 2 天，並新增課程 SOBEK 水理模式及理論介紹。
6	本期中報告修正稿與簡報原則認可，請參酌本次與會委員及各單位代表意見加以研處，請於期末報告有所回應。	遵報辦理，期末報告將依照審查委員期中報告意見修正。
7	請執行團隊於會議紀錄交到一週內提再修正稿乙式 份，送本局計畫課核辦。	遵照辦理。

北區河川水文觀測站網檢討及規劃-以水資源開發需求角度」  
第二次工作會議審查意見回覆

- 一、時間：103 年 10 月 30 日（星期四）下午 2 時
- 二、地點：北區水資源局第 1 會議室
- 三、主持：吳課長啟順 紀錄：廖雯雯
- 四、出（列）席人員：詳如簽名冊。
- 五、主持人致詞：(略)
- 六、受委託單位簡報：國立臺灣大學研究團隊簡報（略）
- 七、期中審查會議委員提問意見：

	會議意見	辦理情形
	<b>本局經管課林工程司凱文</b>	
1.	台水公司配水量代表公共用水，其中包含民生用水；中山用水類別為其他，中油為專供桃園煉油場，報告內文字可再精確呈現。	遵照辦理。文中已不細分民生用水及公共用水。
2	請確認三峽堰壩是否有水位監測資料，可由堰壩公式搭配抽水量進行流量計算與比對。	經詢問結果，三峽堰壩的水位資料皆為紙本，數化成電子需要大量時間，故不納入期末報告。
3.	P.5-38 開發水量所增加的供水能力為每旬 43.3 噸是否有誤，請查明後修正。	已修正。其開發水量所增加之供水能力為每旬 43.3 萬噸。
4	請以總用水量做代表，不用區分為民生用水、工業用水等。	遵照辦理。文中已使用總供水量進行分析。
	<b>本局石管中心徐工程司名顯</b>	
1.	1. 針對北水局既有測站建議及改善，可參考農工中心報告資料。	依照指示辦理。

2	水文觀測資料品質分析中，石門水庫各旬入流量信心區間部份落於區間外，請在報告中加強說明。	遵照辦理，於報告內文中已修改。說明如下，落於信心區間外可能是自然變異所造成，例如豐水年(2005)之年流量(28.2 億噸)遠大於乾早年(2003)之年流量(5.4 億噸)。另外，氣候變遷全球暖化亦可能導致更大的豐枯差異。
<b>計畫課廖工程司雯雯</b>		
1.	請於期末報告中針對有用水需求或是水源開發較關鍵之區域，進行設站位置或改善測站方式建議。	請參考”北區地區上游集水區控制點潛能水量與觀測方式建議”，針對大豹溪、打鐵坑溪及頭前溪等進行設站或改善建議。
<b>計畫課吳課長啟順：</b>		
1.	本次工作會議簡報新增成果，請補充納入後續報告。	遵照辦理。
2	水公司三峽河抽水站如有水位資料紀錄，請以堰壩公式推估流量加上抽水量，與本計畫推估作比對，如果沒有水位自記資料，亦可於報告提出建議。	經詢問結果，三峽堰壩的水位資料皆為紙本，數化成電子需要大量時間，故不納入期末報告。
3	本局另案委託農工中心研究石門水庫既有水文測站改善，資料可以交流，俾參考重點納入報告。	依指示辦理。
4	石門水庫目前日流量資料電子化僅至2003年，請石管中心下星期一前查明，是否有先前數位化資料，以提供台大團隊。	遵照辦理，已和石管中心聯繫取得資料。

5	請於 11 月上旬先安排本局計畫課同仁為主教育訓練，另邀請經管課、石管中心、水規劃所等參加，重點為分析不同缺水指數(SI)下之供水能力、Sobek 理論及實操作，俾操作意見能回饋分析模式修正。	遵照辦理。
6	1031001 期中修正稿審查意見，期末報告請補充修正。	遵照辦理，依照期中修正稿審查意見補充修正。
7	簡報針對不同缺水指數(SI)供水能力之檢討分析已有加強，另研提北區河川水資源水文觀測站技術改善及建議措施、研提北區河川水資源觀測站網長期推動建議或計畫等，期末報告請加強。	遵照辦理，站網長期推動與計畫已全數更新，主要分為計畫緣起、計畫目標、執行策略與方法、期程與經費來源等。

北區河川水文觀測站網檢討及規劃-「以水資源開發需求角度」  
第二次工作會議審查意見回覆

一、時間：103 年 11 月 21 日（星期三）上午 10 時

二、地點：北區水資源局第 1 會議室

三、主持：吳課長啟順

紀錄：廖雯雯

四、出（列）席人員：詳如簽名冊。

五、主持人致詞：(略)

六、受委託單位簡報：國立臺灣大學研究團隊簡報（略）

七、期中審查會議委員提問意見：

	會議意見	辦理情形
	<b>吳委員東雄</b>	
1.	本報告結論與建議第八、九、十點及 P4-97 4.3 節北區水資源局既有測站技術改善與建議為：打鐵坑溪、三峽河、上坪溪不易設站，以 ADCP 方式量測。但與第六章引用「台灣水文 104-109 年計畫」不一致，請說明。	已參考經濟部今年十月「台灣水文觀測長期發展計畫第二期(104年-109年)核定本」之內容，並遵照其方向提出建議。
2	P1-2 工作內容第五項：研提北區河川水資源觀測技術改善與建議措施，而本報告第六章均引用「台灣水文觀測計畫」，請依照簡報 P.25 SOBEK 檢定後的建議，並列入結論與建議內，俾利為施政依據。	遵照辦理，已納入 P.25 SOBEK 檢定後的建議:1. 中低流量水資源分析 2. 監測的關鍵點 3. 水文站的需求 4. SI 缺水指數分析。
	<b>吳委員啟順</b>	
1.	SI 案例模擬，完整細部假設，請整理納入報告附件，以能技術轉移，如農業用水、水庫蓄水、各項資料輸入、相關假設、資料處理。	遵照委員指示。已將入流量、蒸發量、保留量及庫容等資料納入附件中。

2	外業實作數量，請完整整理納入附件，俾利計價。	遵照辦理，請參考附錄四。
3	報告第 5 章文章、資料請再檢查，另如有引用其他報告、書籍，請以本計畫工作目的需要修正，無關部分可以略帶過，以免失焦。	遵照委員意見辦理。於報告中已詳細註明引用資料來源，此外，本團隊亦根據審查/工作會議以及合約項目進行案例分析與探討。
4	後續教育訓練建議可以儘快辦理，Sobek、水源 SI 模擬分析等較技術性，可安排局有興趣同仁至台大水工所上課。	遵照辦理，已在 11 月 28 日辦理教育訓練及技術轉移，提供 Sobek、水源 SI 模擬分析等較技術性指導。
5	4.3 既有測站技術改善與建議，請將雙溪水庫水規所設臨時水位站推估水源量之狀況及建議改善，增加章節說明。	雙溪水庫之臨時水文站架設是為了檢核合理化公式所推估之流量，經過長時間架設後，除了洪峰時期實測流量大於公式推估值以外，並無相關問題；水規所計畫中超越機率潛能水量推估還是須仰賴雙溪(2)、雙溪(3)兩流量站。若需要更高精度流量資料，仍可每月定期派人員前往並以 ADCP 巡測，方可得到較準確流量與斷面，以利後續水位-流量率定。
6	p4-98 指出三峽(2)流量站為三峽河抽水站？	三峽(2)為水利署的測站，三峽河抽水站為自來水公司所屬。

7	圖 5-3、5-9、5-15 石門水庫、鳶山堰、三峽河 1959-2012 各旬入流量圖，以水文年呈現(10 月至隔年 9 月)，請於圖橫軸標示，或改為 1 月開始。	遵照委員指示修正。圖中橫軸標示更改為由 1 月開始，以一般年呈現，請見 p5-37、p5-39、p5-41。
8	圖 5-10、5-16 鳶山堰、三峽河 1959-2012 各旬入流量歷年平均，趨勢幾乎相同，是否採類推？理由？	鳶山堰側入流及三峽河流量係依流量站以及面積與雨量比進行類推，其推估公式如式 5-6 至式 5-11 所示。因此流量變化趨勢相同。
9	SI 分析，石門水庫宜以未來需求量分析(p5-22)，另供需圖能均提出，如 p5-40 新竹就有供需圖，並檢查是否為署最新版。	遵照委員指示辦理。桃園地區之供需圖已補充於圖 5-52。
10	圖 5-57 1959 至 2014 石門水庫各旬蓄水量，報告指出 2.33 億噸為滿庫最大蓄水，建議宜採水庫不同年蓄容量分析。	若能完整蒐集逐年之有效庫容，便可進行相關之分析。然本工作團隊研究結果指出庫容由 2.33 億噸減少至 2.1 億噸(相當淤積 10%之庫容)，減少之蓄容量對缺水率之影響不顯著，故應可忽略蓄容量之變化。
11	圖 5-64、5-68 等比較，圖例請附註。	已補充，各圖均已附註圖例。
12	第 6 章建議以水資源開發角度檢討水文觀測站網提出建議，報告本章內容較少，所提出改善費用似乎過高，亦未交待內容及理由，建議以北部地區水資源開發角度提出，改善可列出最優先、次優先、一般。	已修正經費金額，推動措施新增 QPesums 資料導入與臨時雨量站設置驗證，請參考表 6-9，分別列出最優先、次優先及一般順序。

13	<p>針對未來擬水資源開發區，以一般、雨量推估或由流量站，掌握中、低流量，差異可能多少？可從三峽河、打鐵坑初步探討，及資料不足另以 Sobek 補遺如何，可以加強論述及發揮，以顯示本計畫效益。</p>	<p>已在 3.1 節加強論述，其大略如下：<math>Q_{85}</math> 取得是來自於既有測站流量歷年觀測資料(即超越機率為 85%之流量值)的低流量狀態，而由於未開發區域上游雨量站通常不足，所以本計畫採用 FEWS 平台雨量資料代入 SOBEK 中推估之中低流量(移除颱風豪雨部分之雨量)，分析每一個北區水資源局轄區河川上游集水區控制點流出量。</p>
14	<p>圖 4-77 大豹溪控制點位，三峽河抽水站、鳶山堰附註，溪流顯示不清楚；圖 4-80 打鐵坑溪控制點，石門水庫、大漢溪可註？，另溪流顯示亦不清楚。</p>	<p>已修正，請參考圖 4-86、圖 4-89。</p>

水規所陳智佳		
1.	摘要建請依本計畫工作項目所完成的重要數據分段摘述	遵照辦理，已依完成工作項目分段敘述。
2	結論與建議建請分別撰寫，與摘要有重覆的部份請刪除。	遵照辦理。
3	頭前溪除上游上坪溪有建議測量方式，油羅溪是否有觀測的建議，請考量。	油羅溪地文與水文條件與上坪溪相似，可以參考上坪溪方式辦理。
4	P5-28 請補充油羅溪入流量之推估公式。	遵照委員指示修正。油羅溪流量之推估公式已補充於報告 p5-10。
5	桃園地區區域供水模型建議中缺少三峽堰的限制式，建請補充。	遵照委員指示修正。三峽堰最大取水量為每日 53 萬噸，已補充於報告 p5-55。
6	桃園地區各控制點之流量推估式建請補充。	遵照委員指示修正。桃園地區流量推估式以補充於報告 p5-33，如示 5-6 至 5-11 式所示。
7	有關水文觀測容許誤差為 20%，是否為高流量?低流量是否如此，建請說明。	進行水文觀測容許誤差分析時，係將整年流量增加與減少 20% 進行討論，並未區分高流量及低流量。

8	含砂濃度的量測本計畫是否有相關建議。	感謝委員意見；本團隊今年曾文水庫研發超音波式輸砂計量系統，已有成果，請見附錄4，本計畫平時含沙量採樣章節作簡介。
<b>石管中心徐名顯</b>		
1.	報告中有關本局水文觀測系統之敘述仍有部份錯誤，後續請協助修正。	遵照辦理。
2	第肆章 4.1 及 4.2 節建議可再精簡其內容，可以表列方式呈現。	已刪除部份文字，且 4.1 節內容依意見表列至最後一節。
3	簡報 P.40 桃園地區系統部份錯誤，請修正。	遵照委員指示修正。誤植之文字已修正，見 p5-53。
4	水文觀測建議部份，期末報告此次方向較為正確，惟仍建議納入颱風時期之觀測方式。	既有測站改善與建議部分已加入高流量或高含沙量時流量量測技術介紹。
5	本局資訊已提供氣象局，是否那入 Qpesums 仍應以氣象局規定為主。	將依照經濟部今年十月「台灣水文觀測長期發展計畫第二期(104年-109年)核定本」之內容，以提高儀器精度(檢校)與現有偏遠山區雨量站傳輸功能之改善為建議，期望提升其品質以利往後氣象局採用。
6	目前署內已有另外計畫去規劃水文觀測之作業方式，建議可將之精簡的納入報告中。	遵照辦理。

7	本案所彙整之資料建議可提供本局相關參考，以發揮本案最大效益。	相關彙整資料已放入附錄以提供參考。
8	長期推動經費表建議可以本局立場再行考量修正。	長期推動經費已修正，依照輕重緩急做區分，經費共5620萬元。
<b>王副局長國樑</b>		
1	摘要請以節錄各章節重點重要數據，並盡可能以條列及圖表方式呈現。	摘要依照水規所格式，並以圖表方式呈現。
2	結論與建議內容請區分結論、建議兩節分列。	結論與建議已區分為兩節。
3	報告格式請依水利署及本局規定格式來調整。	遵照辦理。
4	第壹章前言請補充計畫緣起、計畫範圍及歷年成果等節，另工作進度該節請刪除。	第壹章前言已修正畫緣起、計畫範圍，並刪除工作進度。
5	第貳章相關搜集的本局轄管範圍的河川基本資料及調查分析成果相當重要，請執行團隊加以建議電子檔，以利未來適時加以加值利用。	相關河川基本資料及調查分析成果會以電子檔燒成光碟，以供本局加值利用。
6	第參章河道大斷面測量、平時流量量測及含砂量量測採樣並如同結論之方式來辦理。	遵照辦理。

7	<p>第肆章水文觀測與技術改善及建議措施，請就以水資源開發需求角度為重點來檢討修正。</p>	<p>第肆章針對北區水資源局轄區各中央管河川，分析是否具有開發潛能：1.選擇各流域較上游測站，依照水利法以超越機率流量 <math>Q_{85}</math> 分析上游平時流量。2.為分析同樣測站點中低流量，以測站為控制點將鄰近雨量站資料應用 SOBEK 模式推算該區歷年流量，再扣除颱洪事件為中低流量。3.若 <math>Q_{85}</math> 與中低流量都具有相當水量，便可評估上游既有測站是否充足、適合新設測站與適合觀測點位及建議量測方法。</p>
8	<p>第伍章相關石門水庫案例探討成果請洽水規所及本局計畫課、經管課及石管中心加以檢討確認。</p>	<p>遵照主席指示辦理。本團隊已於教育訓練課程中與水規所及北水局同仁仔細交流、討論與確認。</p>
9	<p>第伍章案內頭前溪水源為例的探討成果，請洽水規所及本局計畫課、經管課寶管中心再加以檢討確認。</p>	<p>遵照主席指示辦理。本團隊已於教育訓練課程中與水規所及北水局同仁仔細交流、討論與確認。</p>
10	<p>第陸章研提河川水資源觀測站網長期推動與建議本文內容，請再與本局計畫課研商，務必以務實及輕重緩急的原則來調整。</p>	<p>第陸章站網長期推動與建議推動措施新增 QPesums 資料導入與臨時雨量站設置驗證，請參考表 6-9，分別列出最優先、次優先及一般順序來調整。</p>

11	第柒章技術轉移及教育訓練請配合計畫實質的內容加以改正及補充，相關的課程教材內容並請適度補充至附錄中。	遵照辦理，請參照表 7-2 教育訓練交流內容，並補充照片圖 7-1、7-2。相關課程教材納入附錄五，請參照。
12	本期末報告與簡報原則認可，請參酌與會委員及各相關代表單位加以研酌，並於成果報告中有所回應。	期末報告修正檔已參照簡報內容修正。
13	請執行單位於日期 12 月 3 日檢送成果報告修正稿至本局計畫課，憑辦後續作業。	遵照辦理。已於 12 月 3 日寄送成果報告修正稿於計畫課。

## 附錄二 102年水庫年報

現有水庫或壩堰概況 (本表共6頁)

中華民國102年底

地區別	水庫或壩堰名稱	壩堰所在(或越域引水)	壩堰位置	壩堰型式	壩堰高	壩堰長	集水區面積	滿水位面積	有效容量	設計總容量	功能	完成庫容測量之最近時間
	*	溪流名稱	(縣(市)鄉鎮)		(公尺)	(公尺)	(公頃)	(公頃)	(萬立方公尺)	(萬立方公尺)		(年月)
臺灣中區計									52,272.6	83,651.8		
臺灣中區	大埔水庫 *	中港溪支流峨眉溪	新竹縣峨眉鄉	混凝土重力壩	20.9	98.8	10,000.0	135.0	529.9	925.8	灌溉、工業用水、	99.07
臺灣中區	劍潭水庫 *	中港溪支流南港溪	苗栗縣造橋鄉	混凝土重力壩	8.0	34.4	4,225.0	22.0	51.7	78.7	灌溉、防洪	99.07
臺灣中區	永和山水庫 *註3	中港溪支流北坑溝、中港溪支流南庄溪(越域引水)	苗栗縣頭份鎮、三灣鄉	滾壓式土壩	62.5	340.0	480.0	165.0	2,809.6	2,957.4	公共給水	95.01
臺灣中區	明德水庫 *	後龍溪支流老田寮溪	苗栗縣頭屋鄉	滾壓式土壩	35.5	187.0	6,108.0	162.0	1,276.0	1,770.0	公共給水、灌溉、工業用水、觀光	98.07
臺灣中區	鯉魚潭水庫 *	大安溪支流景山溪	苗栗縣卓蘭鎮大湖鄉	滾壓式土石壩	96.0	235.0	5,345.0	438.0	11,546.9	12,606.9	公共給水、灌溉、觀光	101.11
臺灣中區	士林攔河堰 *	大安溪	苗栗縣泰安鄉	混凝土重力壩	21.0	253.5	44,712.0	30.0	52.6	105.0	發電	102.07
臺灣中區	德基水庫 *	大甲溪、大甲溪支流志樂溪	臺中市和平區	混凝土雙曲線拱壩	180.0	285.0	59,200.0	453.1	14,876.0	26,220.7	發電	102.11
臺灣中區	青山壩 *	大甲溪	臺中市和平區	混凝土重力壩	45.0	100.0	59,580.0	5.6	39.1	69.0	發電	100.03
臺灣中區	谷關水庫 *	大甲溪、大甲溪支流小雪溪	臺中市和平區	混凝土拱壩	85.1	149.0	70,775.0	43.6	522.0	1,710.0	發電	100.03
臺灣中區	天輪壩 *	大甲溪	臺中市和平區	混凝土重力壩	48.2	91.0	82,700.0	5.5	27.3	82.4	發電	100.03
臺灣中區	馬鞍壩 *	大甲溪	臺中市和平區	混凝土重力壩	23.5	229.5	91,640.0	6.9	14.0	57.5	發電	100.03
臺灣中區	石岡壩 *	大甲溪	臺中市石岡區	混凝土重力壩	25.0	275.5	106,100.0	65.0	109.6	184.2	公共給水、灌溉、觀光	102.11
臺灣中區	北山坑堰 註2	烏溪支流南港溪	南投縣國姓鄉	混凝土固床工	5.5	98.9	-	-	-	-	發電	-
臺灣中區	霧社水庫 *	濁水溪支流霧社溪	南投縣仁愛鄉	拱形重力式混凝土壩	114.0	205.0	21,900.0	293.0	4,726.0	14,860.0	發電	102.10
臺灣中區	武界壩 *註4	濁水溪支流萬大溪	南投縣仁愛鄉	混凝土重力壩	57.6	86.5	50,100.0	11.0	95.5	1,400.0	引水	90.08
臺灣中區	日月潭水庫 *註4	濁水溪(武界壩越域引水至水社水尾溪)	南投縣魚池鄉	混凝土心牆土壩	30.3	363.6	1,700.0	821.9	13,218.1	17,162.1	發電、公共給水、觀光	102.10
臺灣中區	明湖下池水庫 *註4	濁水溪支流水里溪、日月潭水庫	南投縣水里鄉	混凝土重力壩	57.5	169.5	3,700.0	53.4	745.0	975.6	發電	99.01
臺灣中區	明潭下池水庫 *註4	濁水溪支流水里溪、日月潭水庫	南投縣水里鄉	混凝土重力壩	61.5	314.0	2,045.0	65.0	1,143.3	1,440.0	發電	102.02
臺灣中區	統櫃壩 *註4	濁水溪支流水里溪支流統櫃溪	南投縣水里鄉	混凝土重力壩	27.3	57.2	382.0	2.0	8.6	11.1	發電	102.02
臺灣中區	頭社水庫 *	濁水溪支流水里溪支流	南投縣魚池鄉	滾壓土石壩	12.0	64.0	55.0	5.0	21.3	30.4	灌溉、觀光	100.09
臺灣中區	集集攔河堰 *	濁水溪	南投縣集集鎮	閘門控制溢流堰	15.0	352.5	203,400.0	242.0	460.0	1,005.0	公共給水、灌溉、工業用水	102.11

現有水庫或壩堰概況 (本表共6頁)

中華民國102年底

地區別	水庫或壩堰名稱	壩堰所在(或越域引水)	壩堰位置	壩堰型式	壩堰高	壩堰長	集水區面積	滿水位面積	有效容量	設計總容量	功能	完成庫容測量之最近時間
	*	溪流名稱	(縣市)鄉鎮		(公尺)	(公尺)	(公頃)	(公頃)	(萬立方公尺)	(萬立方公尺)		(年月)
<b>臺灣南區計</b>									<b>76,577.4</b>	<b>122,169.1</b>		
臺灣南區	內埔子水庫 *	朴子溪	嘉義縣民雄鄉	土石壩	26.0	172.0	319.0	19.4	68.1	91.0	灌溉	97.12
臺灣南區	仁義潭水庫 *	八掌溪(引水渠)	嘉義縣番路鄉	土石壩	28.0	1,535.0	366.0	232.0	2,580.0	2,911.3	公共給水、觀光	100.08
臺灣南區	蘭潭水庫 *	八掌溪	嘉義市	混凝土心牆土壩	34.0	982.5	208.6	80.6	923.7	949.0	公共給水、觀光	100.08
臺灣南區	鹿寮溪水庫 *	八掌溪支流頭前溪支流 鹿寮溪	臺南市白河區	混凝土心牆土壩	30.0	270.4	750.0	32.0	90.2	378.3	灌溉、工業用水	97.10
臺灣南區	白河水庫 *	急水溪支流白水溪	臺南市白河區	土壩	42.5	210.0	2,655.0	172.0	969.5	2,509.0	公共給水、灌溉、 觀光	98.12
臺灣南區	尖山埤水庫 *	急水溪支流龜重溪上游 支流	臺南市柳營區	混凝土心牆土壩	30.0	255.6	1,028.0	53.0	150.6	698.5	灌溉、觀光	101.10
臺灣南區	德元埤水庫 *	急水溪支流溫厝寮溪	臺南市柳營區	土壩	6.7	635.5	3,211.0	114.7	179.0	385.3	灌溉	97.12
臺灣南區	烏山頭水庫 *	曾文溪支流官田溪、曾 文溪(越域引水)	臺南市六甲區、 官田區	土壩	56.0	1,273.0	5,824.0	979.0	7,982.0	15,415.0	公共給水、灌溉、 觀光	99.12
臺灣南區	曾文水庫 *	曾文溪	嘉義縣大埔鄉	土石壩	133.0	400.0	48,100.0	1,804.8	47,329.7	74,840.0	公共給水、灌溉、 觀光、發電、防洪	102.09
臺灣南區	南化水庫 *註5	曾文溪支流後堀溪、高 屏溪支流旗山溪(越域 引水)	臺南市南化區	土石壩	87.5	510.0	10,830.0	499.8	9,793.0	15,441.0	公共給水	102.11
臺灣南區	甲仙攔河堰 *註2、5	高屏溪支流旗山溪	高雄市甲仙區	混凝土固定堰	7.0	120.0	58,500.0	-	-	-	公共給水	-
臺灣南區	鏡面水庫 *	曾文溪支流菜寮溪支流 鏡面溪	臺南市南化區	混凝土壩	36.0	120.0	273.0	11.6	100.6	115.0	公共給水、灌溉	101.11
臺灣南區	玉峰堰 *	曾文溪	臺南市山上區	橡皮壩	2.0	82.5	37,832.0	6.6	16.9	16.0	公共給水	100.08
臺灣南區	鹽水埤水庫 *	鹽水溪支流茄苳溪	臺南市新化區	土壩	8.5	420.0	574.0	11.2	45.2	75.6	灌溉	96.12
臺灣南區	虎頭埤水庫 *	鹽水溪支流茄苳溪	臺南市新化區	土壩	15.3	470.0	715.0	26.0	106.1	135.7	灌溉、觀光	100.10
臺灣南區	阿公店水庫 *	阿公店溪、高屏溪支流 旗山溪(越域引水)	高雄市燕巢區	土壩	31.0	2,380.0	3,187.0	395.0	1,662.6	2,825.0	公共給水、灌溉、 防洪	102.10
臺灣南區	觀音湖水庫 *	後勁溪支流獅龍溪	高雄市仁武區	土壩	6.0	595.0	51.0	17.9	40.6	46.8	灌溉	100.08

現有水庫或壩堰概況 (本表共6頁)

中華民國102年底

地區別	水庫或壩堰名稱	壩堰所在(或越域引水)	壩堰位置	壩堰型式	壩堰高	壩堰長	集水區面積	滿水位面積	有效容量	設計總容量	功能	完成庫容測量之最近時間
	*	溪流名稱	(縣(市)鄉鎮)		(公尺)	(公尺)	(公頃)	(公頃)	(萬立方公尺)	(萬立方公尺)		(年月)
臺灣南區	土壠灣堰	註2 高屏溪支流荖濃溪	高雄市六龜區	混凝土固床工	7.9	104.0	-	-	-	-	發電	-
臺灣南區	中正湖水库	* 高屏溪支流荖濃溪	高雄市美濃區	土石壩	7.0	400.0	630.0	18.9	55.6	60.6	灌溉	101.11
臺灣南區	鳳山水庫	* 註6 高屏溪及東港溪(抽水)	高雄市林園區	土壩	39.5	325.0	275.0	75.0	751.2	920.0	公共給水、工業用水、觀光	98.10
臺灣南區	東港堰	* 註1、6 東港溪	屏東縣新園鄉	混凝土堰	2.5	87.0	39,300.0	...	...	...	工業用水	-
臺灣南區	澄清湖水库	* 註7 高屏溪(抽水)	高雄市鳥松區	土壩	5.4	1,000.0	358.5	110.0	263.0	412.0	公共給水、灌溉、觀光	100.03
臺灣南區	高屏溪攔河堰	* 註2、7 高屏溪	高雄市大樹區、屏東縣、屏東市	橡皮壩	2.0	890.0	406.0	454.0	-	-	公共給水	-
臺灣南區	隘寮堰	註2 高屏溪支流隘寮溪	屏東縣瑪家鄉	混凝土堰	2.5	90.0	-	-	-	-	灌溉	-
臺灣南區	曹公圳攔河堰	高屏溪	高雄市大樹區	混凝土堰	5.0	1,000.0	300.0	300.0	450.0	450.0	公共給水、灌溉	-
臺灣南區	牡丹水库	* 四重溪支流汝仍溪、牡丹溪	屏東縣牡丹鄉	滾壓土石壩	65.0	445.6	6,920.0	138.9	2,678.6	3,119.0	灌溉、公共給水、觀光	102.11
臺灣南區	龍鑾潭水库	* (天然積水)	屏東縣恆春鎮	土壩	18.3	2,018.0	401.0	130.0	341.2	375.0	灌溉、生態保育	97.09
<b>臺灣東區計</b>									<b>115.4</b>	<b>140.7</b>		
臺灣東區	南溪壩	* 和平南溪	宜蘭縣南澳鄉	混凝土重力壩	42.0	116.0	15,800.0	4.7	63.5	73.0	發電	100.12
臺灣東區	溪畔壩	* 立霧溪	花蓮縣秀林鄉	混凝土重力壩	30.0	125.8	51,010.0	4.0	25.4	34.0	發電	97.12
臺灣東區	龍溪壩	* 花蓮溪支流木瓜溪支流龍溪	花蓮縣秀林鄉	混凝土重力壩	29.5	83.0	5,370.0	3.6	18.9	23.6	發電	99.12
臺灣東區	龍鳳壩	註2 花蓮溪支流木瓜溪支流鳳溪、龍溪	花蓮縣秀林鄉	混凝土跌水式重力壩	24.0	37.0	-	-	-	-	發電	-
臺灣東區	木瓜壩	* 花蓮溪支流木瓜溪	花蓮縣秀林鄉	混凝土重力壩	24.8	40.0	14,570.0	0.2	0.2	0.5	發電	97.12
臺灣東區	水簾壩	* 花蓮溪支流木瓜溪	花蓮縣秀林鄉	混凝土重力壩	27.0	88.0	28,400.0	0.4	2.1	2.2	發電	97.12
臺灣東區	卑南上圳攔河堰	註2、8 卑南溪支流鹿野溪	臺東縣延平鄉	混凝土重力壩	20.4	65.0	-	-	-	-	灌溉	-
臺灣東區	酬勤水库	* 流麻溝	臺東縣綠島鄉	混凝土重力壩	14.9	58.5	146.0	1.2	5.3	7.4	公共給水	101.04

現有水庫或壩堰概況 (本表共6頁)

中華民國102年底

地區別	水庫或壩堰名稱	壩堰所在(或越域引水)	壩堰位置	壩堰型式	壩堰高	壩堰長	集水區面積	滿水位面積	有效容量	設計總容量	功能	完成庫容測量之最近時間
	*	溪流名稱	(縣(市)鄉鎮)		(公尺)	(公尺)	(公頃)	(公頃)	(萬立方公尺)	(萬立方公尺)		(年月)
<b>臺灣離島地區計</b>	註10								<b>1,035.4</b>	<b>1,085.6</b>		
澎湖地區小計									347.6	367.6		
澎湖地區	赤崁地下水庫	*註9 赤崁村(天然積水)	澎湖縣白沙鄉	地下截水牆	EL+3.0	840.0	214.0	-	51.0	70.0	公共給水、灌溉	100.03
澎湖地區	成功水庫	* 港底溪及紅羅越域引水	澎湖縣湖西鄉	混凝土壩及堆石壩	10.5	463.0	511.0	32.0	121.0	121.0	公共給水	100.03
澎湖地區	興仁水庫	* 雙港溪支流及菜園越域引水	澎湖縣馬公市	混凝土重力壩	13.0	232.0	227.0	15.0	74.0	74.0	公共給水	100.03
澎湖地區	東衛水庫	* 東衛里(天然積水)	澎湖縣馬公市	混凝土重力壩	9.5	247.5	130.0	8.0	32.3	32.3	公共給水	100.03
澎湖地區	小池水庫	* 大池村(天然積水)	澎湖縣西嶼鄉	土石壩	16.0	245.0	105.0	4.0	20.5	20.5	公共給水	100.03
澎湖地區	西安水庫	* 西安村(天然積水)	澎湖縣望安鄉	混凝土重力壩	13.0	361.0	82.0	7.0	23.6	24.0	公共給水	100.03
澎湖地區	烏溝蓄水塘	* 將軍村(天然積水)	澎湖縣望安鄉	混凝土重力壩	12.0	70.0	146.0	1.0	2.7	3.3	公共給水	100.03
澎湖地區	七美水庫	* 東湖村(天然積水)	澎湖縣七美鄉	土石壩	14.0	146.0	114.0	11.0	22.5	22.5	公共給水	100.03
金門地區小計									583.6	591.8		
金門地區	山西水庫	* (天然積水)	金門縣金沙鎮	混凝土重力壩	12.0	82.0	84.0	3.8	21.0	21.0	公共給水	92
金門地區	擎天水庫	* 太武山	金門縣金沙鎮	混凝土重力壩	19.0	145.0	150.0	3.9	23.8	23.8	公共給水	93
金門地區	紫湖	* 金沙溪	金門縣金沙鎮	混凝土壩	3.5	46.0	230.0	13.9	45.2	45.2	公共給水	94
金門地區	金沙水庫	* 金沙溪	金門縣金沙鎮	混凝土壩	4.2	445.0	593.0	14.3	57.0	57.0	公共給水	90
金門地區	陽明湖	* 前埔溪	金門縣金湖鎮	混凝土溢流壩	5.7	27.0	163.0	5.6	30.8	30.8	公共給水	100
金門地區	田浦水庫	* 前埔溪	金門縣金沙鎮	土壩	12.0	500.0	710.0	17.8	67.8	67.8	公共給水	99
金門地區	太湖	* 山外溪	金門縣金湖鎮	土壩	11.3	600.0	741.0	39.3	168.9	168.9	公共給水	98.07
金門地區	瓊林水庫	* 瓊林溪	金門縣金湖鎮	滾壓均質土壩	9.7	529.0	153.0	9.9	30.9	30.9	公共給水	90
金門地區	蘭湖	* (天然積水)	金門縣金湖鎮	混凝土壩	5.0	210.0	125.0	5.4	37.0	37.0	公共給水	92
金門地區	西湖	* (天然積水)	金門縣烈嶼鄉	混凝土壩	2.3	900.0	190.0	17.2	48.6	48.6	公共給水	95
金門地區	蓮湖	* (天然積水)	金門縣烈嶼鄉	土壩	5.0	90.0	112.0	2.0	7.9	7.9	公共給水	101
金門地區	菱湖	* (天然積水)	金門縣烈嶼鄉	土壩	10.0	70.0	37.0	2.5	9.0	9.0	公共給水	90
金門地區	金湖	* (天然積水)	金門縣金湖鎮	混凝土壩	13.2	200.0	760.0	12.0	35.7	43.9	公共給水	98.09

現有水庫或壩堰概況 (本表共6頁)

中華民國102年底

地區別	水庫或壩堰名稱	壩堰所在(或越域引水)	壩堰位置	壩堰型式	壩堰高	壩堰長	集水區面積	滿水位面積	有效容量	設計總容量	功能	完成庫容測量之最近時間
	*	溪流名稱	(縣(市)鄉鎮)		(公尺)	(公尺)	(公頃)	(公頃)	(萬立方公尺)	(萬立方公尺)		(年月)
連江地區小計									104.2	126.2		
連江地區	東湧水庫 *	(天然積水)	連江縣東引鄉	混凝土重力壩	18.5	122.5	49.5	0.9	7.0	9.0	公共給水	93.11
連江地區	板里水庫 *	(天然積水)	連江縣北竿鄉	混凝土重力壩	18.6	140.0	32.0	1.9	15.8	17.0	公共給水	93.11
連江地區	邱桂山水庫 *	(天然積水)	連江縣南竿鄉	混凝土重力壩	15.0	82.0	8.4	0.5	3.4	3.7	公共給水	93.11
連江地區	儲水沃水庫 *	(天然積水)	連江縣南竿鄉	混凝土重力壩	23.5	110.0	38.7	0.7	4.5	4.8	公共給水	93.11
連江地區	津沙一號水庫 *	(天然積水)	連江縣南竿鄉	混凝土重力壩	14.3	60.0	15.0	0.3	1.4	1.6	公共給水	93.11
連江地區	津沙水庫 *	(天然積水)	連江縣南竿鄉	混凝土重力壩	23.0	106.0	24.3	0.9	5.7	5.7	公共給水	93.11
連江地區	勝利水庫 *	(天然積水)	連江縣南竿鄉	混凝土重力壩	22.0	135.0	75.5	2.7	25.9	27.7	公共給水	93.11
連江地區	后沃水庫 *	(天然積水)	連江縣南竿鄉	混凝土重力壩	18.0	196.0	51.6	4.7	40.6	56.7	公共給水	97.05

填表 審核 主辦統計人員 機關長官 主辦業務人員

資料來源：本署所屬北、中、南區水資源局、台灣電力股份有限公司、台灣糖業公司、台灣自來水股份有限公司、臺北自來水事業處、金門縣自來水廠、連江縣自來水廠、臺北翡翠水庫管理局、高雄市政府、苗栗、南投、嘉南、高雄、屏東及臺東農田水利會。

填表說明：1. 本表由本署會計室編製1式2份，1份送本署水源經營組，1份自存，並公布於本署網站。

2. 各填報單位於次年3月底前將資料報送本署，由本署於次年4月底前完成彙編。

3. 本表現有水庫壩堰係指已建造完成者。

4. 「\*」註記者為經公告之水庫。

5. 本表總計與細項和或有不符，係小數點以下採四捨五入所致。

附註：1. 表內水庫壩堰部分資料為「...」，係攔沙功能，或規模甚小，故資料不詳。

2. 表內水庫壩堰部分資料為「-」，係因水庫壩堰為川流溢流壩或自由溢流壩。

3. 隆恩堰部分資料為「...」，係因與寶山水庫及永和山水庫聯合運用。

4. 武界壩、明湖、明潭下池水庫、鏡權壩與日月潭聯合運用，部分『集水區面積』重覆計列。

5. 甲仙攔河堰抬高旗山溪水位，引水至南化水庫聯合運用。

6. 東港堰與鳳山水庫聯合運用。

7. 高屏溪攔河堰與澄清湖水庫聯合運用。

8. 卑南上圳攔河堰已淤滿無蓄水功能，現採上游築土堤方式引水至進水口。

9. 赤崁地下水庫為地下水庫無法計列『滿水位面積』；另壩堰高度「EL+」表海平面以上。

10. 離島地區部份水庫因淤澱及加高，其總容量變化較大，其設計總容量係以重測庫容之總蓄水量計之。

民國103年4月18日編製

## 附錄三 外業實作數量

外業實作地點為湊合橋及打鐵坑溪，因需與湊合橋比較對照，故再選擇金敏橋做為比較的地點。其外業實作數量包含流量量測及含砂量量測 18 次、大斷面量測 1 次，達成契約項所要求數量，含砂量採樣經現場量測再由濾紙過濾，並無明顯殘留懸浮物質。

### (一)打鐵坑溪

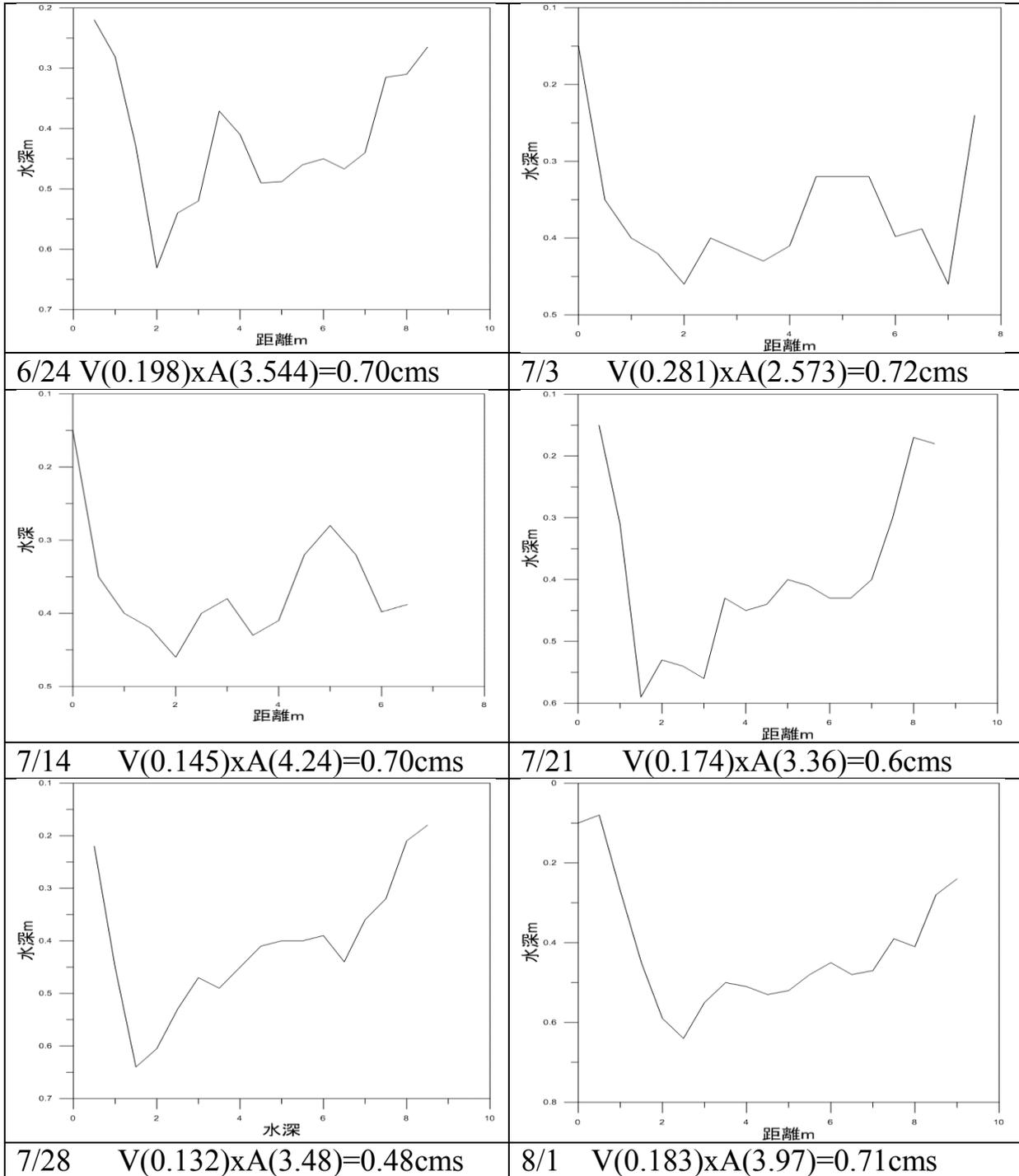
附表 1 打鐵坑溪流量實作數量日期表

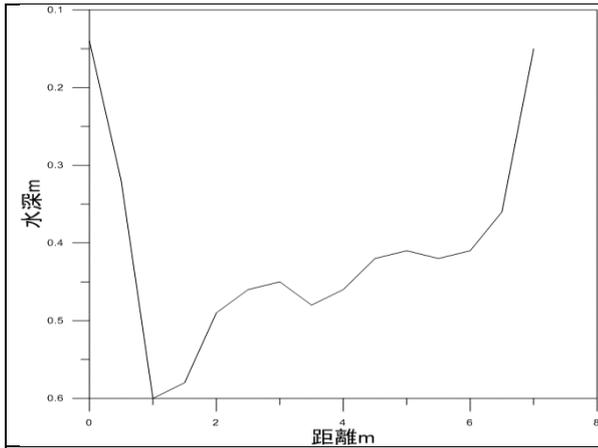
次數	日期	含砂量 ppm	流量 cms	次數	日期	含砂量 ppm	流量 cms
1	6月24日	0	0.70	10	9月10號	0	0.28
2	7月3日	0	0.72	11	9月17號	0	0.31
3	7月14日	0	0.70	12	9月25號	0	0.4
4	7月21日	0	0.60	13	10月8號	0	0.2
5	7月28日	0	0.48	14	10月16號	0	0.2
6	8月1日	0	0.71	15	10月23號	0	0.19
7	8月8號	0	0.33	16	10月31號	0	0.15
8	8月21號	0	0.39	17	11月3號	0	0.24
9	8月25號	0	0.22	18	11月7號	0	0.28



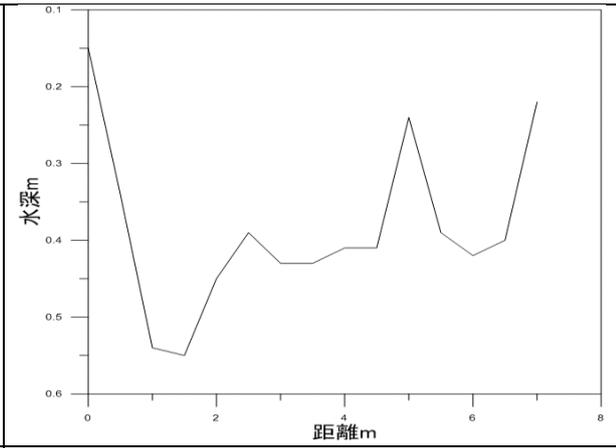
附圖 1 打鐵坑溪光達資料畫面

附表 2 打鐵坑溪斷面實作數量圖

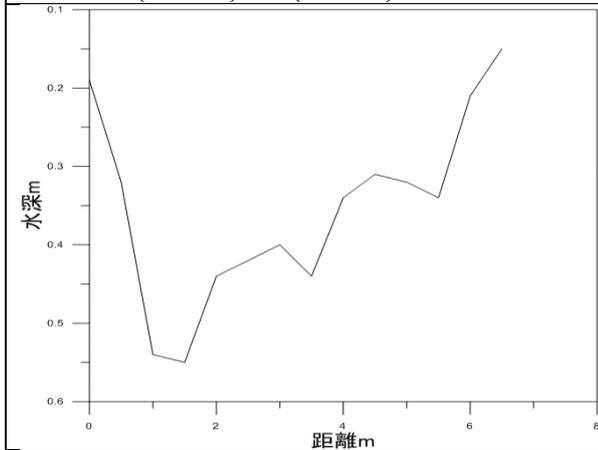




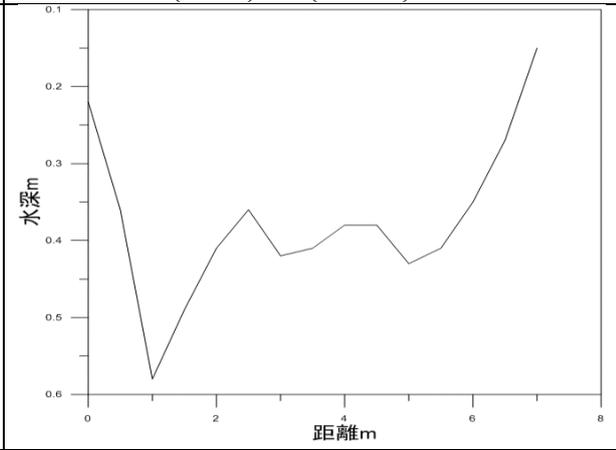
8/8  $V(0.104) \times A(3.075) = 0.329 \text{cms}$



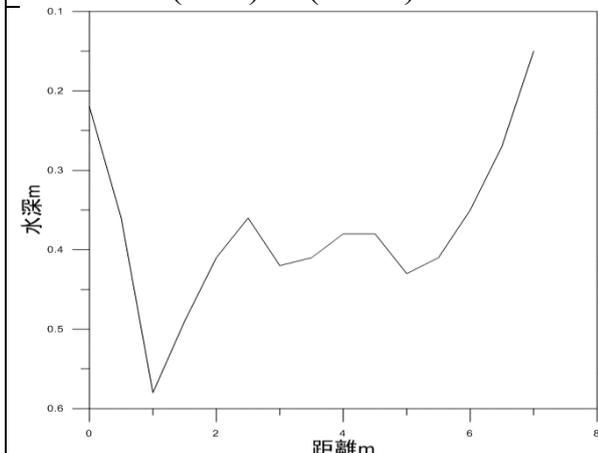
8/21  $V(0.13) \times A(2.885) = 0.38 \text{cms}$



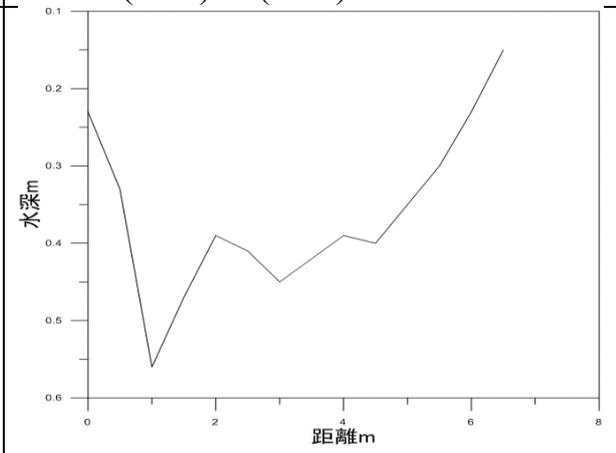
8/25  $V(0.13) \times A(2.885) = 0.38 \text{cms}$



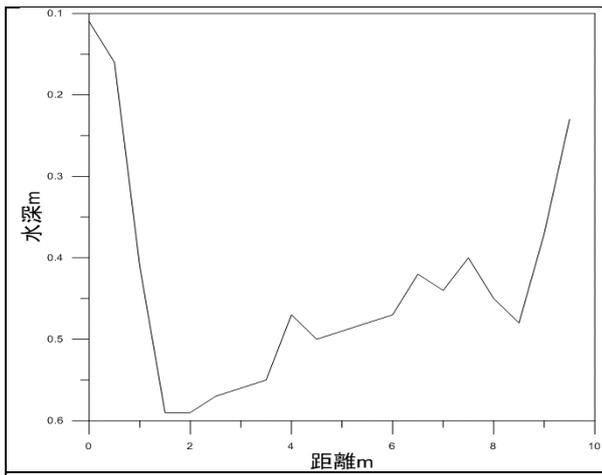
9/10  $V(0.09) \times A(2.81) = 0.275 \text{cms}$



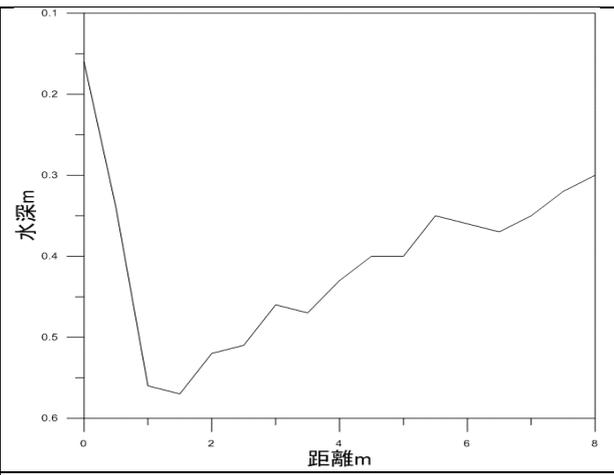
9/17  $V(0.117) \times A(2.54) = 0.308 \text{cms}$



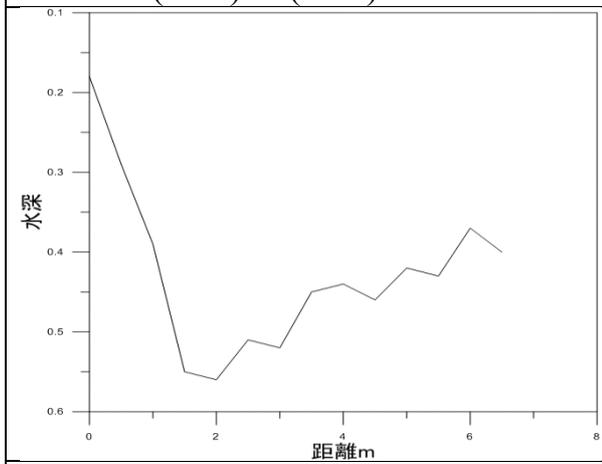
9/25  $V(0.117) \times A(2.54) = 0.308 \text{cms}$



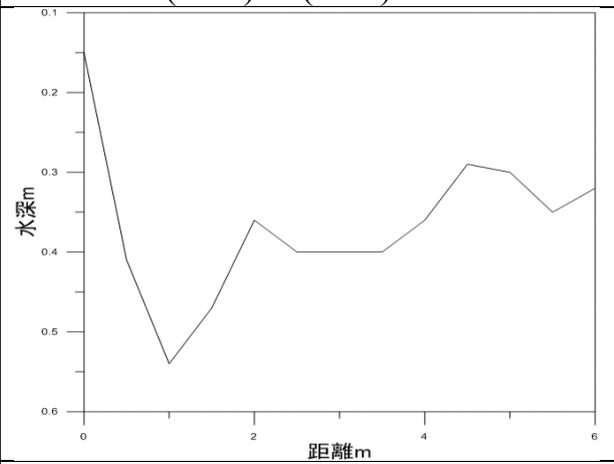
10/8  $V(0.06) \times A(3.43) = 0.23 \text{cms}$



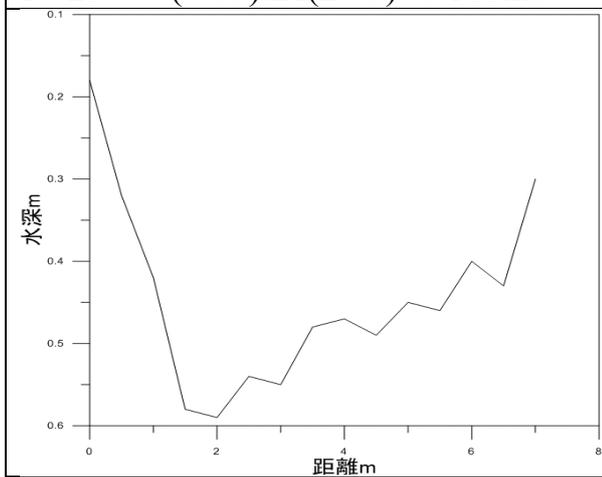
10/16  $V(0.05) \times A(3.44) = 0.19 \text{cms}$



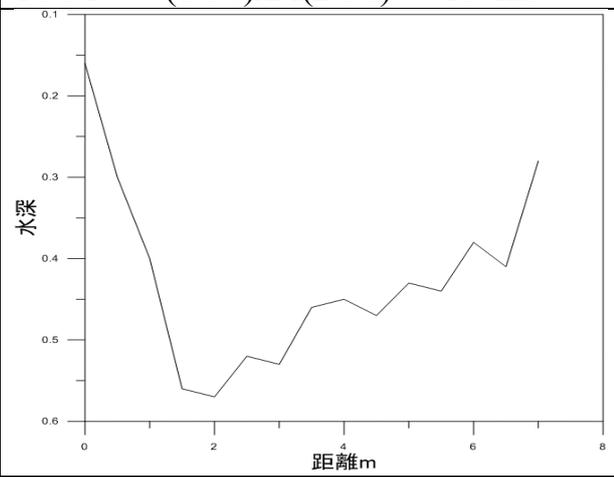
10/23  $V(0.06) \times A(2.99) = 0.18 \text{cms}$



10/31  $V(0.06) \times A(2.38) = 0.15 \text{cms}$



11/3  $V(0.07) \times A(3.33) = 0.23 \text{cms}$

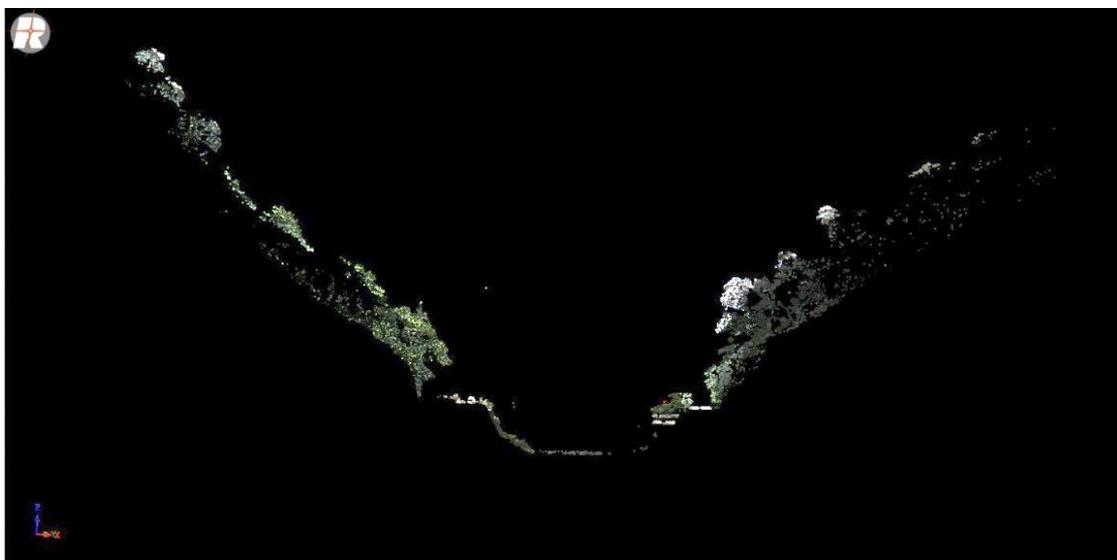


11/7  $V(0.09) \times A(3.18) = 0.28 \text{cms}$

## (二)湊合橋

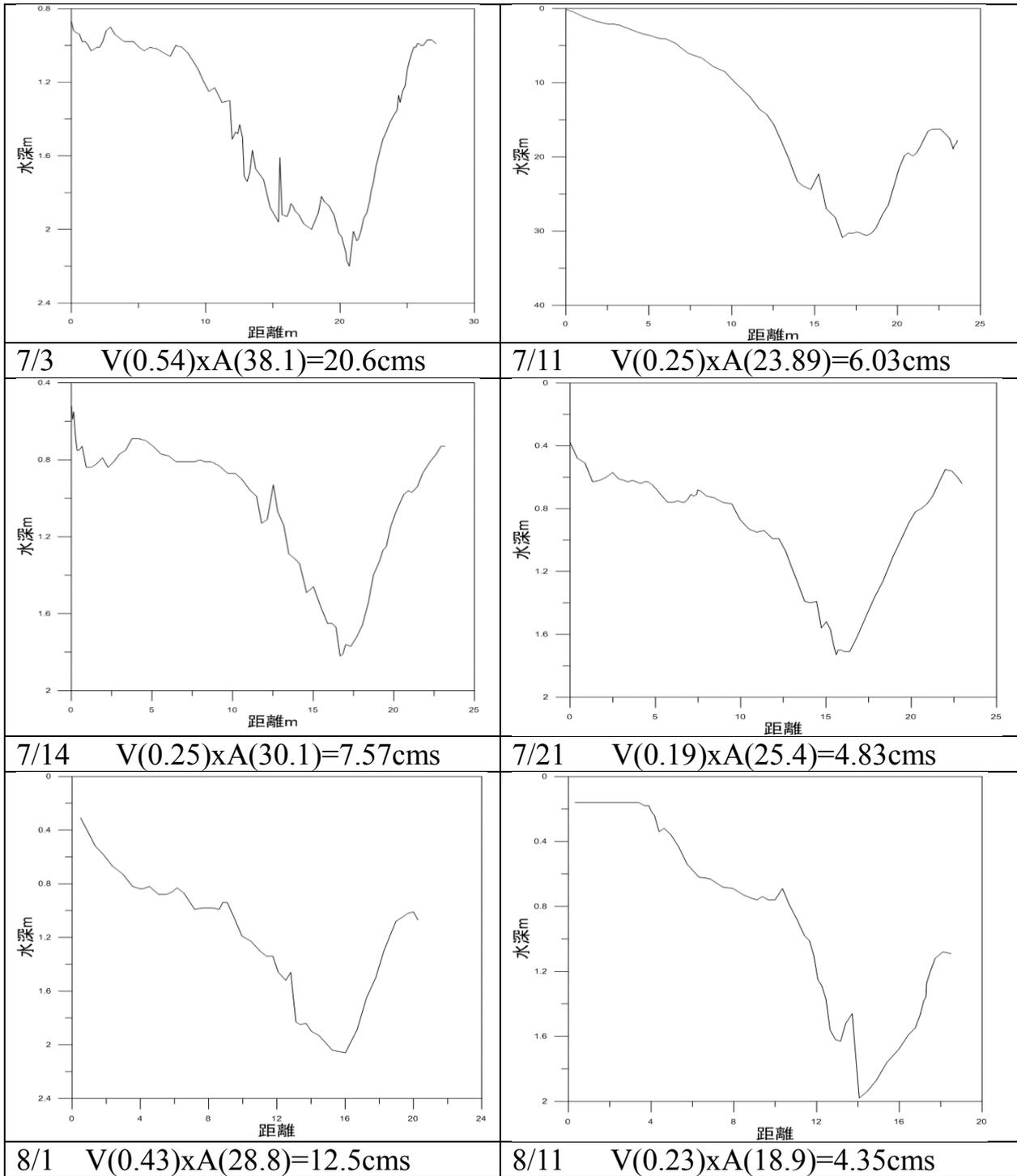
附表 3 湊合橋流量實作數量日期表

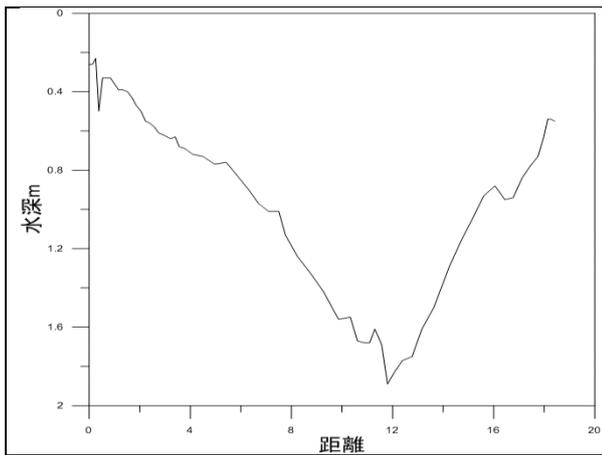
次數	日期	含砂量 Ppm	流量 cms	次數	日期	含砂量 Ppm	流量 cms
1	7月3號	0	20.6	10	10月9號	0	15.8
2	7月11號	0	6.03	11	10月13號	0	18.45
3	7月14號	0	7.57	12	10月24號	0	2.62
4	7月21號	0	4.83	13	10月25號	0	2.6
5	8月1號	0	12.5	14	10月26號	0	2.54
6	8月11號	0	4.35	15	10月27號	0	2.16
7	8月21號	0	5.06	16	10月31號	0	2.23
8	9月5號	0	5.4	17	11月1號	0	2.32
9	9月9號	0	17	18	11月2號	0	2.83



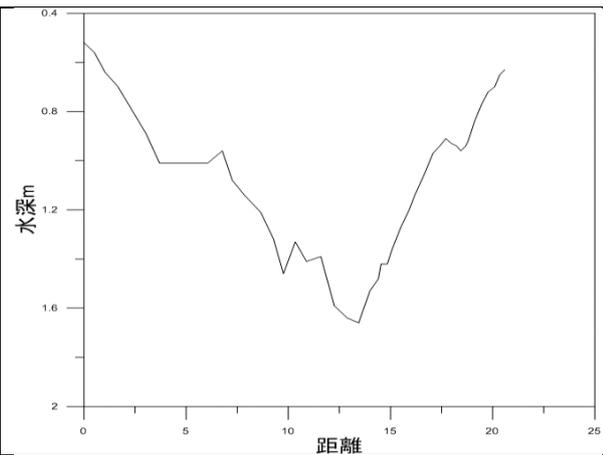
附圖 2 湊合橋光達資料畫面

附表 4 湊合橋斷面實作數量圖

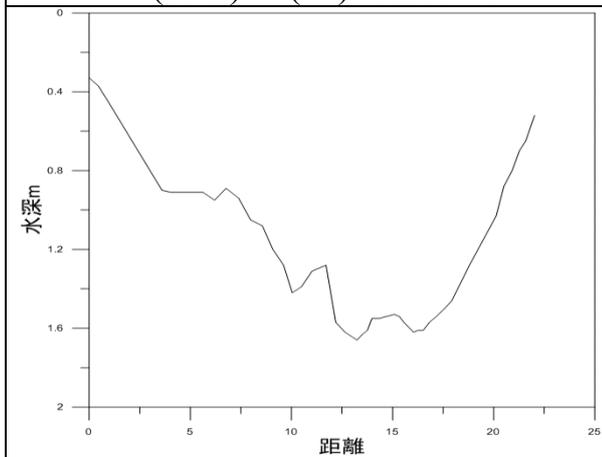




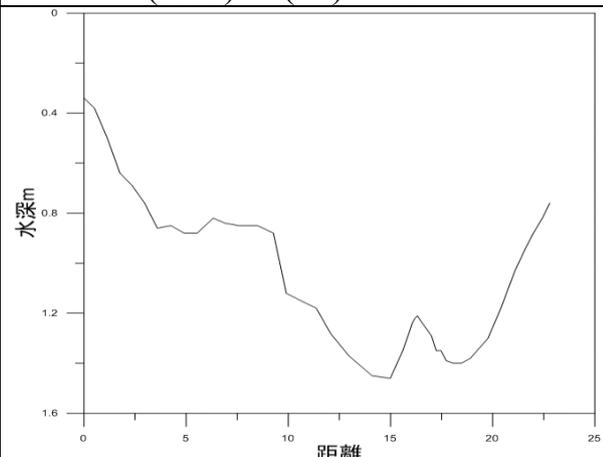
8/21  $V(0.23) \times A(22) = 5.06 \text{cms}$



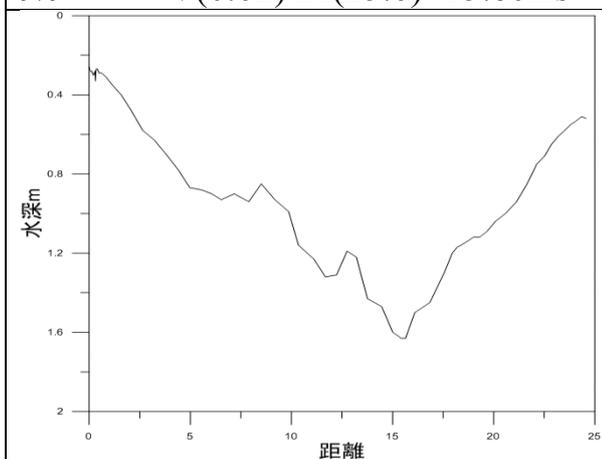
9/5  $V(0.63) \times A(27) = 17 \text{cms}$



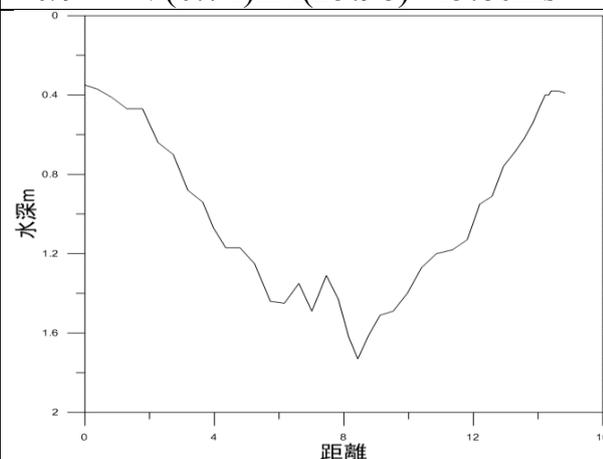
9/9  $V(0.62) \times A(25.6) = 15.8 \text{cms}$



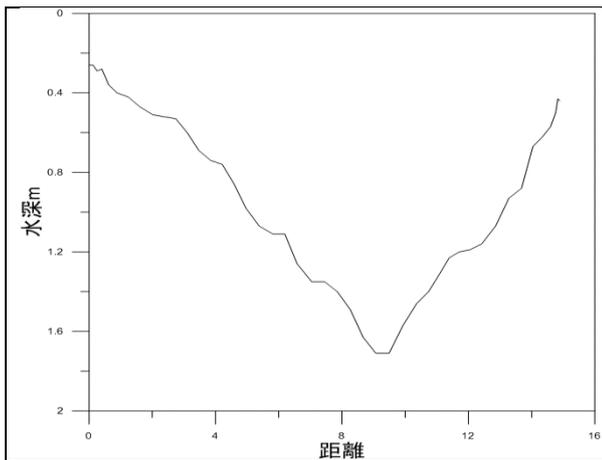
10/9  $V(0.71) \times A(25.98) = 15.8 \text{cms}$



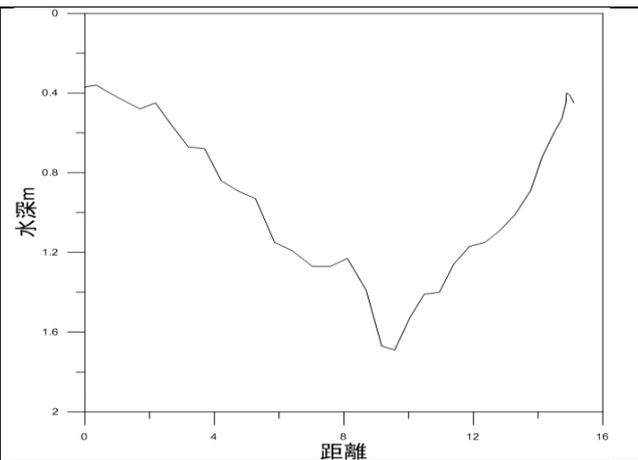
10/13  $V(0.71) \times A(35.76) = 18.45 \text{cms}$



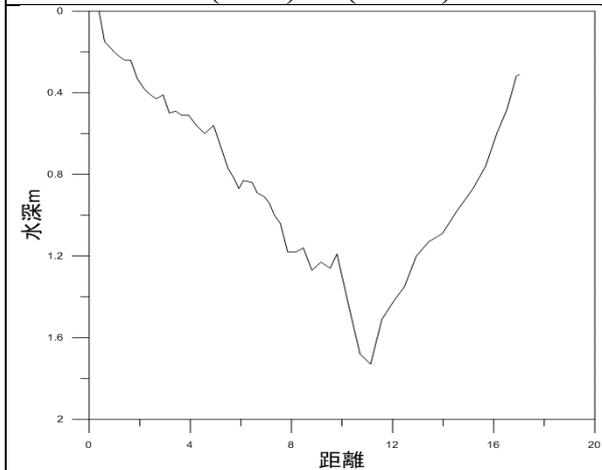
10/24  $V(0.13) \times A(20.2) = 2.62 \text{cms}$



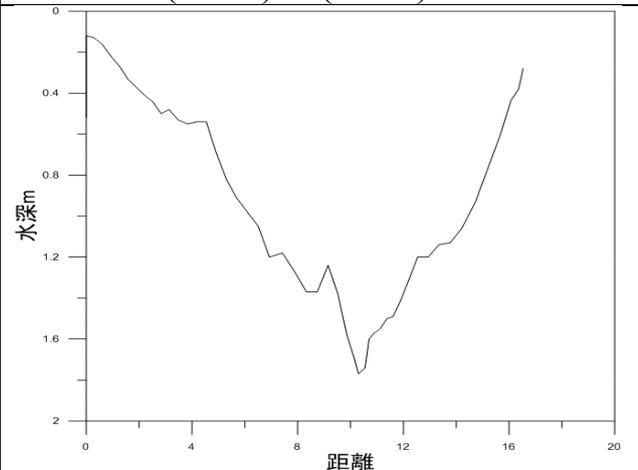
10/25  $V(0.13) \times A(18.96) = 2.47 \text{cms}$



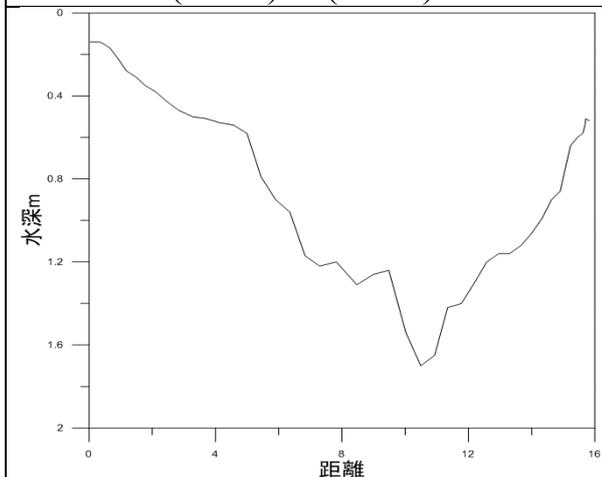
10/26  $V(0.135) \times A(18.83) = 2.54 \text{ms}$



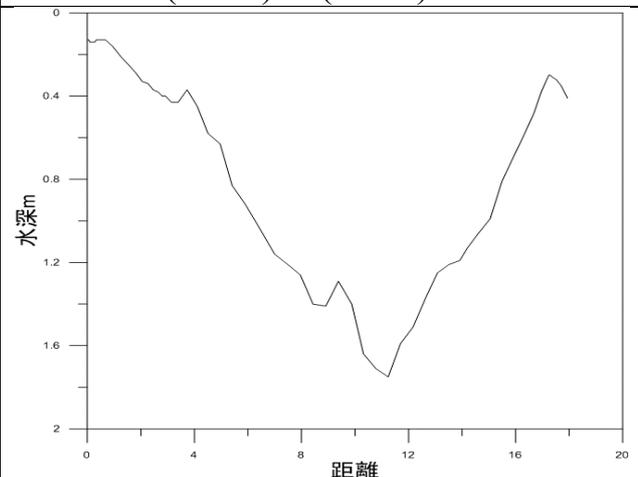
10/27  $V(0.165) \times A(13.08) = 2.16 \text{cms}$



10/31  $V(0.134) \times A(16.68) = 2.23 \text{cms}$



11/1  $V(0.127) \times A(18.27) = 2.32 \text{cms}$

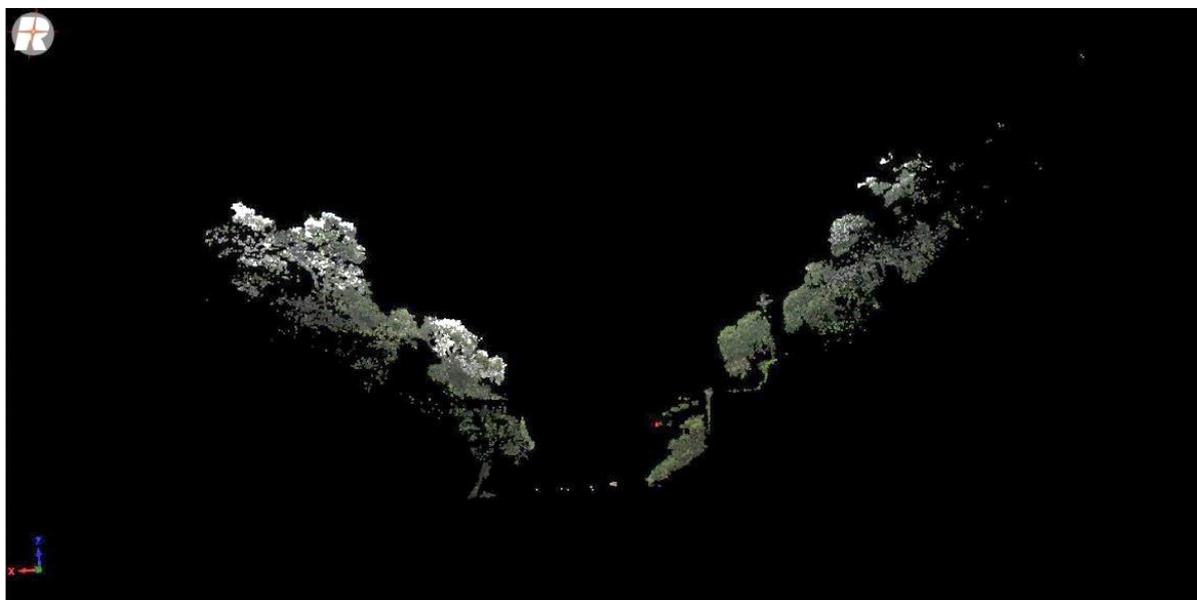


11/2  $V(0.146) \times A(19.4) = 2.83 \text{cms}$

### (三)金敏橋

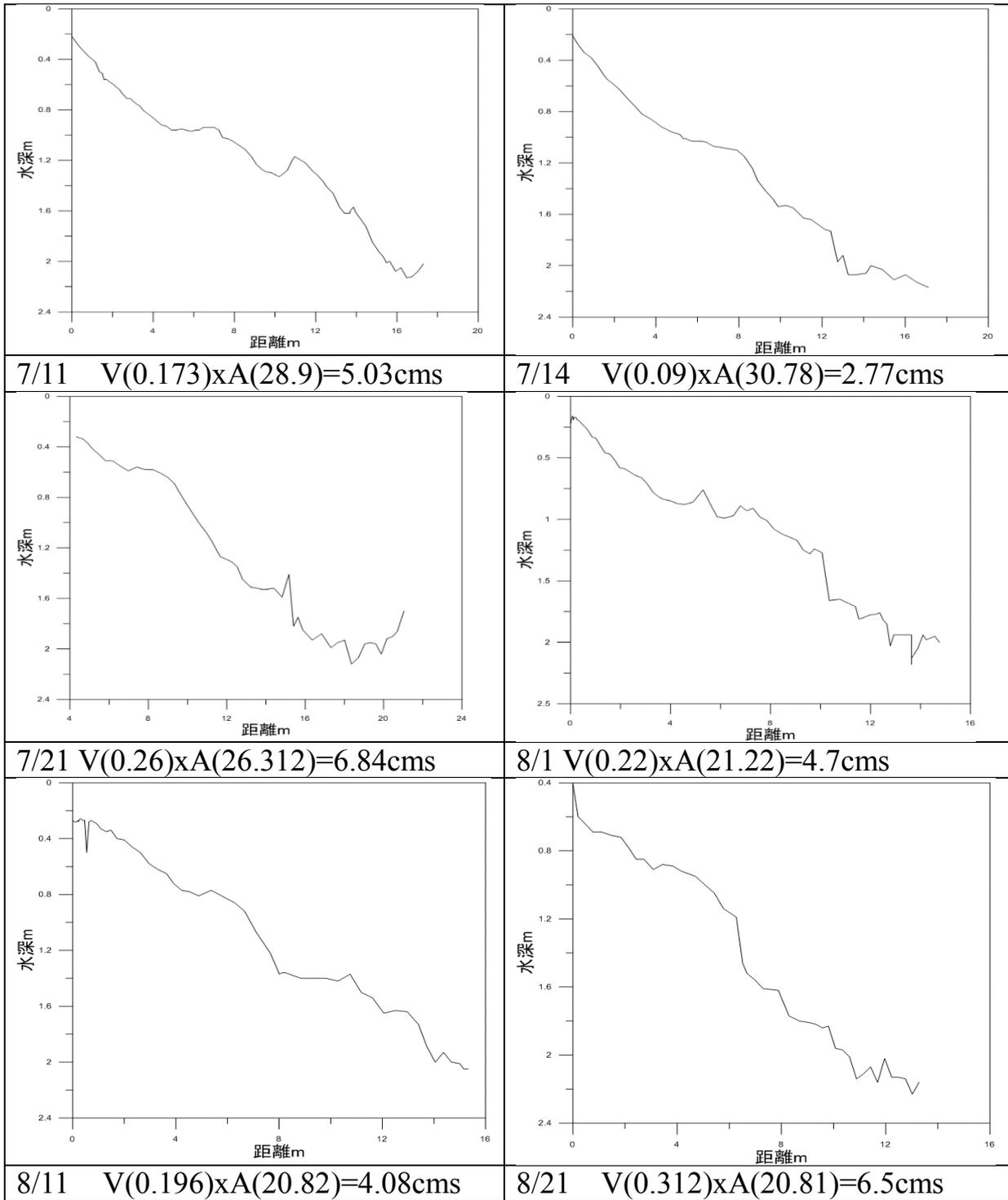
附表 5 金敏橋流量實作數量日期表

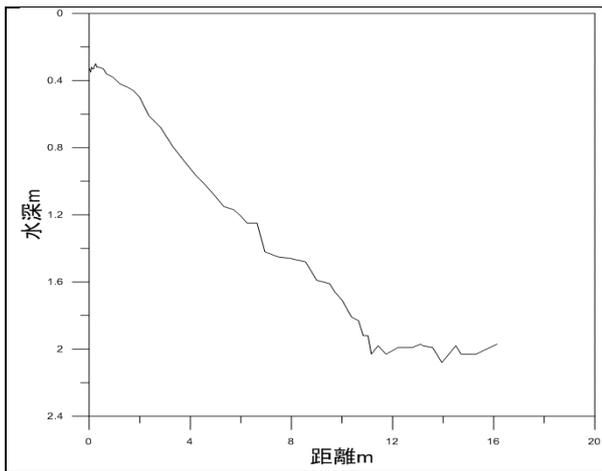
次數	日期	含砂量 Ppm	流量 cms	次數	日期	含砂量 Ppm	流量 cms
1	7月11號	0	5.03	10	10月13號	0	9.56
2	7月14號	0	2.77	11	10月24號	0	4.15
3	7月21號	0	6.84	12	10月25號	0	3
4	8月1號	0	4.7	13	10月26號	0	4.8
5	8月11號	0	4.08	14	10月27號	0	2.3
6	8月21號	0	6.5	15	10月31號	0	2.73
7	9月5號	0	14.1	16	11月1號	0	2.43
8	9月9號	0	12.2	17	11月2號	0	2.87
9	10月9號	0	10.6	18	11月3號	0	2.75



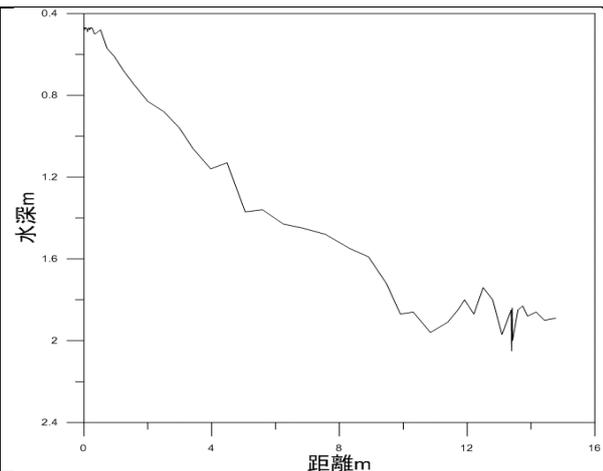
附圖 3 金敏橋光達資料畫面

附表 6 金敏橋斷面實作數量圖

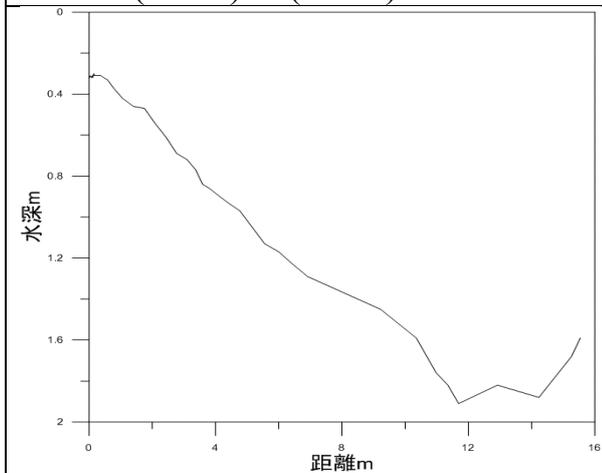




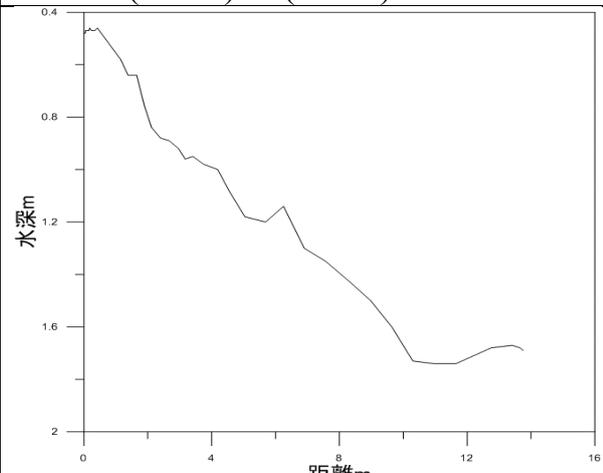
9/5  $V(0.414) \times A(34.17) = 14.1 \text{cms}$



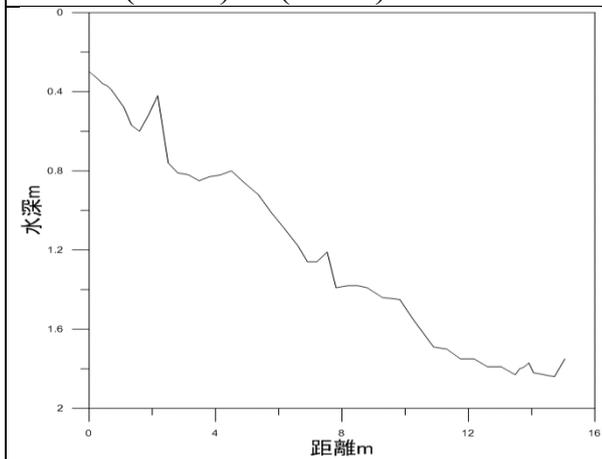
9/9  $V(0.488) \times A(25.14) = 12.2 \text{cms}$



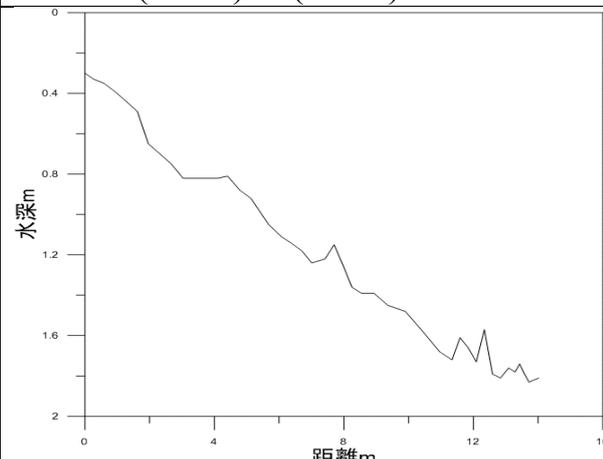
10/9  $V(0.266) \times A(40.02) = 10.6 \text{cms}$



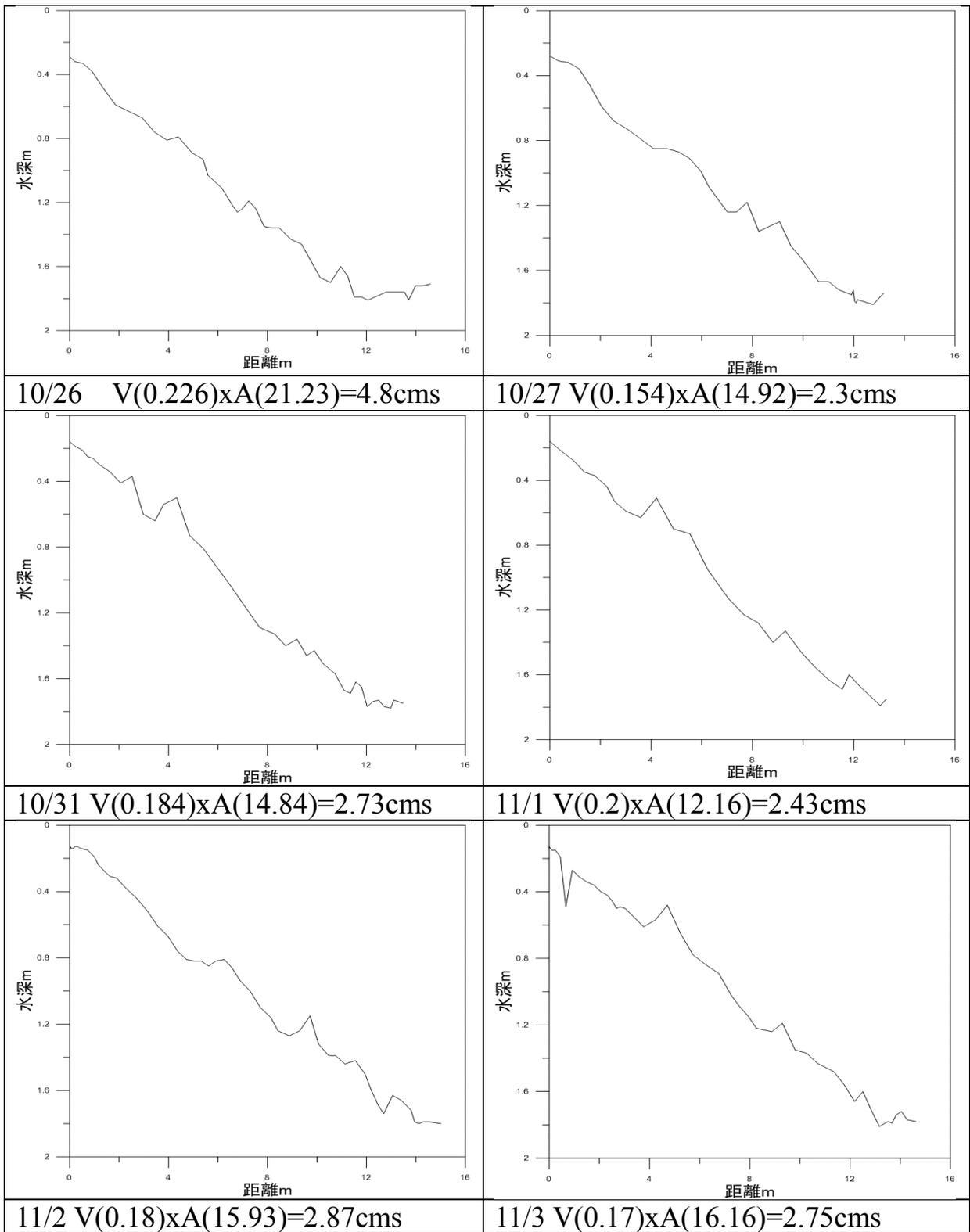
10/13  $V(0.324) \times A(29.52) = 9.56 \text{cms}$



10/24  $V(0.187) \times A(22.17) = 4.15 \text{cms}$



10/25  $V(0.174) \times A(17.22) = 3 \text{cms}$



附表 7 現場量測照片







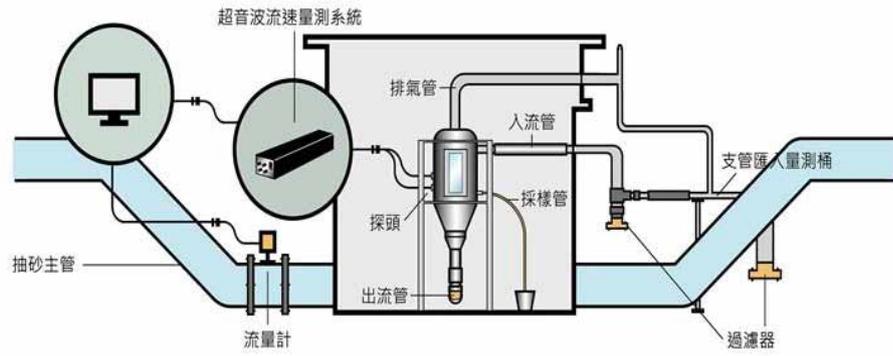
## 附錄四 超音波式輸砂計量系統研發

### 輸砂計量儀量測系統

本研究整合所研發之超音波量測系統，利用超音波量測技術量測各種水文物理量，可整合為一完整的流量、泥砂濃度及泥砂總含量量測系統(附圖 4~6)，更可應用於其他各種工程上相關需求的場合。附表 7 為研發成果的功能及各特色與市售現有產品的比較。

附表 7 研發的成果的功能及各特色與市售現有產品的比較

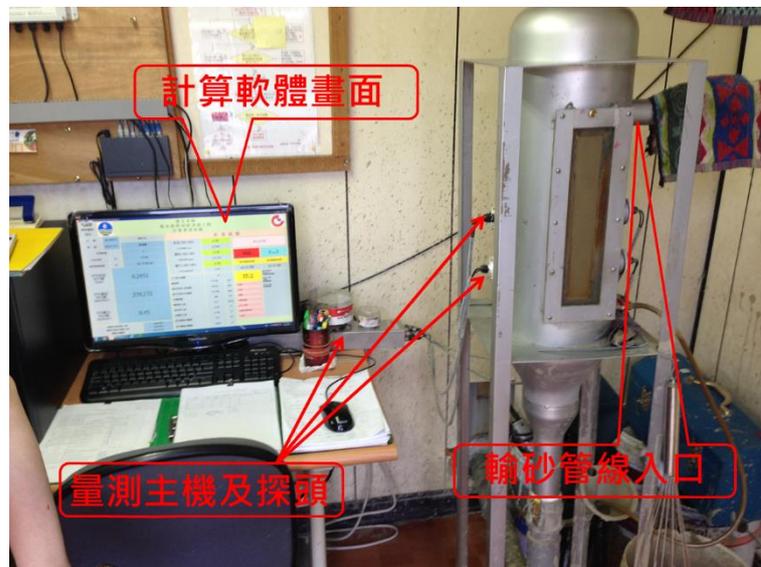
	管線輸砂量計量系統	泥砂濃度量測儀	流速量測儀
主要功能	濃度及流量量測，並能合併計算出輸砂量。	單一濃度量測功能	單一流速量測
量測原理	超音波衰減濃度量測及電磁式流量量測	主要以光學式濃度為主流	螺槳式及聲波都卜勒式為主流
量測範圍	濃度0-50萬ppm	量測上限約為1萬ppm	0-5 m/sec
適用地點	主要以水庫、河川及湖泊，量測形式可依現場條件所需，進行客製化的設計，彈性較大。	主要以水庫、河川及湖泊，對特殊環境並無客製化的設計。	主要以水庫、河川及湖泊，對特殊環境並無客製化的設計。
供應廠商	由台大研究團隊自行研發	仰賴進口	仰賴進口
成本	目前估計約30萬，數量越高，總成本越低。	市售光學式濁度計約在20-40萬不等，視形式而有所不同。	機械式的螺槳式流速計較便宜，約在數萬元不等，但量測功能較陽春，都卜勒式合併斷面的流速量測儀價格高昂，約在100萬以上。
維修保養	因為是自行研發，所有後續維修及保養方便，維修速度較快價格相對較便宜。	以代理商提供的初階維修為主，大部分需送回原廠，耗時且價格昂貴。	以代理商提供的初階維修為主，大部分需送回原廠，耗時且價格昂貴。



附圖 4 超音波總輸砂量量測系統示意圖



附圖 5 超音波總輸砂量量測現場管線配置圖



附圖 6 超音波總輸砂量量測現場檢測室圖

## 附錄五 教育訓練

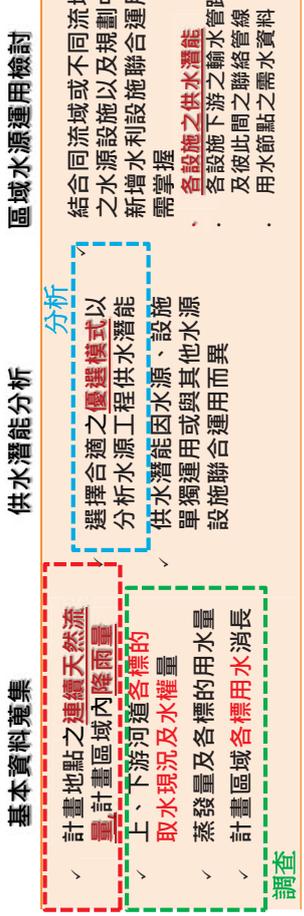
# 北區河川水文觀測站網檢討及規劃 - 以水資源開發需求角度 委託專業服務



台灣大學  
游景雲 副教授  
中華民國103年11月

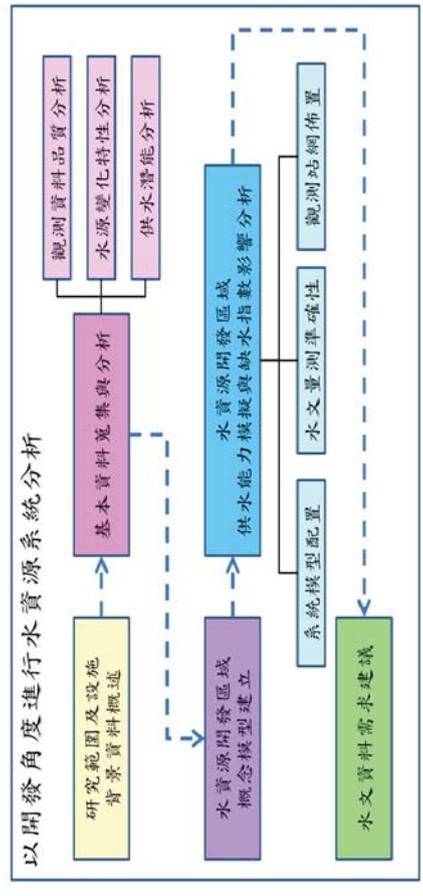
## 水資源開發 - 資料需求、品質檢討及潛能水量

- 水利署之「水資源規劃規範」中規定
  - 需對計畫範圍內用水現況及未來用水成長充分瞭解
  - 依水文資料，分析不同設施規模下之供水潛能以及區域水源調度，滿足計畫供水區域內用水需求

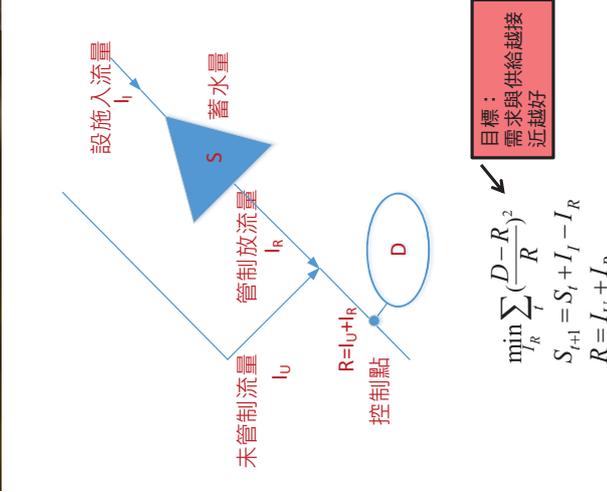


## 水資源開發模式 - 資料需求品質檢討及供水能力

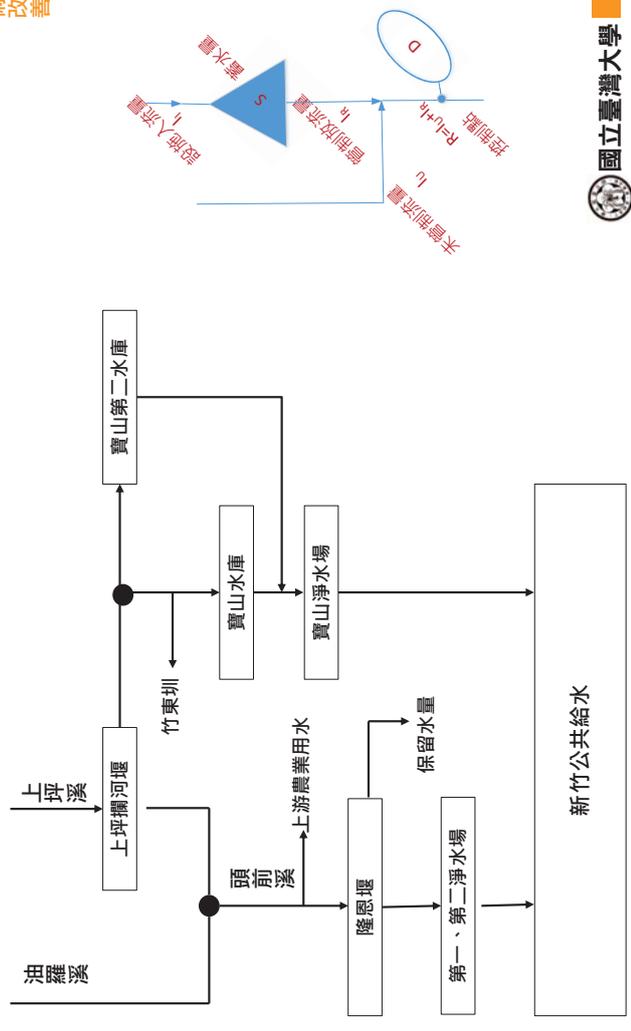
- 瞭解相關分析區域於水資源規劃下對於水文資料之需求
- 檢討北區河川現有水文觀測資料之品質(誤差估計)
- 分析水資源開發關鍵區域於不同缺水指數(SI)下之供水能力



## 區域水源運用檢討



- 水資源觀點
- 供給面必須掌握蓄水量體(S)、未管制流量( $I_u$ )。
  - 先由未管制流量( $I_u$ )供水，不足則由設施放流( $I_r$ )予以補充，操作時以蓄水量(S)評估，如水量足夠時，以達成供給量(R)滿足需求(D)為主，並分析是否有缺水風險
  - 設施入流量( $I_i$ )會影響下個時間點蓄水量(S)之推估，也可納入分析進行中長期用水規劃與操作時，未管制流量( $I_u$ )與上游之來流量( $I_i$ )之掌握與預報有助於減少過度放水或減供之狀況



# An Overview of Reservoir Operation

- Rippl's (1883) mass diagram method built the basis for contemporary reservoir planning and operation study. It was used to design most surface water supply reservoirs in the U.S.
- Mass curve (Rippl) method
  - Graphical estimate of storage required to supply given yield
  - Constructed by summing inflows over period of record and plotting these versus time and comparing to demands
- Time interval includes “critical period”
  - Time over which flows reached a minimum
  - Causes the greatest drawdown of reservoir

觀測技術改善

The SOBEK 模式 Rippl Diagram plots Mass inflow (1000 acre-ft) on the y-axis (0 to 600) against Year on the x-axis (1932 to 1935). The curve shows observed inflow adjusted for evaporation and required releases for downstream users. Key points A, B, C, D, E, F are marked on the curve. Storage requirements are indicated: 22,000 acre-ft at point D, 80,000 acre-ft spill at point B, and 56,000 acre-ft at point C. A slope of 175,000 acre-ft/yr is shown for the period between points D and E.

SOBEK 模式

Rippl Diagram

臺灣大學

# Sequent Peak Algorithm

- Define the following:
  - Qt = supply (inflow) in time period t
  - Rt = demand (outflow) in time period t
  - Kt = cumulative storage volume deficit at the end of time period t
- Determine Kt as follows:

$$K_t = \begin{cases} R_t - Q_t + K_{t-1} & K_t > 0 \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

# 水資源開發-概念模型建立

缺水指數分析

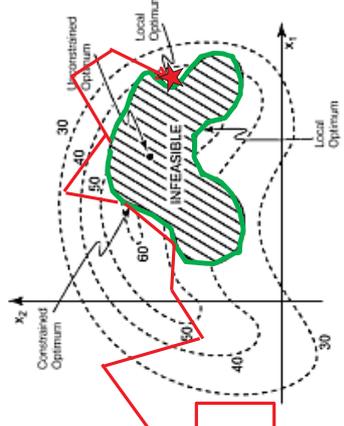
• 優選法 ( Optimization Method ) , 以限制式與目標函數建立數學模式

- 如有明確限制式與目標函數, 並可建立數學模式而配合電腦運算, 可迅速得出水庫最佳運轉規則

水資源系統基本單元

1. 連續方程式:

水庫蓄水量=水庫前期蓄水量  
+入流量-蒸發量-放水量。



目標函數

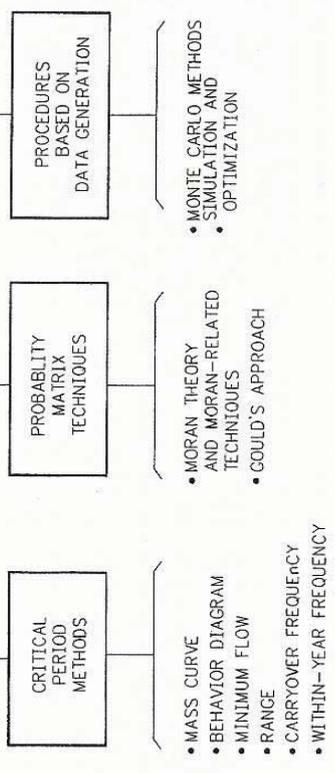
限制條件

Algorithm:  
LP, NLP, DP, GA,...

# Storage – Yield – Performance

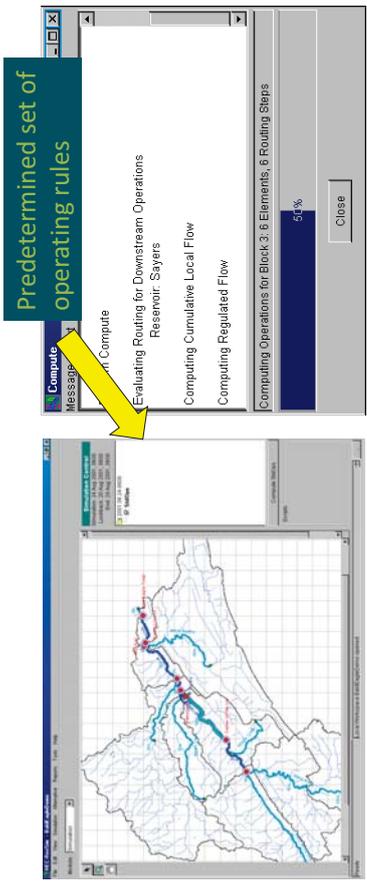
缺水指數分析

RESERVOIR CAPACITY–YIELD ANALYSES



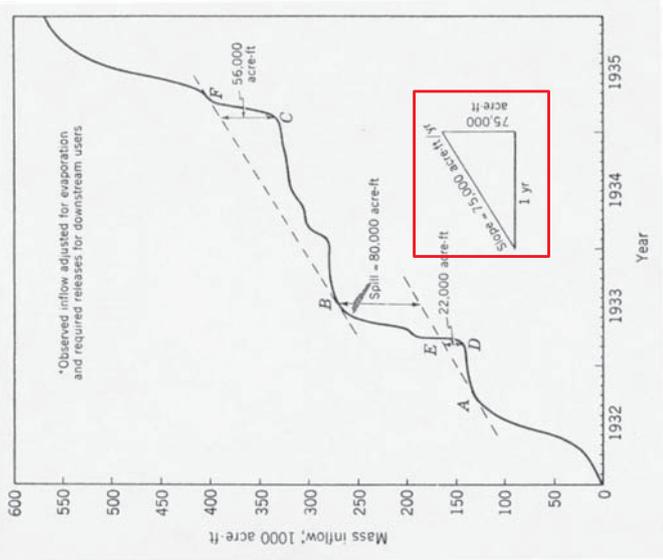
# 斷面測量

- 水資源規劃常用之分析方法一般分為模擬法與優選法兩大類
- 模擬法 (Simulation Method) 係水資源規劃最常用的方法, 規劃者依照其經驗研擬不同之方案再試算其結果, 以得到較佳之供水調配方案。



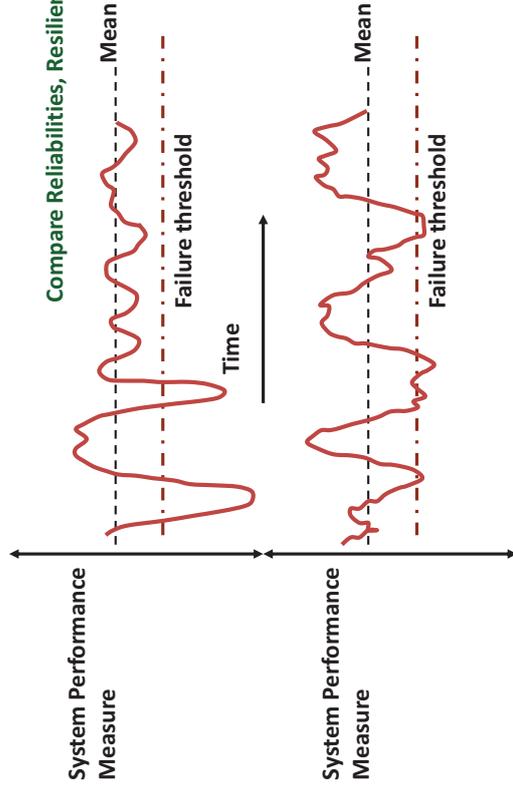
# Rippl Diagram

缺水指數分析



# Reliability (可靠度)

- Reliability (time-based) -  $N_s/N$
- Resilience – Speed of recovery
- Vulnerability – severity of failure (volumetric reliability)



缺水指數分析

# Reliability (可靠度)

- 可靠度 (Reliability)  
可靠度可視為分析年間系統正常運作的機率。

$$\alpha = P\{X_t \in S\}$$

- 恢復度 (Resiliency)  
恢復度定義為供水系統由缺水轉變為正常供水之機率。

$$\beta = P\{X_t \in S / X_{t-1} \in F\}$$

- 脆弱度 (Vulnerability)  
Hashimoto et al. 定義脆弱度為描述乾旱現象的嚴重性。

$$DR = \frac{VF}{VD_i} \times 100\%$$

# 缺水指標 (Shortage Index, SI)

- Shortage Index 是由美國陸軍工兵團水利工程中心 (Hydrologic Engineering Center, US Army Corps of Engineers) 所提出之指標
- 因供水準則需考慮用水者對缺水狀況之忍耐能力及水源調配之供應，目前是台灣評估供水系統時最常使用之缺水指標
- 水利單位常以  $SI=0.5 \sim 2.0$  作為供水計算標準，前水資會則使用缺水頻率為十年一缺之狀況作為標準，使用不同供水準則將會有不同之供水狀況及品質。

$$SI = \frac{100}{N} \sum_{i=1}^N \left(\frac{S_i}{D_i}\right)^2$$

- N：分析總年數。
- St：第i年之總缺水水量 [m<sup>3</sup>]
- Dt：第i年之總需水量 [m<sup>3</sup>]

缺水指數分析

# 缺水指標 (Shortage Index, SI)

- Shortage Index 是由美國陸軍工兵團水利工程中心 (Hydrologic Engineering Center, US Army Corps of Engineers) 所提出之指標
- 因供水準則需考慮用水者對缺水狀況之忍耐能力及水源調配之供應，目前是台灣評估供水系統時最常使用之缺水指標
- 水利單位常以  $SI=0.5 \sim 2.0$  作為供水計算標準，前水資會則使用缺水頻率為十年一缺之狀況作為標準，使用不同供水準則將會有不同之供水狀況及品質。

$$SI = \frac{100}{N} \sum_{i=1}^N \left(\frac{S_i}{D_i}\right)^2$$

- N：分析總年數。
- St：第i年之總缺水水量 [m<sup>3</sup>]
- Dt：第i年之總需水量 [m<sup>3</sup>]

缺水指數分析

## 通用缺水指標(Generalized Shortage Index, GSI)

- 徐亨崑 (1995) 建立通用缺水指標作為描述缺水情況之指標

$$GSI = \frac{100}{N} \sum_{t=1}^N \left( \frac{SSR_t}{36} \right)^2$$

$$SSR_t = \sum_{i=1}^{36} \left( \frac{S_i}{D_i} \right)^2$$

N: 分析年數。

SSR<sub>t</sub>: 第 t 年內旬缺水率之平方和。

St: 第 t 旬內之總缺水量 [m<sup>3</sup>]。

Dt: 第 t 旬內之總需水量 [m<sup>3</sup>]。

缺水指數分析

## 其他缺水指標

- 缺水率, 年缺水量/年計畫供水量 (Water deficiency ratio)
- 渴水評價 (Deficit Percent Day Index, DPD)
- 乾旱損害指標 (Drought Damage Index, DDI)
- \$\$\$\$

## 修正缺水指標(Modified Shortage Index, MSI)

- 徐亨崑、蘇瑞榮 (2002) 建議若研究區域水文氣候變異較大時, 計算時改以「旬」為時間單位, 避免短時間降雨集中。

$$MSI = \frac{100}{n} \sum_{t=1}^n \left( \frac{S_t}{D_t} \right)^2$$

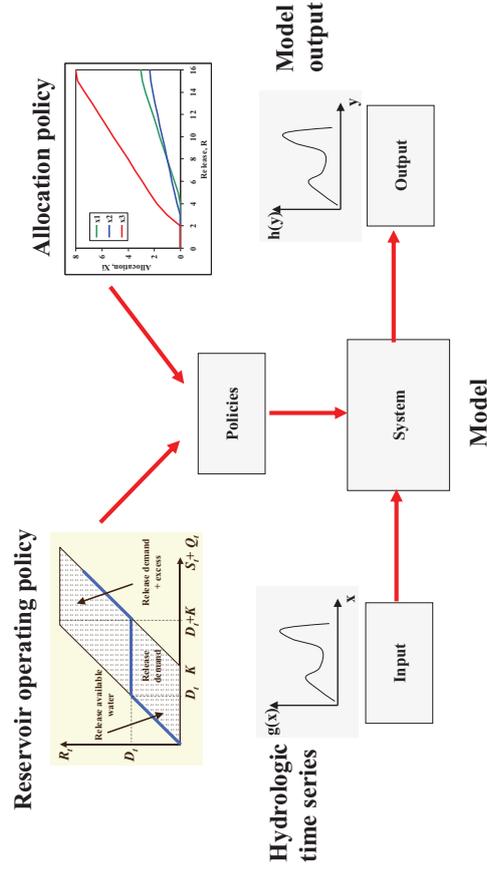
n: 分析旬數。

St: 第 t 旬內之總缺水量 [m<sup>3</sup>]。

Dt: 第 t 旬內之總需水量 [m<sup>3</sup>]。

缺水指數分析

## Simulate the System

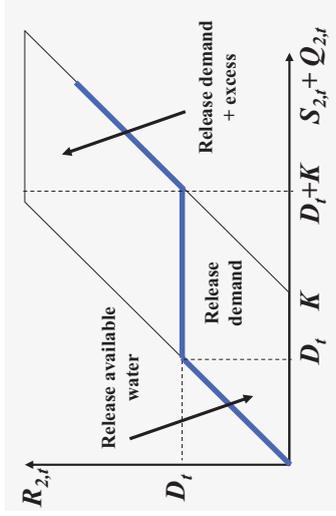


# Standard Operating Policy

$$S_{2,y} = S_{1,y} + Q_{1,y} - R_{1,y}$$

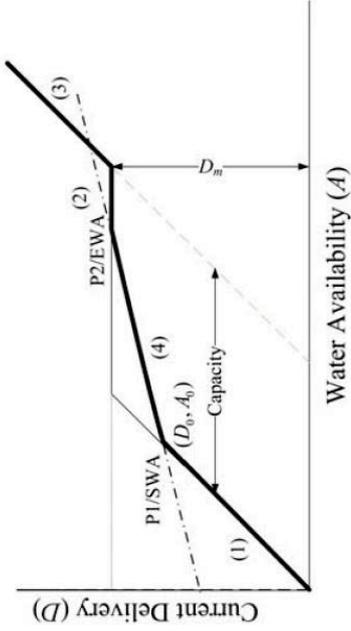
$$R_{2,y} = \begin{cases} S_{2,y} + Q_{2,y} & S_{2,y} + Q_{2,y} < D_y \\ D_y & \text{if } D_y < S_{2,y} + Q_{2,y} < D_y + K \\ S_{2,y} + Q_{2,y} - K & S_{2,y} + Q_{2,y} > D_y + K \end{cases}$$

Storage at beginning of summer

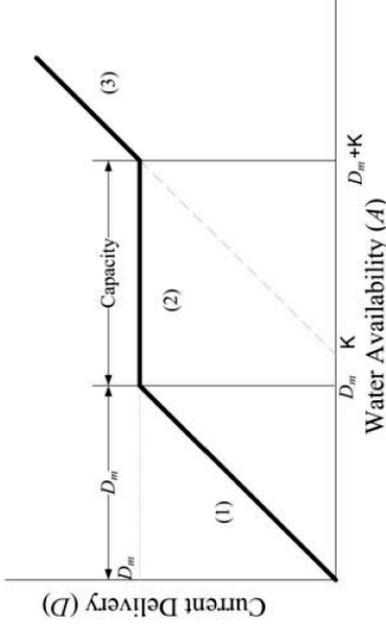


# Other operating rules

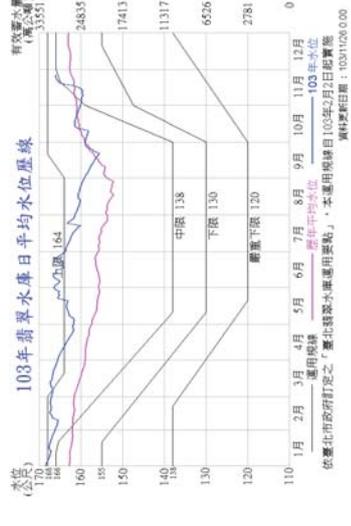
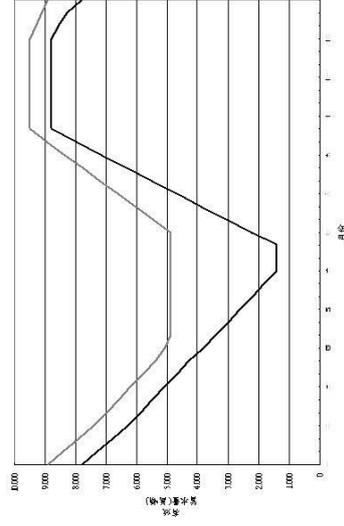
- Hedging
- Linear Decision Rule



# SOP (standard operating policy)



- (1) Deliver the demand if it is available
- (2) Retain extra water in storage before reservoir full; and
- (3) Spill when capacity is exceeded.



附圖、石門水庫運用規畫圖

資料日期: 103/11/20 0:00

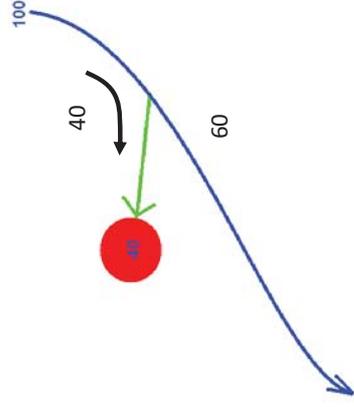
# EXAMPLE

缺水指數分析

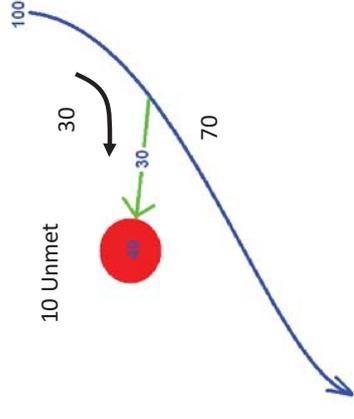
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
1	Reservoir Capac	SI	10										430.18	16874.767		
2		Inflow	D	55.69	10	0	350	55.69	20	80.61	24.92	0	0	0	0	0
3				412.75	139.68	8	0	350	139.68	24.92	429.67	289.99	0	0	0	0
4				348.4	138.76	8	0	350	140.68	289.99	630.39	489.71	139.71	0	0	0
5				142.29	71.26	8	0	350	141.68	350	444.29	342.61	0	0	0	0
6				103.78	39.59	6	0	350	142.68	342.61	440.39	297.71	0	0	0	0
7				45	200.15	6	0	350	143.68	297.71	336.71	193.03	0	0	0	0
8				19.06	200.15	5	0	350	144.68	193.03	207.09	62.41	0	0	0	0
9				14.27	191.3	5	0	350	145.68	62.41	71.68	-74	0	0	0	0
10				10.77	90.19	6	0	350	146.68	-74	0	-146.68	0	0	0	0
11				8.69	0	8	0	350	147.68	-146.68	0	-147.68	0	0	0	0
12				9.48	0	10	0	350	148.68	-147.68	0	-148.68	0	0	0	0
13				18.19	0	10	0	350	149.68	-148.68	0	-149.68	0	0	0	0
14				63.55	55.69	10	0	350	150.68	-149.68	0	-150.68	0	0	0	0
15				371.48	139.68	8	0	350	151.68	-150.68	212.8	61.12	0	0	0	0
16				313.56	138.76	8	0	350	152.68	61.12	446.08	342.61	0	0	0	0
17				19.06	200.15	6	0	350	153.68	342.61	440.39	297.71	0	0	0	0
18				103.78	39.59	6	0	350	154.68	297.71	336.71	193.03	0	0	0	0
19				45	200.15	6	0	350	155.68	193.03	207.09	62.41	0	0	0	0
20				14.27	191.3	5	0	350	156.68	62.41	71.68	-74	0	0	0	0
21				10.77	90.19	6	0	350	157.68	-74	0	-146.68	0	0	0	0
22				8.69	0	8	0	350	158.68	-146.68	0	-147.68	0	0	0	0
23				9.48	0	10	0	350	159.68	-147.68	0	-148.68	0	0	0	0
24				18.19	0	10	0	350	160.68	-148.68	0	-149.68	0	0	0	0
25				63.55	55.69	10	0	350	161.68	-149.68	0	-150.68	0	0	0	0
26				371.48	139.68	8	0	350	162.68	-150.68	212.8	61.12	0	0	0	0
27				313.56	138.76	8	0	350	163.68	61.12	446.08	342.61	0	0	0	0
28				19.06	200.15	6	0	350	164.68	342.61	440.39	297.71	0	0	0	0
29				103.78	39.59	6	0	350	165.68	297.71	336.71	193.03	0	0	0	0
30				45	200.15	6	0	350	166.68	193.03	207.09	62.41	0	0	0	0
31				14.27	191.3	5	0	350	167.68	62.41	71.68	-74	0	0	0	0
32				10.77	90.19	6	0	350	168.68	-74	0	-146.68	0	0	0	0
33				8.69	0	8	0	350	169.68	-146.68	0	-147.68	0	0	0	0
34				9.48	0	10	0	350	170.68	-147.68	0	-148.68	0	0	0	0
35				18.19	0	10	0	350	171.68	-148.68	0	-149.68	0	0	0	0
36				63.55	55.69	10	0	350	172.68	-149.68	0	-150.68	0	0	0	0
37				371.48	139.68	8	0	350	173.68	-150.68	212.8	61.12	0	0	0	0
38				313.56	138.76	8	0	350	174.68	61.12	446.08	342.61	0	0	0	0
39				19.06	200.15	6	0	350	175.68	342.61	440.39	297.71	0	0	0	0
40				103.78	39.59	6	0	350	176.68	297.71	336.71	193.03	0	0	0	0
41				45	200.15	6	0	350	177.68	193.03	207.09	62.41	0	0	0	0
42				14.27	191.3	5	0	350	178.68	62.41	71.68	-74	0	0	0	0
43				10.77	90.19	6	0	350	179.68	-74	0	-146.68	0	0	0	0
44				8.69	0	8	0	350	180.68	-146.68	0	-147.68	0	0	0	0
45				9.48	0	10	0	350	181.68	-147.68	0	-148.68	0	0	0	0
46				18.19	0	10	0	350	182.68	-148.68	0	-149.68	0	0	0	0
47				63.55	55.69	10	0	350	183.68	-149.68	0	-150.68	0	0	0	0
48				371.48	139.68	8	0	350	184.68	-150.68	212.8	61.12	0	0	0	0
49				313.56	138.76	8	0	350	185.68	61.12	446.08	342.61	0	0	0	0
50				19.06	200.15	6	0	350	186.68	342.61	440.39	297.71	0	0	0	0
51				103.78	39.59	6	0	350	187.68	297.71	336.71	193.03	0	0	0	0
52				45	200.15	6	0	350	188.68	193.03	207.09	62.41	0	0	0	0
53				14.27	191.3	5	0	350	189.68	62.41	71.68	-74	0	0	0	0
54				10.77	90.19	6	0	350	190.68	-74	0	-146.68	0	0	0	0
55				8.69	0	8	0	350	191.68	-146.68	0	-147.68	0	0	0	0
56				9.48	0	10	0	350	192.68	-147.68	0	-148.68	0	0	0	0
57				18.19	0	10	0	350	193.68	-148.68	0	-149.68	0	0	0	0
58				63.55	55.69	10	0	350	194.68	-149.68	0	-150.68	0	0	0	0
59				371.48	139.68	8	0	350	195.68	-150.68	212.8	61.12	0	0	0	0
60				313.56	138.76	8	0	350	196.68	61.12	446.08	342.61	0	0	0	0
61				19.06	200.15	6	0	350	197.68	342.61	440.39	297.71	0	0	0	0
62				103.78	39.59	6	0	350	198.68	297.71	336.71	193.03	0	0	0	0
63				45	200.15	6	0	350	199.68	193.03	207.09	62.41	0	0	0	0
64				14.27	191.3	5	0	350	200.68	62.41	71.68	-74	0	0	0	0
65				10.77	90.19	6	0	350	201.68	-74	0	-146.68	0	0	0	0
66				8.69	0	8	0	350	202.68	-146.68	0	-147.68	0	0	0	0
67				9.48	0	10	0	350	203.68	-147.68	0	-148.68	0	0	0	0
68				18.19	0	10	0	350	204.68	-148.68	0	-149.68	0	0	0	0
69				63.55	55.69	10	0	350	205.68	-149.68	0	-150.68	0	0	0	0
70				371.48	139.68	8	0	350	206.68	-150.68	212.8	61.12	0	0	0	0
71				313.56	138.76	8	0	350	207.68	61.12	446.08	342.61	0	0	0	0
72				19.06	200.15	6	0	350	208.68	342.61	440.39	297.71	0	0	0	0
73				103.78	39.59	6	0	350	209.68	297.71	336.71	193.03	0	0	0	0
74				45	200.15	6	0	350	210.68	193.03	207.09	62.41	0	0	0	0
75				14.27	191.3	5	0	350	211.68	62.41	71.68	-74	0	0	0	0
76				10.77	90.19	6	0	350	212.68	-74	0	-146.68	0	0	0	0
77				8.69	0	8	0	350	213.68	-146.68	0	-147.68	0	0	0	0
78				9.48	0	10	0	350	214.68	-147.68	0	-148.68	0	0	0	0
79				18.19	0	10	0	350	215.68	-148.68	0	-149.68	0	0	0	0
80				63.55	55.69	10	0	350	216.68	-149.68	0	-150.68	0	0	0	0
81				371.48	139.68	8	0	350	217.68	-150.68	212.8	61.12	0	0	0	0
82				313.56	138.76	8	0	350	218.68	61.12	446.08	342.61	0	0	0	0
83				19.06	200.15	6	0	350	219.68	342.61	4					



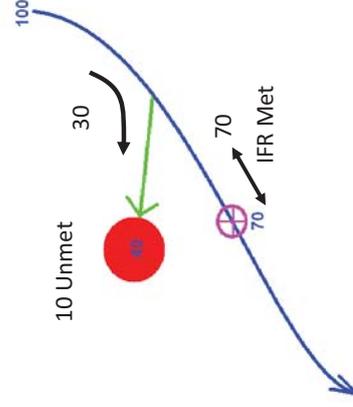
## A Simple System with WEAP21



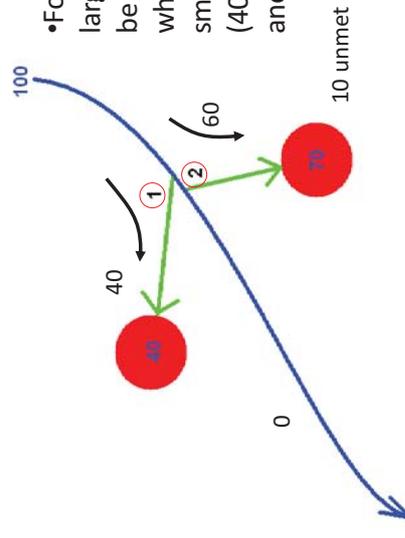
## An Infrastructure Constraint



## A Regulatory Constraint

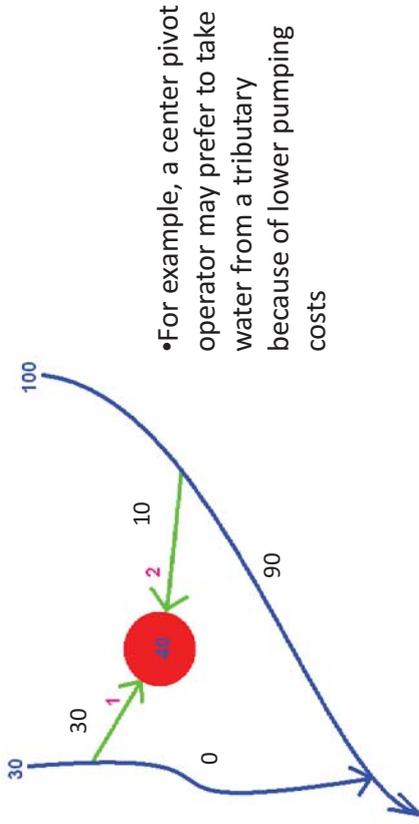


## Different Priorities



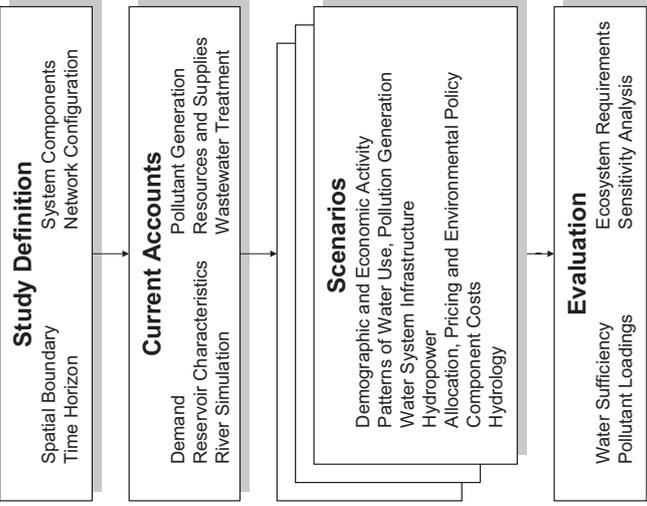
- For example, the demands of large farmers (70 units) might be Priority 1 in one scenario whereas the demands of smallholders (40 units) may be Priority 1 in another

# Different Preferences

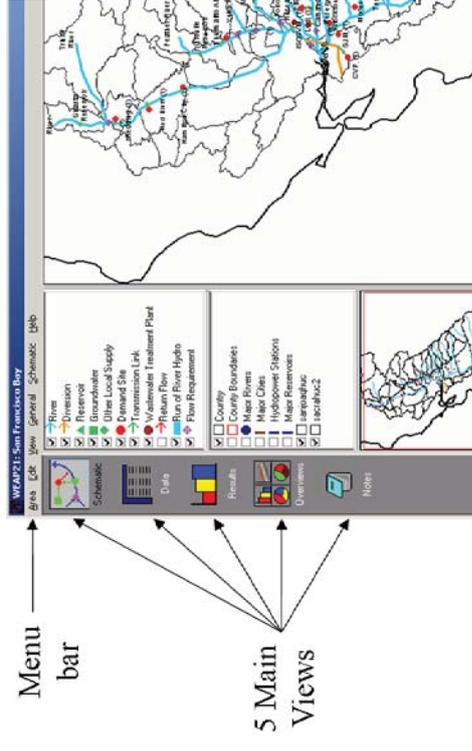


# WEAP is Scenario-driven

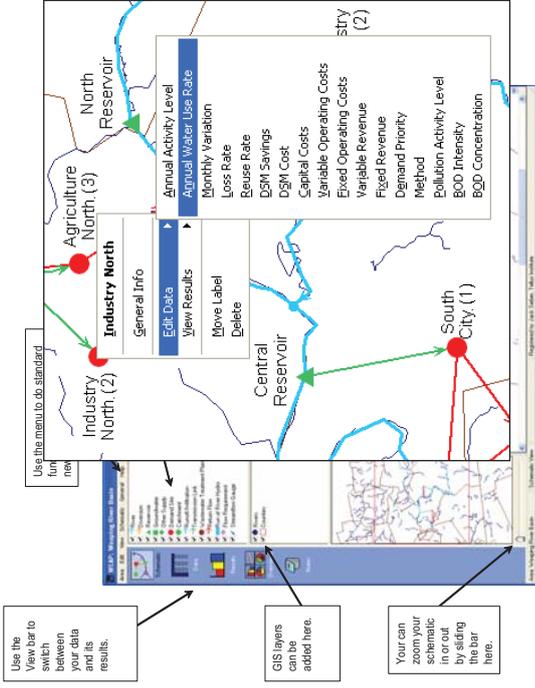
- n The scenario editor readily accommodates analysis of:
  - n Climate change scenarios and assumptions
  - n Future demand assumptions
  - n Future watershed development assumptions



# WEAP21 Program Structure



# The WEAP21 Graphical User Interface



Use the View bar to switch between your analysis and its results.

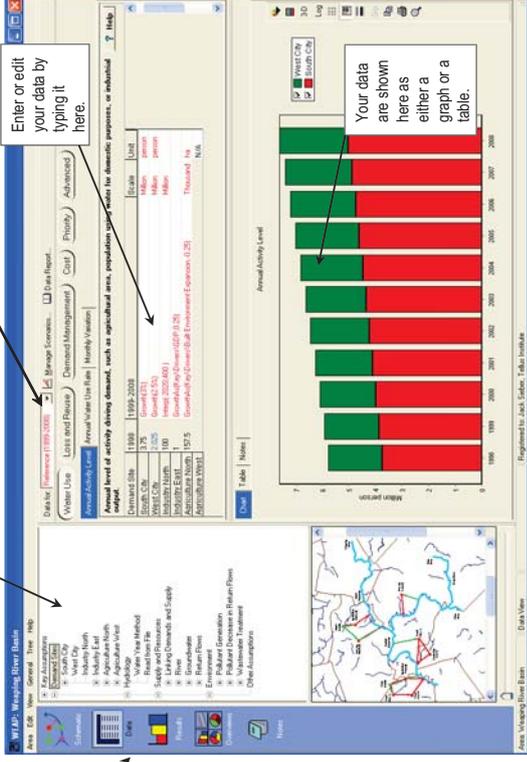
GIS layers can be added here.

You can zoom your schematic in or out by sliding the bar here.

Languages:  
Interface Only  
English  
French  
Chinese  
Spanish

Data are organized in a tree structure that you edit by right-clicking here.

You can create multiple scenarios and use this box to switch between them.



Use the View bar to switch between your analysis and its results.

Enter or edit your data by typing it here.

Your data are shown here as either a graph or a table.

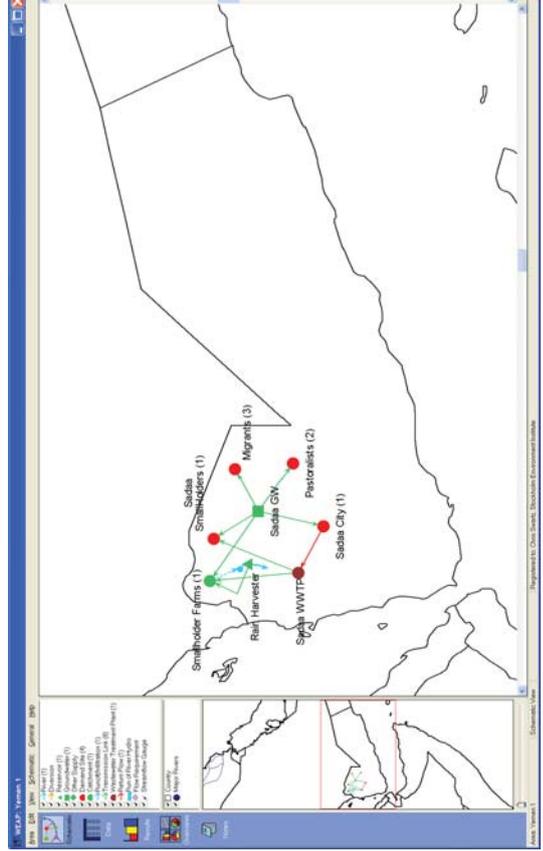


National Taiwan University

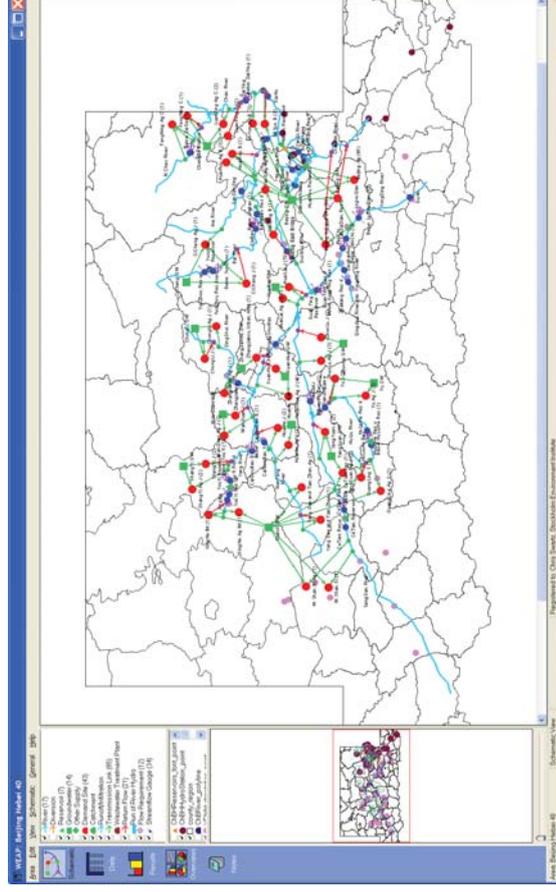
# Data Requirements

- WEAP allows the user to determine the level of complexity desired
  - according to the questions that need to be addressed
  - the availability of data

From the simple...



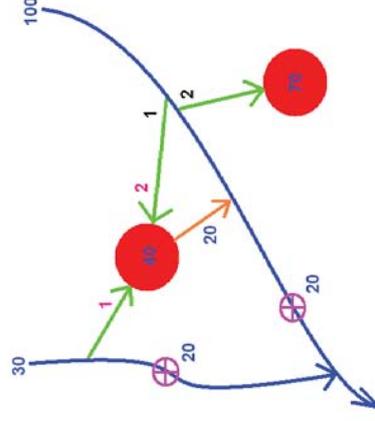
To the complex....



## Data Requirements: Supply

- User-prescribed supply (riverflow given as fixed time series)
  - Time series data of riverflows (headflows) cfs
  - River network (connectivity)
- Alternative supply via physical hydrology (let the watershed generate riverflow)
  - Watershed attributes
    - Area, land cover . . .
  - Climate
    - Precipitation, temperature, windspeed, and relative humidity

## User-defined Streamflows and Demands



## Data Requirements: Demand

- Water demand data: multi-sectoral
  - Municipal and industrial demand
    - Aggregated by sector (manufacturing, tourism, etc.)
    - Disaggregated by population (e.g., use/capita, use/socioeconomic group)
  - Agricultural demands
    - Aggregated by area (# hectares, annual water-use/hectare)
    - Disaggregated by crop water requirements
  - Ecosystem demands (in-stream flow requirements)

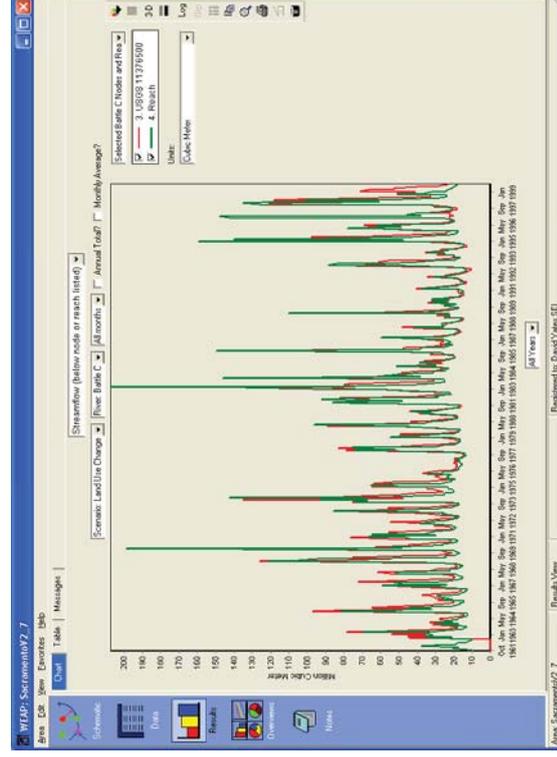
## Data Requirements (continued)

SECTOR	SUBSECTOR	END-USE	DEVICE
Agriculture	Cotton	Irrigation	Furrow
	Rice	...	Sprinkler
	Wheat	...	Drip
Industry	Electric Power	Cooling	Standard
	Petroleum	Processing	Efficient
	Paper	Others	...
Municipal	South City	Single Family	Kitchen
	West City	Multi-family	Bathing
	...	...	Washer
			Toilet
			...

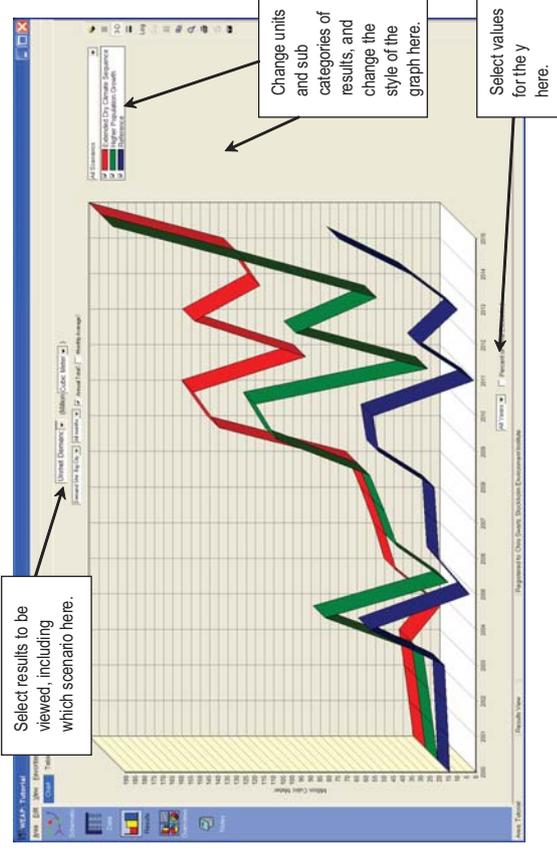
## Calibration and Validation

- Model evaluation criteria
  - Flows along mainstem and tributaries
  - Reservoir storage and release
  - Water diversions from other basins
  - Agricultural water demand and delivery
  - Municipal and industrial water demands and deliveries
  - Groundwater storage trends and levels

## Modeling Streamflow

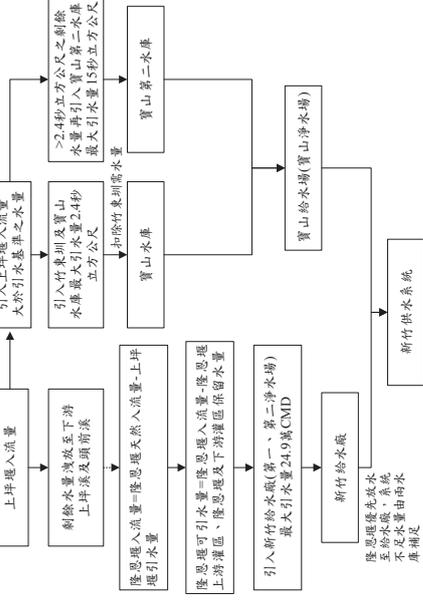
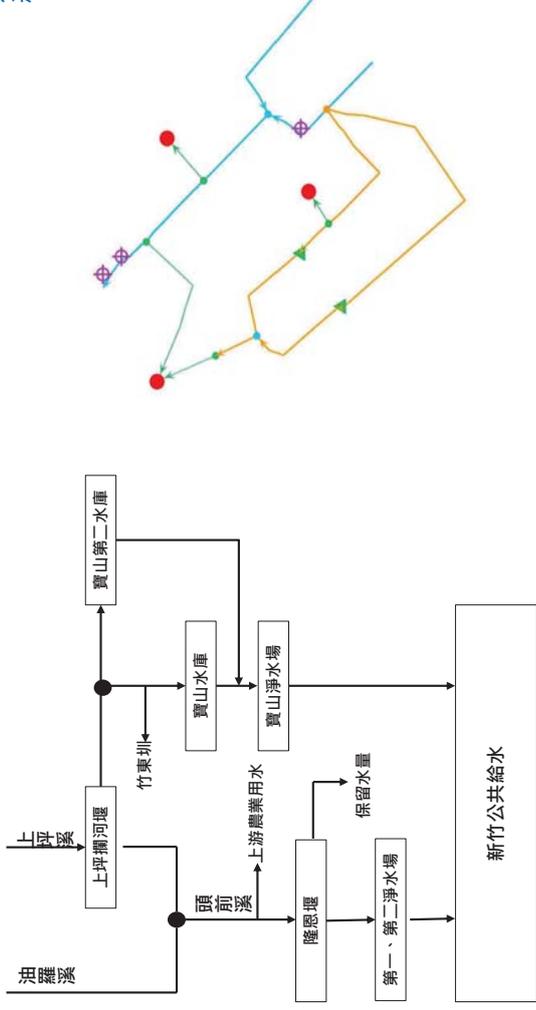


## Looking at Results



# EXAMPLE

## 缺水指數分析



隆恩堰優先放水至給水系統，其水量由兩水庫補足



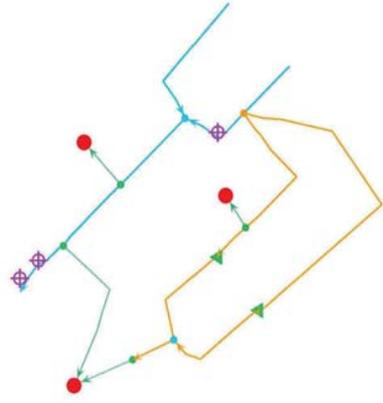
國立臺灣大學



國立臺灣大學

# EXAMPLE

## 缺水指數分析



國立臺灣大學

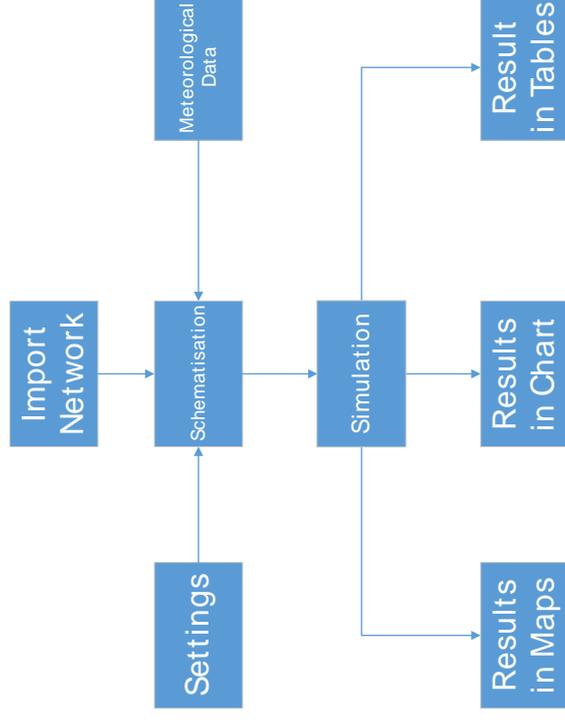
Thanks for your participation!

Gene J-Y You, Ph.D.  
Associate Professor  
Department of Civil Engineering  
National Taiwan University  
Phone: +886-2-3366-4238  
Fax: +886-2-3366-4238  
Email: genejyu@ntu.edu.tw  
Web: http://homepage.ntu.edu.tw/~genejyu/

# How to use SOBEK

And Practice

Speaker : Guorong Cheng



## How to setting .Bui file?

Step1 Station

How many stations?

- \*Aantal stations  
1
- \*Namen van stations  
'AAA'

Stations name

## How to setting .Bui file?

Step2 Time format

Time Format

- \*Eerste record bevat startdatum en -tijd, lengte van de gebeurtenis in dd hh mm ss
- \*Het format is: yyyyymmdd:hhmmss:ddhhmmss
- \*Daarna voor elk station de neerslag in mm per tijdstap.

2005 7 17 7 0 0 2663 18 0 0

See

2005/7/17 7:00:00

2012/11/1 1:00:00

# How to setting .Bui file?

## Step2 Time format

### Time Format

- \*Eerste record bevat startdatum en -tijd, lengte van de gebeurtenis in dd hh mm ss
- \*Het format is: yyymmdd:hhmmss:ddhhmmss
- \*Daarna voor elk station de neerslag in mm per tijdstap.

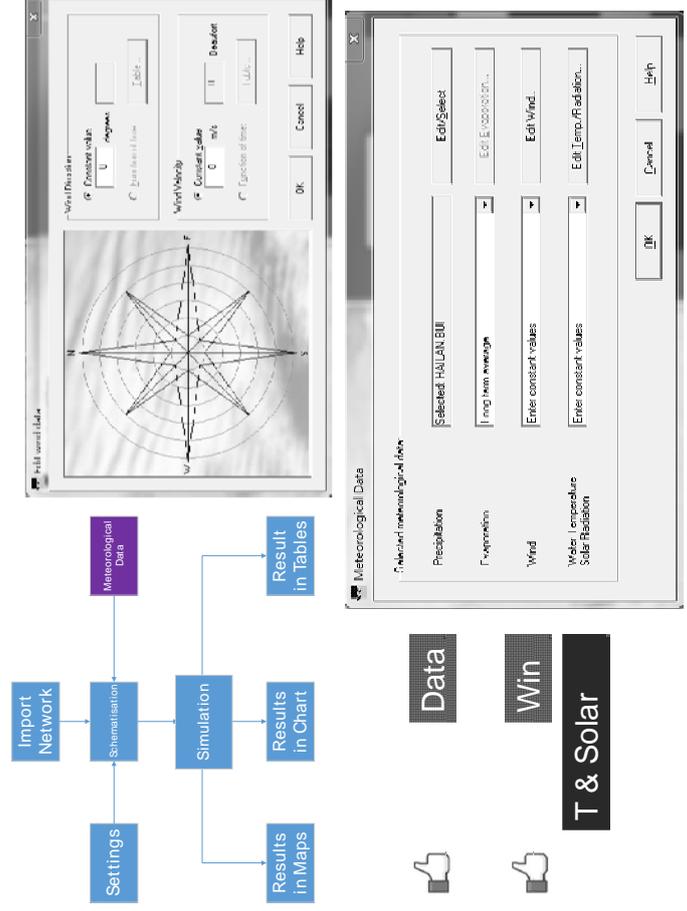
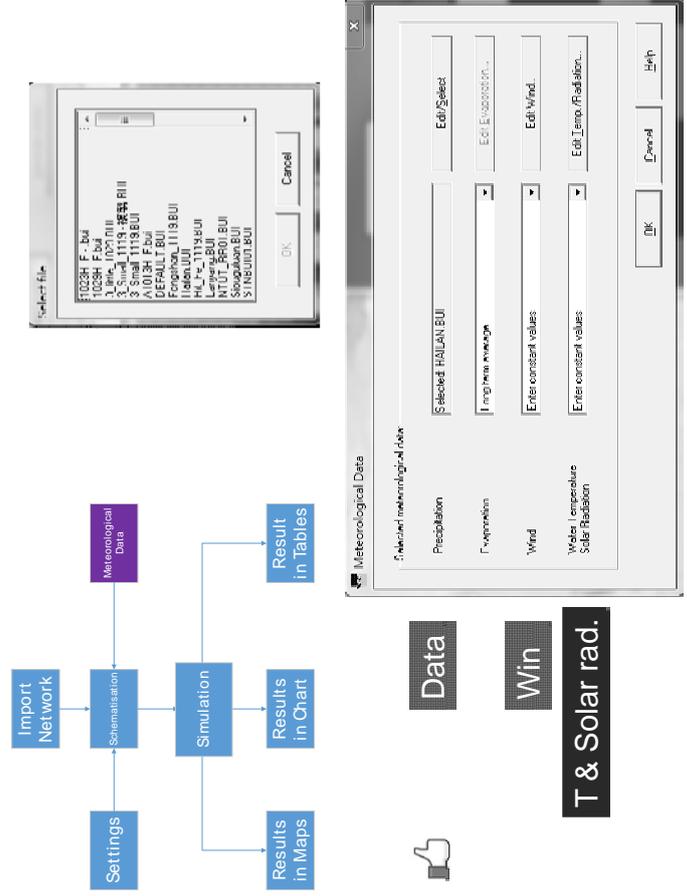
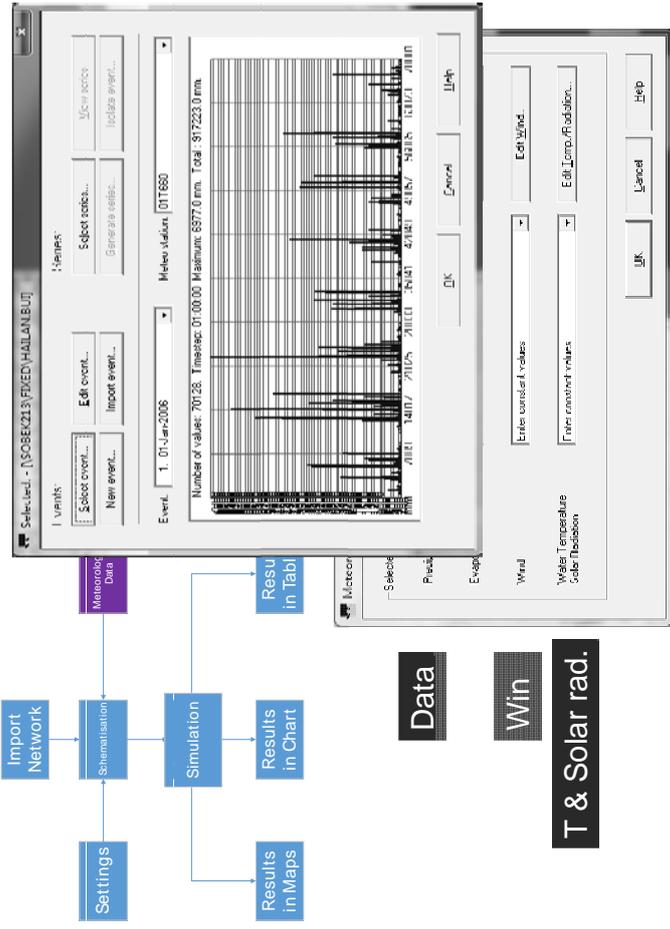
2005.7.17.7.0.0.2663.18.0.0

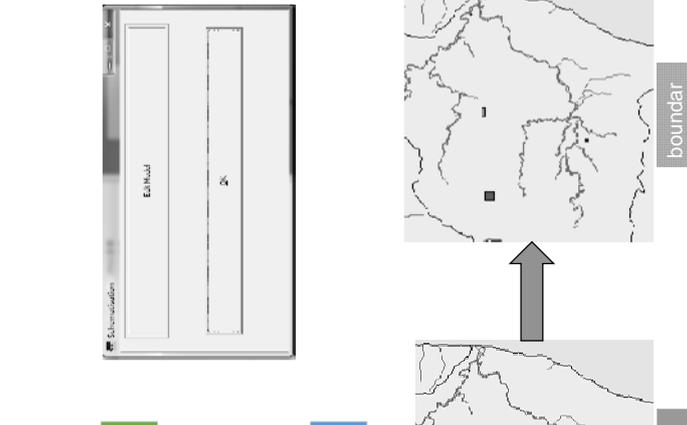
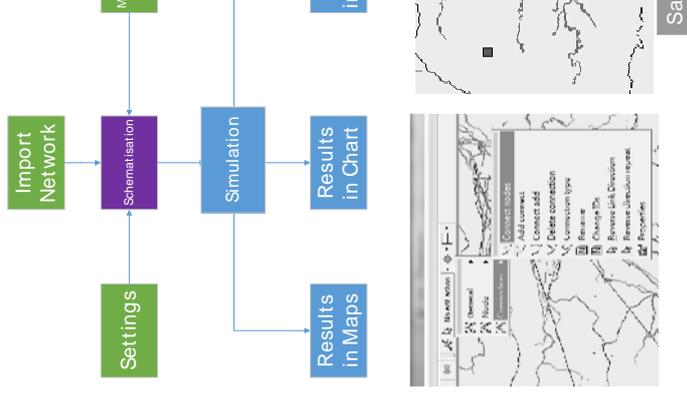
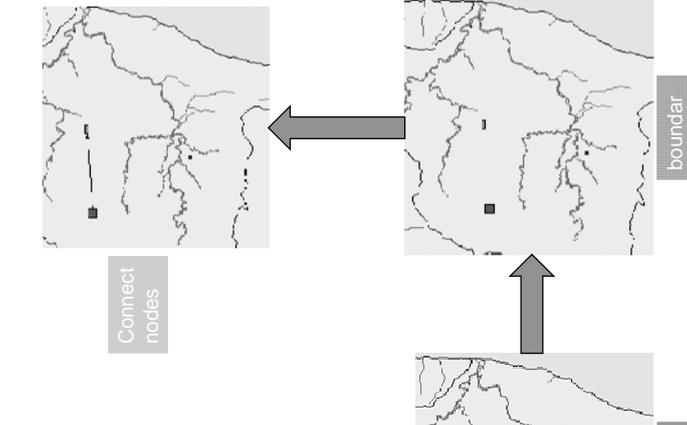
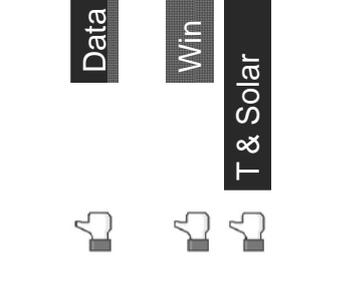
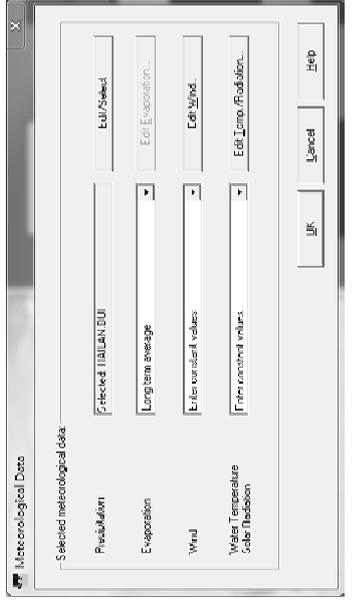
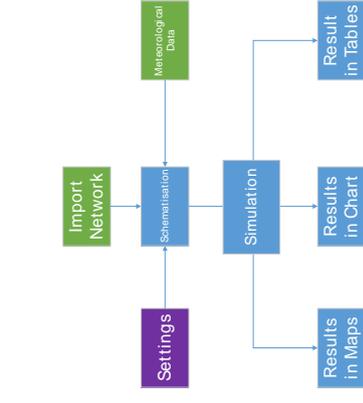
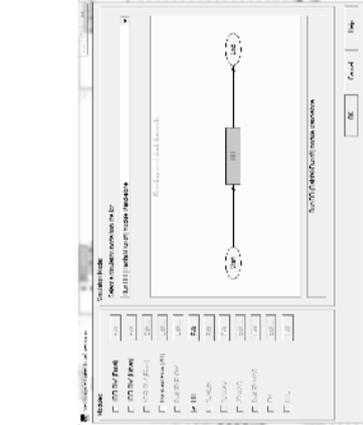
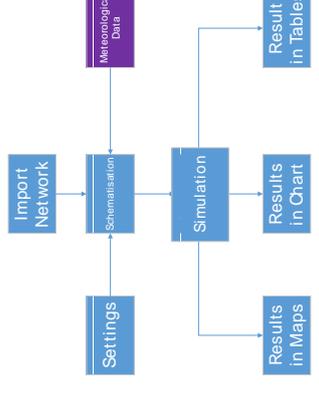
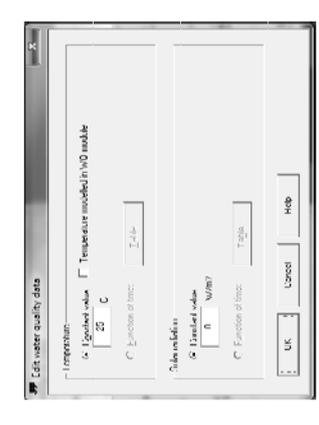
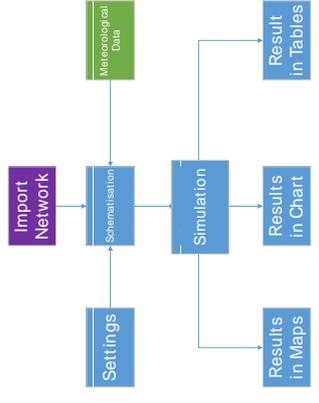
### Example

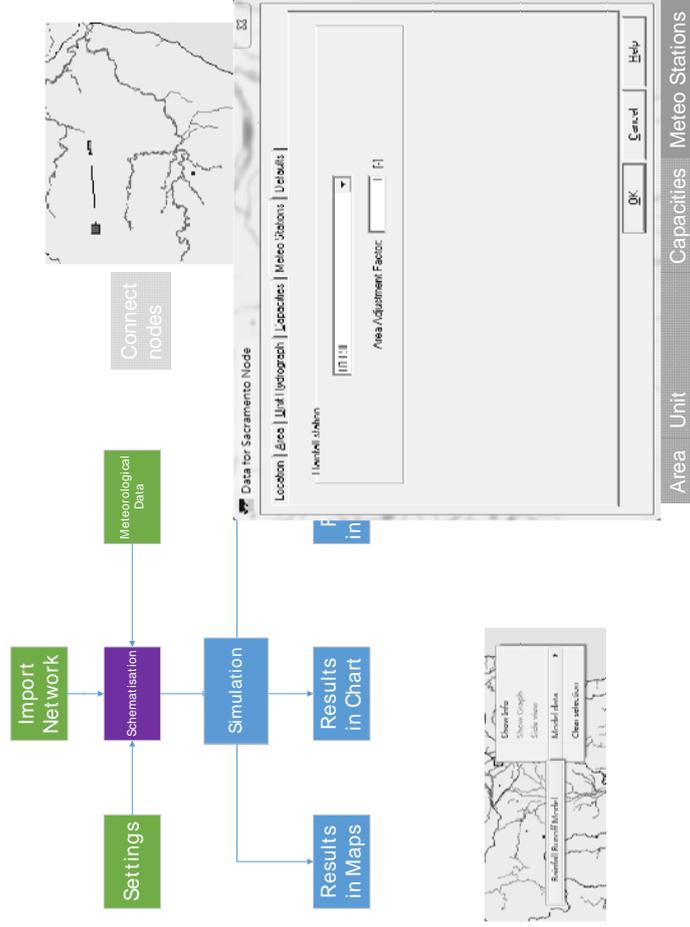
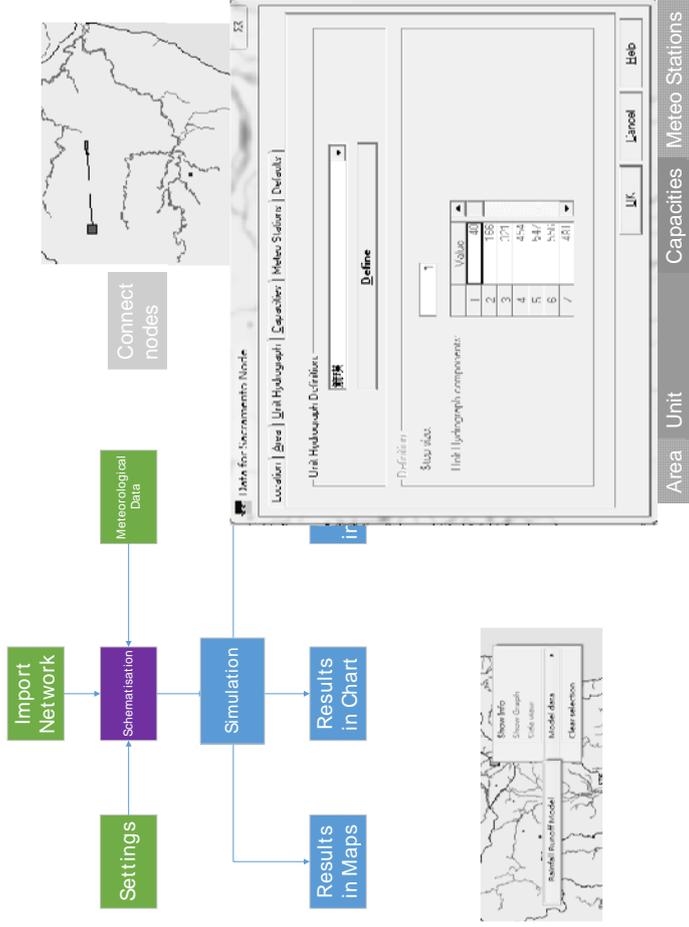
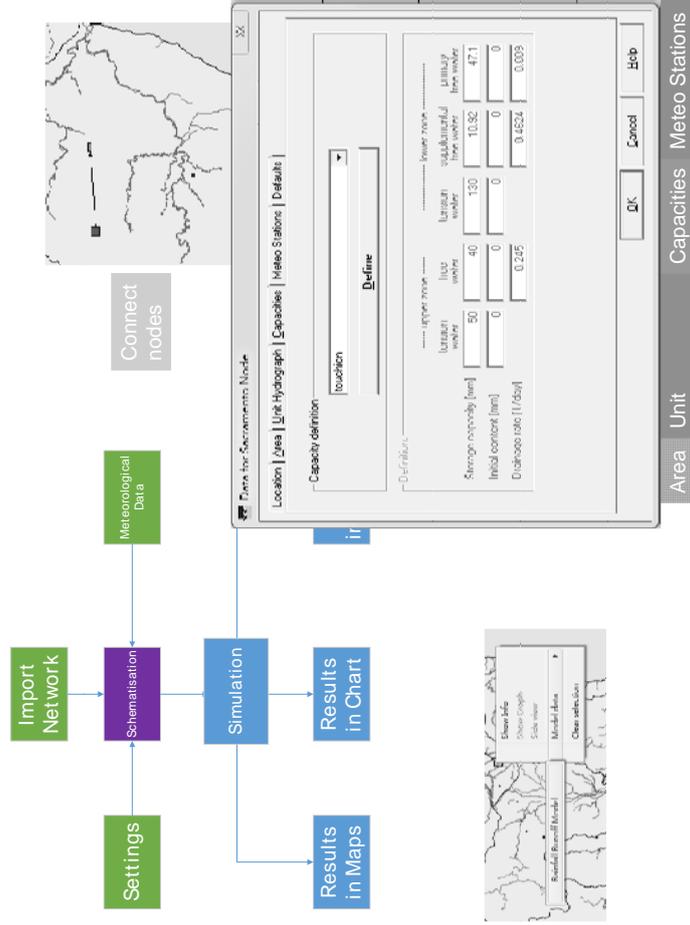
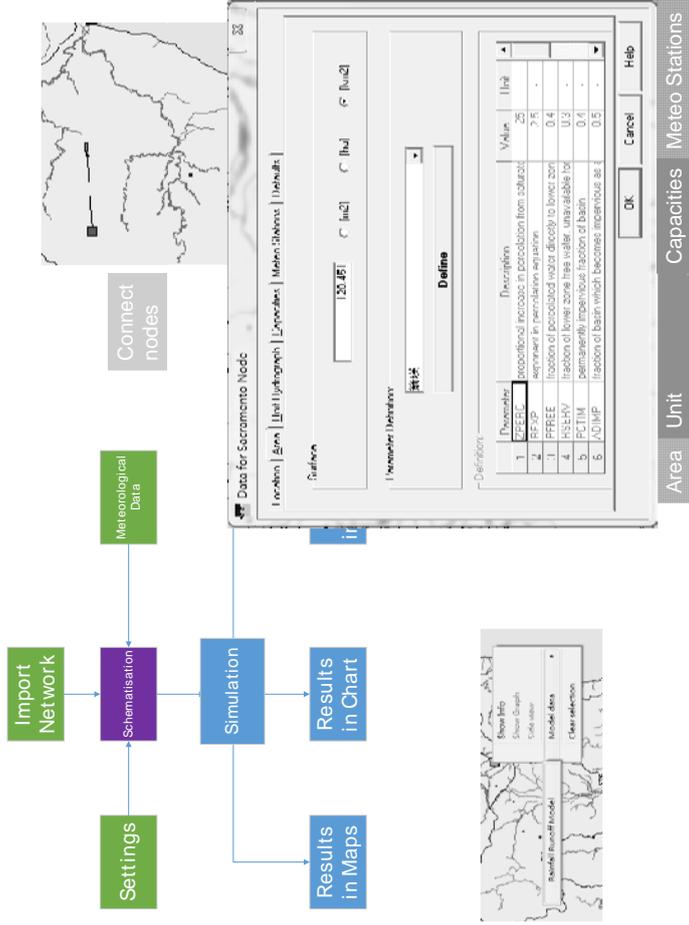
2005/7/17 7:00:00

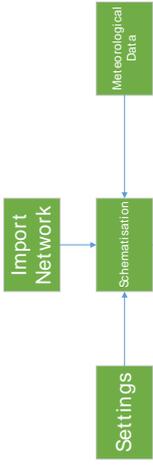
2663 Days + 18 Hours  
(63912hr/24)+(24-7+1)

2012/11/1 1:00:00







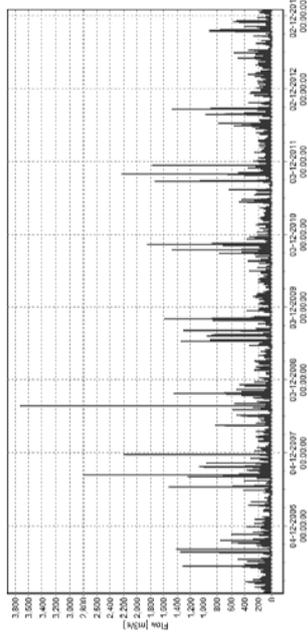
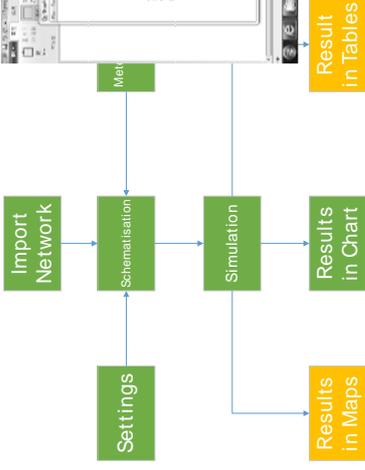
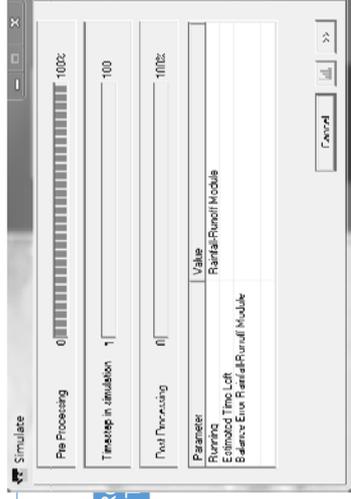


**Simulation**

Results in Maps

Results in Chart

Results in Tables



-Flow 2



# DEMO

# SOBEK模式 模組

- ▶ Rainfall-runoff
- ▶ Channel flow
- ▶ Overland flow

# 二、薩克拉門托(Sacramento)模型

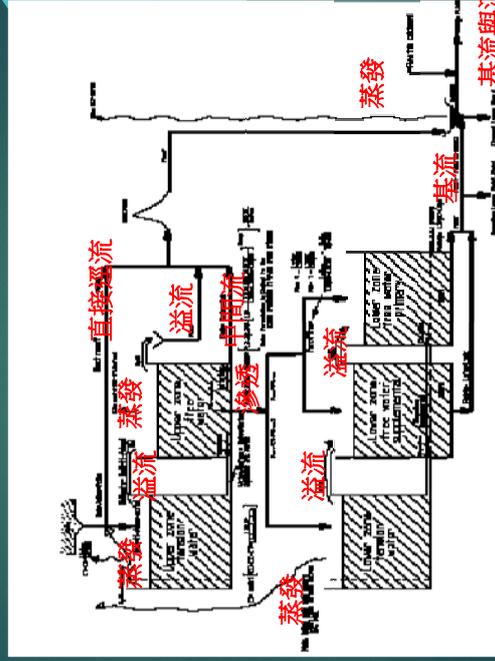
由美國薩克拉門托河流預報中心提出，於1973年開始使用。

模型是在斯坦福(Stanford)IV號模型的基礎上發展的。

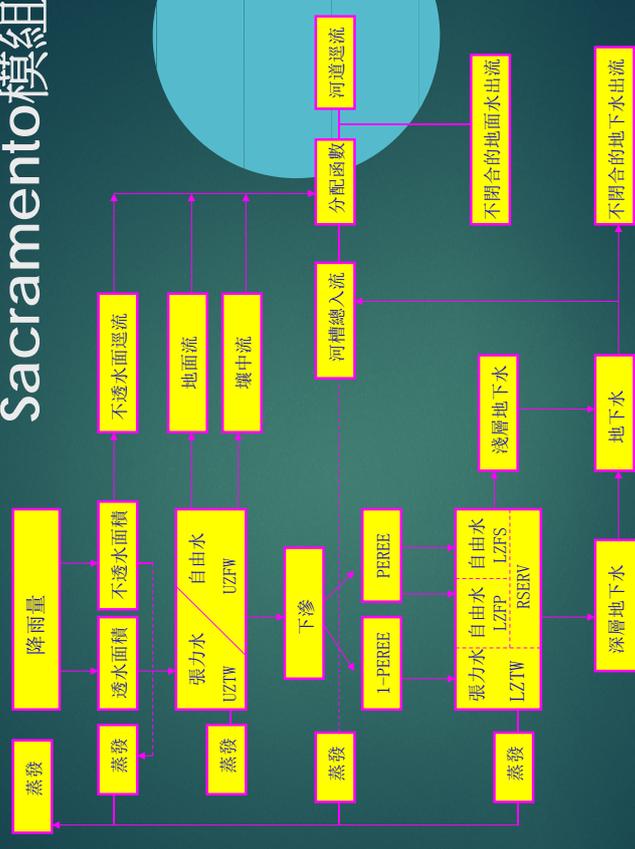
把流域分為不透水面積、透水面積及變動的不透水面積三部分。

逕流來源於不透水面積上的直接逕流，透水面積上的地面逕流、壤中流、淺層與深層地下水，變動的不透水面積上的直接逕流。其主體為透水面積。

# SOBEK模式操作說明 採用模組之理論基礎



# Sacramento模組



## SOBEK模式操作說明 採用模組之理論基礎

5

Sacramento模式主要分二部分，一為超滲降雨量計算，一為超滲降雨量與河川逕流量的轉換

### 超滲降雨量計算共包含17個參數

- 2個計算直接逕流的參數
- 5個定義地面貯蓄筒尺寸參數，包括上層張力水、自由水、初期水貯蓄筒之最大含水量
- 3個定義土壤排水量的計算參數，包括中間流與基流之排水係數
- 3個計算土壤滲透量的參數
- 3個計算系統損失的參數，包括蒸發與水流傳送損失係數
- 可增加定義下層自由水層含水量無法被蒸發散比例的參數

### 降雨-逕流轉換

- SOBEK之Sacramento模組採用單位歷線法將超滲降雨轉換為逕流量，因此，此部分之參數為單位歷線

地面逕流由上層張力水及自由水全部蓄滿，雨強超過土壤中流排出率與上層至下層的下滲率產生，為飽和坡面流。

土壤中流由上層自由水橫向流出形成，其關係為線性水庫。

上層自由水還向下層滲透，其滲透率由下滲曲線控制，為模型的核心部分。滲透水量以一定比例PEREE分配給下層自由水，產生淺層及深層(快速及慢速)兩種地下水，其蓄滲關係都類比為線性水庫，比例係數PEREE反映了地下逕流的產流量積。

## 降雨後形成逕流量與入滲量、計算簡述

6

- ▶ 將土層分為兩層。每層蓄水量又分為張力水與自由水兩種。降雨先補充上層張力水，張力水滿足，再補足上層自由水。張力水的消退為蒸散發，自由水提供下滲及河槽入流，並可補充張力水。

## 降雨後形成逕流量與入滲量、計算簡述

7

- ▶ 下滲曲線採用霍爾坦型，表示為下滲率與土層缺水量的關係，其計算公式為：

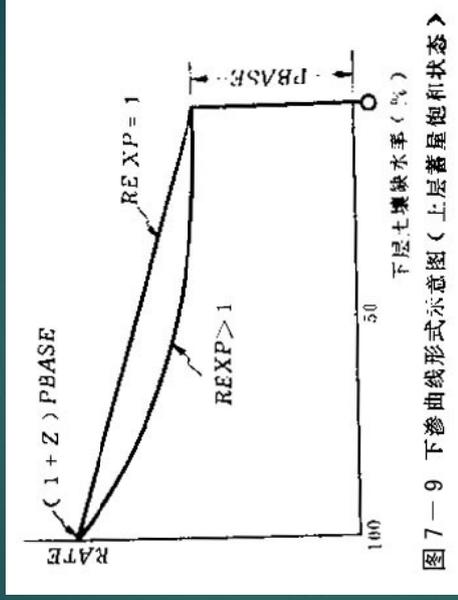
$$RATE = PBASE(1 + Z \times DEFR^{REXP}) \frac{UZFWC}{UZFWM}$$

- ▶ RATE——穩定下滲率；
- ▶ PBASE——下層虧水比，等於下層缺水與下層容量之比；
- ▶ Z——係數，決定下層最乾早時的最大下滲率；
- ▶ DEFR——土層缺水量
- ▶ REXP——係數，表示下滲率隨土層蓄水量變化的函數形式，當REXP=1相當於線性函數；
- ▶ UZFWC——上層自由水蓄量；
- ▶ UZFWM——上層自由水容量。

## 下滲曲線

8

## REXP對下滲曲線的影響



$$PBASE = LZFPM \times LZPK + LZFSM \times LZSK$$

其中，LZFPM、LZFSM是下層兩種自由水的容量，LZPK、LZSK是相應的日出流係數，即 $K_p$

10

## 河槽總入流量

- ▶ 各種自由水蓄量通過線性水庫，轉換為河槽總入流量。如壤中流，令流出係數為UZK；
- ▶  $Q = UZFWC \times UZK$

### UZFWC——上層自由水蓄量

11

## (二) 蒸散發計算

- ▶ 1) 上層張力水：
$$E_1 = E_p \frac{UZIWC}{UZIWM}$$
- ▶ 2) 下層張力水：E\_2 = (E\_p - E\_1) \frac{LZIWC}{UZIWM + LZIWM}

## (三) 參數確定

- ▶ UZTWM：可以看作為**最大初損值**。選夏季久旱後，未產生多少逕流的小雨，計算其降雨損失量。計算多次，取其中較大者用之。
- ▶ UZFWM：不能從實測資料中直接估算，一般可取15至30mm。
- ▶ UZK：難以精確估算，可根據實測流量過程壤中流退水段估算，下式中N為**壤中流退水天數**：
$$UZK = 1 - (0.1)^{1/N}$$

## 參數確定

13

- ▶ LZTWM: 對於濕潤地區，可取歷史上次洪降雨最大損失量與上層張力水容量UZTWM之差。
- ▶ LZPK: 選擇久旱不雨的退水過程後期，可認為是慢速地下水出流，計算式為 $LZPK = 1 - (Q_N/Q_0)^{1/N}$
- ▶ UZK同理得，但假定 $Q_N/Q_0 = 0.1$ 。

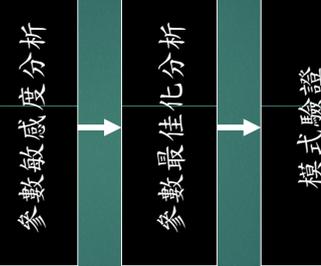
## 參數確定

14

- ▶ LZFWM: 等於最大慢速地下水流量(以時段內mm表示)除以LZPK。
- ▶ LZSK: 流量過程的地下水退水期，扣除慢速地下水後，用計算LZPK的方法計算。
- ▶ LZFSM: 同上，扣除慢速地下水後，與計算LZFWW的方法同。
- ▶ Z、REXP: 優選，或移用自然地理條件相似的流域數值。
- ▶ PFRFE: 下滲水量補充自由水的比例，應該是變數。模型一般取0.2到0.5，據地下水豐富程度及地下水起漲速度而定出。

## 模式參數率定架構

15



## 參數敏感度分析

16

- ▶ SOBEK模式參數共17個
  - ▶ 不易率定每一參數的最佳值
  - ▶ 需先進行參數敏感度分析
    - ▶ 評估並找出對模式計算結果具有明顯影響的參數。
    - ▶ 再進參數率定

► Sacramento model 參數設定值及範圍

► Sacramento model 參數使用值

圖

► (摘自 Geoff Podger, "User guide-Rainfall runoff library", 2004.)

Parameter	Default value	Default minimum	Default maximum
ADIMP	0.01	0.00	1.00
LZFWM	40	0	50
LZFSM	45	0	50
LZPK	0.005	0	0.1
LZFWM	0.043	0	1
LZFSM	1.30	0	400
PCTIM	0.01	0.00	1.00
PREE	0.063	0.000	1.000
REXP	1	0	3
RSERV	0.3	0.0	1.0
SARVA	0.01	0.00	1.00
SIDE	0	0.00	1.00
SSOBT	0.00	0.00	1.00
UZFWM	40	0	80
UZFSM	0.245	0.000	1.000
UZPK	50	0	100
Zperc	40	0	80

Parameter	Description
ZPERC	proportional increase in percolation from saturated to dry conditions
REXP	exponent in percolation equation
PREE	fraction of percolated water directly to lower zone free water
RSERV	fraction of lower zone free water, unavailable for transpiration
PCTIM	permanently impervious fraction of basin
ADIMP	fraction of basin which becomes impervious as all tension water requirements are met
SARVA	fraction of basin covered by streams and channels
SIDE	fraction of baseflow not observed in the streams and channels
SSOBT	sub-surface outflow
PW	time interval increment parameter
PT1	rainfall threshold 1
PT2	rainfall threshold 2

表 7-3 萨克拉门托模型參數值示例

參數	石	口	上	果	米	灣
PCTIM	0.01			0.01		0.01
UZFWM	26		20			25
UZFSM	30		25			25
LZFWM	120		110			130
LZFSM	80		33			35
LZFPM	170		130			105
UZK	0.4		0.4			0.25
LZSK	0.1		0.1			0.07
LZPK	0.01		0.01			0.005
Z	8		12			20
REXP	1.4		1.4			1.8
PBASE	9.7		4.6			3.0
PEREE	0.7		0.35			0.42
多年平均雨量(mm)	1730		1090			750
使用資料年限	1973~75年		1968~77年			1973~78年

## Sacramento 模組將流域匯流計算分為坡面匯流和河網匯流兩部分。

- 1、坡面匯流  
計算出的直接徑流和地面徑流直接進入河網，而壤中流、快速地下水和慢速地下水按線性水庫調蓄後進入河網。
- 2、河網總入流  
各種水源的總和扣除時段內的水面蒸發E4,即得河網總入流。
- 3、河網匯流

河網匯流一般採用無因次單位線。當河道斷面或水力特性變化較大時，模型研製者建議採用“分層的馬斯京根法”做進一步的調蓄計算。



# 附錄六 供水能力及缺水指標(SI)案例分析

## (現況供給現況需求)

單位:萬立方公尺

時間	石門水庫						鳶山堰			三峽堰			總需水量 (含公共及農 業用水)			
	年	月	旬	入流量	蒸發量	保留量	庫容	溢流量	側人流	保留量	石門增供	入流量	保留量	取水量	計畫需水量	實際供水量
1958	10	1	2673	18	156	20951	0	509	43	0	732	43	530	3492	3482	10
1958	10	2	1916	18	156	19852	0	202	43	404	290	43	290	3492	3185	306
1958	10	3	2164	20	156	19515	0	549	43	0	790	43	530	3405	3300	105
1958	11	1	1843	12	156	18679	0	292	43	184	420	43	420	3346	3075	271
1958	11	2	1353	11	156	17340	0	167	43	489	240	43	240	3059	2785	274
1958	11	3	1316	11	156	16280	0	234	43	325	337	43	337	2876	2632	243
1958	12	1	1122	10	156	15070	0	121	43	601	174	43	174	2310	2295	15
1958	12	2	1296	9	156	14772	0	366	43	2	528	43	528	2310	2157	153
1958	12	3	1129	10	156	13901	0	181	43	454	261	43	261	2310	2110	200
1959	1	1	828	7	156	12733	0	180	43	457	259	43	259	2310	2107	203
1959	1	2	808	6	156	11659	0	232	43	330	334	43	334	2310	2119	191
1959	1	3	794	7	156	10399	0	153	43	522	221	43	221	2310	2100	210
1959	2	1	890	6	156	8716	0	275	43	224	397	43	397	3200	2932	268
1959	2	2	1452	6	156	7662	0	476	43	0	686	43	530	3503	3243	260
1959	2	3	3195	5	156	8535	0	705	43	0	1015	43	530	3526	3288	239
1959	3	1	1966	6	156	7719	0	356	43	28	512	43	512	3630	3339	291
1959	3	2	1541	6	156	6550	0	381	43	0	549	43	530	3612	3329	283
1959	3	3	1097	6	156	4396	0	141	43	552	203	43	203	3628	3285	343
1959	4	1	799	6	156	1939	0	89	43	678	129	43	129	3507	3163	344
1959	4	2	958	6	156	0	0	217	43	366	313	43	313	3420	3116	304
1959	4	3	7238	6	156	5082	0	1682	43	0	2423	43	530	3431	3431	0
1959	5	1	2570	7	156	4981	0	393	43	0	566	43	530	3321	3321	0
1959	5	2	1594	7	156	3416	0	157	43	513	226	43	226	3234	3233	2
1959	5	3	3090	8	156	3995	0	459	43	0	661	43	530	3233	3233	0
1959	6	1	9573	10	156	11518	0	1381	43	0	1988	43	530	3323	3323	0
1959	6	2	3773	11	156	12333	0	296	43	174	426	43	426	3367	3366	0
1959	6	3	2249	12	156	11159	0	141	43	552	203	43	203	3453	3453	0
1959	7	1	2739	17	156	10763	0	353	43	35	508	43	508	3678	3677	0
1959	7	2	18266	17	156	23300	3306	2422	43	0	3489	43	530	3689	3689	0
1959	7	3	5794	19	156	23300	2658	373	43	0	537	43	530	3725	3725	0
1959	8	1	4369	16	156	23300	1459	483	43	0	696	43	530	3647	3647	0
1959	8	2	2935	17	156	23054	0	320	43	116	460	43	460	3641	3641	0
1959	8	3	14842	19	156	23300	12233	1139	43	0	1641	43	530	3628	3628	0
1959	9	1	16903	15	156	23300	14773	1111	43	0	1600	43	530	3398	3398	0
1959	9	2	18010	15	156	23300	15966	1516	43	0	2183	43	530	3311	3311	0
1959	9	3	4767	16	156	23300	1640	242	43	306	348	43	348	3398	3398	0
1959	10	1	2822	18	156	23041	0	300	43	164	432	43	432	3492	3492	0
1959	10	2	4034	18	156	23300	1547	1140	43	0	1641	43	530	3492	3492	0
1959	10	3	2279	20	156	22318	0	192	43	428	276	43	276	3405	3405	0
1959	11	1	1487	12	156	20373	0	94	43	667	135	43	135	3346	3346	0
1959	11	2	8326	11	156	23300	3611	1928	43	0	2776	43	530	3059	3059	0
1959	11	3	4324	11	156	23300	2136	429	43	0	617	43	530	2876	2876	0
1959	12	1	2158	10	156	23160	0	141	43	552	203	43	203	2310	2310	0
1959	12	2	1650	9	156	22558	0	159	43	507	230	43	230	2310	2310	0
1959	12	3	1511	10	156	21889	0	189	43	435	272	43	272	2310	2310	0
1960	1	1	1155	7	156	20767	0	148	43	534	214	43	214	2310	2310	0
1960	1	2	980	6	156	19375	0	109	43	630	157	43	157	2310	2310	0
1960	1	3	1143	7	156	18864	0	412	43	0	593	43	530	2310	2310	0
1960	2	1	1364	6	156	17711	0	422	43	0	608	43	530	3200	3200	0
1960	2	2	887	6	156	15138	0	99	43	654	143	43	143	3503	3389	114
1960	2	3	711	5	156	12336	0	76	43	711	109	43	109	3526	3387	140
1960	3	1	682	6	156	9357	0	55	43	762	79	43	79	3630	3484	146
1960	3	2	669	6	156	6444	0	82	43	697	117	43	117	3612	3469	142
1960	3	3	1327	6	156	4635	0	278	43	217	401	43	401	3628	3504	124
1960	4	1	2013	6	156	3977	0	469	43	0	676	43	530	3507	3402	105
1960	4	2	962	6	156	1611	0	111	43	625	160	43	160	3420	3288	132
1960	4	3	2118	6	156	1484	0	837	43	0	1205	43	530	3431	3345	87
1960	5	1	1925	7	156	904	0	455	43	0	656	43	530	3321	3223	98
1960	5	2	1834	7	156	0	0	286	43	198	412	43	412	3234	3127	107
1960	5	3	9191	8	156	7234	0	1334	43	0	1921	43	530	3233	3233	0
1960	6	1	5308	10	156	9889	0	410	43	0	590	43	530	3323	3323	0
1960	6	2	12704	11	156	20499	0	1735	43	0	2499	43	530	3367	3367	0
1960	6	3	3909	12	156	21208	0	232	43	329	335	43	335	3453	3453	0
1960	7	1	2301	17	156	19732	0	90	43	676	130	43	130	3678	3678	0
1960	7	2	1651	17	156	17601	0	93	43	670	133	43	133	3689	3689	0
1960	7	3	11082	19	156	23300	2922	2116	43	0	3047	43	530	3725	3725	0
1960	8	1	44818	16	156	23300	42438	4131	43	0	5949	43	530	3647	3647	0
1960	8	2	26344	17	156	23300	23969	2303	43	0	3316	43	530	3641	3641	0
1960	8	3	26899	19	156	23300	24535	2626	43	0	3781	43	530	3628	3628	0
1960	9	1	9386	15	156	23300	6873	630	43	0	907	43	530	3398	3398	0
1960	9	2	9375	15	156	23300	7331	1376	43	0	1981	43	530	3311	3311	0
1960	9	3	6006	16	156	23300	3167	360	43	18	518	43	518	3398	3398	0

單位:萬立方公尺

時間	石門水庫							鳶山堰			三峽堰			總需水量 (含公共及農 業用水)		
	年	月	旬	入流量	蒸發量	保留量	庫容	溢流量	側人流	保留量	石門增供	入流量	保留量	取水量	計畫需水量	實際供水量
1960	10	1	4323	18	156	23300	2022	939	43	0	1352	43	530	3492	3492	0
1960	10	2	2893	18	156	23300	0	274	43	227	395	43	395	3492	3240	251
1960	10	3	2082	20	156	22380	0	111	43	625	160	43	160	3405	2950	456
1960	11	1	1392	12	156	20761	0	82	43	695	119	43	119	3346	2896	449
1960	11	2	1284	11	156	19268	0	93	43	668	135	43	135	3059	2690	369
1960	11	3	984	11	156	17662	0	102	43	648	146	43	146	2876	2523	353
1960	12	1	979	10	156	16600	0	155	43	518	223	43	223	2310	2088	222
1960	12	2	883	9	156	15558	0	181	43	455	260	43	260	2310	2035	275
1960	12	3	1101	10	156	14876	0	244	43	301	351	43	351	2310	2047	263
1961	1	1	794	7	156	13633	0	125	43	591	180	43	180	2310	2013	297
1961	1	2	763	6	156	12547	0	211	43	382	303	43	303	2310	2035	275
1961	1	3	759	7	156	11230	0	106	43	637	153	43	153	2310	2007	303
1961	2	1	665	6	156	9071	0	105	43	640	151	43	151	3200	2767	433
1961	2	2	708	6	156	6817	0	163	43	498	235	43	235	3503	3047	456
1961	2	3	1665	5	156	6081	0	499	43	0	719	43	530	3526	3162	365
1961	3	1	1023	6	156	4022	0	157	43	513	226	43	226	3630	3155	475
1961	3	2	1801	6	156	3028	0	286	43	197	413	43	413	3612	3183	429
1961	3	3	3809	6	156	4599	0	790	43	0	1137	43	530	3628	3290	338
1961	4	1	1490	6	156	3035	0	120	43	603	173	43	173	3507	3036	471
1961	4	2	1389	6	156	1497	0	145	43	542	209	43	209	3420	2970	450
1961	4	3	1707	6	156	438	0	226	43	344	326	43	326	3431	3007	424
1961	5	1	1955	7	156	0	0	358	43	22	516	43	516	3321	2958	363
1961	5	2	2858	7	156	0	0	267	43	244	385	43	385	3234	3201	34
1961	5	3	12039	8	156	10030	0	961	43	0	1384	43	530	3233	3233	0
1961	6	1	4506	10	156	11711	0	332	43	85	479	43	479	3323	3323	0
1961	6	2	2408	11	156	10883	0	182	43	452	262	43	262	3367	3367	0
1961	6	3	1652	12	156	9001	0	95	43	663	138	43	138	3453	3453	0
1961	7	1	2287	17	156	8326	0	462	43	0	666	43	530	3678	3678	0
1961	7	2	2075	17	156	7013	0	254	43	276	366	43	366	3689	3689	0
1961	7	3	2076	19	156	6027	0	412	43	0	594	43	530	3725	3725	0
1961	8	1	2126	16	156	5147	0	393	43	0	567	43	530	3647	3647	0
1961	8	2	1918	17	156	3677	0	234	43	324	338	43	338	3641	3641	0
1961	8	3	5344	19	156	5976	0	371	43	0	534	43	530	3628	3628	0
1961	9	1	2623	15	156	5725	0	345	43	54	497	43	497	3398	3398	0
1961	9	2	41484	15	156	23300	21865	2634	43	0	3794	43	530	3311	3311	0
1961	9	3	11147	16	156	23300	9016	1043	43	0	1502	43	530	3398	3398	0
1961	10	1	6470	18	156	23300	3643	413	43	0	595	43	530	3492	3492	0
1961	10	2	2746	18	156	22933	0	123	43	596	177	43	177	3492	3091	401
1961	10	3	2298	20	156	22301	0	179	43	460	257	43	257	3405	3043	363
1961	11	1	2528	12	156	22850	0	873	43	0	1257	43	530	3346	3110	236
1961	11	2	1687	11	156	21831	0	135	43	567	194	43	194	3059	2720	339
1961	11	3	1468	11	156	20458	0	141	43	552	203	43	203	2876	2870	6
1961	12	1	1254	10	156	19689	0	153	43	523	220	43	220	2310	2064	246
1961	12	2	1103	9	156	18424	0	109	43	630	157	43	157	2310	2304	6
1961	12	3	1082	10	156	17434	0	138	43	559	199	43	199	2310	2077	233
1962	1	1	1814	7	156	17644	0	459	43	0	661	43	530	2310	2308	2
1962	1	2	1366	6	156	16934	0	228	43	339	329	43	329	2310	2305	5
1962	1	3	1164	7	156	15877	0	164	43	496	236	43	236	2310	2292	18
1962	2	1	804	6	156	13762	0	89	43	678	129	43	129	3200	2824	376
1962	2	2	964	6	156	11711	0	169	43	484	243	43	243	3503	3114	389
1962	2	3	767	5	156	9289	0	97	43	660	139	43	139	3526	3113	413
1962	3	1	1075	6	156	7135	0	120	43	603	173	43	173	3630	3212	418
1962	3	2	881	6	156	4835	0	135	43	566	195	43	195	3612	3200	412
1962	3	3	6421	6	156	8995	0	819	43	0	1180	43	530	3628	3342	286
1962	4	1	2620	6	156	8767	0	247	43	293	356	43	356	3507	3140	366
1962	4	2	2258	6	156	8175	0	211	43	382	303	43	303	3420	3053	367
1962	4	3	1936	6	156	7097	0	139	43	556	201	43	201	3431	3042	389
1962	5	1	1473	7	156	5641	0	133	43	572	191	43	191	3321	2944	377
1962	5	2	1598	7	156	4524	0	197	43	416	283	43	283	3234	2886	348
1962	5	3	1416	8	156	3303	0	233	43	327	336	43	336	3233	2895	337
1962	6	1	1575	10	156	2026	0	171	43	478	247	43	247	3323	2957	366
1962	6	2	5122	11	156	5286	0	1023	43	0	1474	43	530	3367	3135	231
1962	6	3	1997	12	156	4278	0	154	43	520	222	43	222	3453	3066	387
1962	7	1	1837	17	156	3438	0	405	43	0	584	43	530	3678	3336	342
1962	7	2	1347	17	156	1508	0	126	43	588	182	43	182	3689	3266	423
1962	7	3	1743	19	156	0	0	154	43	520	222	43	222	3725	3306	420
1962	8	1	22789	16	156	20409	0	1499	43	0	2159	43	530	3647	3647	0
1962	8	2	4220	17	156	20927	0	105	43	640	151	43	151	3641	3639	2
1962	8	3	4310	19	156	22034	0	306	43	149	441	43	441	3628	3628	0
1962	9	1	30046	15	156	23300	26650	3319	43	0	4780	43	530	3398	3398	0
1962	9	2	7531	15	156	23300	4800	368	43	0	531	43	530	3311	3311	0
1962	9	3	3161	16	156	23300	247	329	43	93	474	43	474	3398	3398	0

單位:萬立方公尺

時間			石門水庫					鳶山堰			三峽堰			總需水量 (含公共及農 業用水)			
年	月	旬	入流量	蒸發量	保留量	庫容	溢流量	側人流	保留量	石門增供	入流量	保留量	取水量	計畫需水量	實際供水量	缺水量	
1962	10	1	23981	18	156	23300	21754	1910	43	0	2751	43	530	3492	3492	0	
1962	10	2	4512	18	156	23300	1379	279	43	216	401	43	401	3492	3492	0	
1962	10	3	3391	20	156	23300	206	223	43	352	321	43	321	3405	3405	0	
1962	11	1	2328	12	156	23294	0	239	43	313	344	43	344	3346	2602	744	
1962	11	2	1961	11	156	23290	0	351	43	40	505	43	505	3059	2506	552	
1962	11	3	1719	11	156	23011	0	490	43	0	705	43	530	2876	2746	129	
1962	12	1	1514	10	156	23015	0	370	43	0	533	43	530	2310	2081	229	
1962	12	2	1159	9	156	22641	0	196	43	418	282	43	282	2310	1681	629	
1962	12	3	1046	10	156	22091	0	165	43	493	238	43	238	2310	1667	643	
1963	1	1	893	7	156	21434	0	179	43	460	257	43	257	2310	1657	653	
1963	1	2	820	6	156	20753	0	208	43	388	300	43	300	2310	1681	629	
1963	1	3	782	7	156	20025	0	203	43	401	292	43	292	2310	1676	634	
1963	2	1	659	6	156	18633	0	234	43	325	337	43	337	3200	2310	890	
1963	2	2	721	6	156	17074	0	221	43	356	319	43	319	3503	2507	997	
1963	2	3	644	5	156	15313	0	154	43	520	222	43	222	3526	2470	1057	
1963	3	1	702	6	156	13447	0	98	43	656	142	43	142	3630	2498	1133	
1963	3	2	898	6	156	11978	0	213	43	377	306	43	306	3612	2574	1037	
1963	3	3	907	6	156	10520	0	220	43	359	317	43	317	3628	2591	1037	
1963	4	1	663	6	156	8805	0	163	43	499	234	43	234	3507	2464	1042	
1963	4	2	724	6	156	7187	0	148	43	534	214	43	214	3420	2394	1026	
1963	4	3	708	6	156	5522	0	135	43	566	195	43	195	3431	2391	1040	
1963	5	1	561	7	156	3684	0	73	43	718	105	43	105	3321	2268	1053	
1963	5	2	635	7	156	2075	0	131	43	576	189	43	189	3234	2255	980	
1963	5	3	800	8	156	618	0	123	43	595	178	43	178	3233	2248	985	
1963	6	1	1689	10	156	301	0	313	43	132	451	43	451	3323	2457	866	
1963	6	2	1863	11	156	0	0	236	43	320	340	43	340	3367	2427	940	
1963	6	3	2952	12	156	594	0	836	43	0	1204	43	530	3453	3453	0	
1963	7	1	3243	17	156	897	0	484	43	0	697	43	530	3678	3678	0	
1963	7	2	11015	17	156	9490	0	1328	43	0	1912	43	530	3689	3689	0	
1963	7	3	4152	19	156	10164	0	233	43	327	336	43	336	3725	3725	0	
1963	8	1	2174	16	156	8813	0	180	43	456	260	43	260	3647	3647	0	
1963	8	2	2348	17	156	7517	0	130	43	579	187	43	187	3641	3641	0	
1963	8	3	2218	19	156	6576	0	324	43	105	467	43	467	3628	3628	0	
1963	9	1	10534	15	156	14799	0	832	43	0	1198	43	530	3398	3398	0	
1963	9	2	92718	15	156	23300	82173	8307	43	0	11963	43	530	3311	3311	0	
1963	9	3	6715	16	156	23300	4036	465	43	0	669	43	530	3398	3398	0	
1963	10	1	4280	18	156	23300	911	182	43	452	262	43	262	3492	3492	0	
1963	10	2	3298	18	156	23287	0	175	43	468	253	43	253	3492	3417	75	
1963	10	3	2051	20	156	22688	0	115	43	615	166	43	166	3405	2608	798	
1963	11	1	1444	12	156	21321	0	66	43	734	96	43	96	3346	2657	689	
1963	11	2	1284	11	156	20044	0	95	43	665	136	43	136	3059	2478	581	
1963	11	3	1089	11	156	19222	0	323	43	108	465	43	465	2876	2385	491	
1963	12	1	2223	10	156	20301	0	630	43	0	907	43	530	2310	2015	295	
1963	12	2	1646	9	156	20737	0	538	43	0	775	43	530	2310	1991	319	
1963	12	3	1172	10	156	20179	0	194	43	422	280	43	280	2310	1872	438	
1964	1	1	910	7	156	19383	0	207	43	390	299	43	299	2310	1883	427	
1964	1	2	926	6	156	18751	0	287	43	195	414	43	414	2310	1932	378	
1964	1	3	4069	7	156	21918	0	950	43	0	1369	43	530	2310	2096	214	
1964	2	1	2540	6	156	22399	0	362	43	12	522	43	522	3200	2630	569	
1964	2	2	1470	6	156	21144	0	163	43	498	235	43	235	3503	2811	692	
1964	2	3	1709	5	156	20788	0	543	43	0	782	43	530	3526	2869	657	
1964	3	1	1540	6	156	19810	0	247	43	293	356	43	356	3630	2810	820	
1964	3	2	1045	6	156	18132	0	133	43	572	191	43	191	3612	2736	876	
1964	3	3	953	6	156	16359	0	131	43	576	189	43	189	3628	2736	893	
1964	4	1	901	6	156	14505	0	70	43	725	101	43	101	3507	2615	892	
1964	4	2	836	6	156	12618	0	56	43	760	80	43	80	3420	2548	872	
1964	4	3	747	6	156	10651	0	57	43	757	82	43	82	3431	2543	888	
1964	5	1	814	7	156	8828	0	59	43	752	85	43	85	3321	2472	849	
1964	5	2	669	7	156	6944	0	74	43	715	107	43	107	3234	2424	810	
1964	5	3	1263	8	156	5712	0	98	43	656	142	43	142	3233	2425	808	
1964	6	1	4845	10	156	8675	0	589	43	0	848	43	530	3323	2731	593	
1964	6	2	2689	11	156	9359	0	466	43	0	671	43	530	3367	2731	636	
1964	6	3	3404	12	156	10732	0	518	43	0	746	43	530	3453	2808	645	
1964	7	1	2172	17	156	10549	0	363	43	10	523	43	523	3678	2921	757	
1964	7	2	1764	17	156	9641	0	191	43	429	276	43	276	3689	2820	869	
1964	7	3	1904	19	156	8803	0	169	43	484	243	43	243	3725	2833	892	
1964	8	1	2896	16	156	9319	0	336	43	76	484	43	484	3647	2881	766	
1964	8	2	4396	17	156	11557	0	542	43	0	781	43	530	3641	2954	688	
1964	8	3	5525	19	156	14860	0	445	43	0	641	43	530	3628	2918	710	
1964	9	1	2348	15	156	14702	0	162	43	501	233	43	233	3398	2583	815	
1964	9	2	1606	15	156	13789	0	117	43	610	169	43	169	3311	2487	825	
1964	9	3	1887	16	156	13420	0	299	43	167	430	43	430	3398	2665	732	

單位:萬立方公尺

時間			石門水庫					鳶山堰			三峽堰			總需水量 (含公共及農 業用水)		
年	月	旬	入流量	蒸發量	保留量	庫容	溢流量	側人流	保留量	石門增供	入流量	保留量	取水量	計畫需水量	實際供水量	缺水
1964	10	1	3021	18	156	14204	0	248	43	290	358	43	358	3492	2521	971
1964	10	2	4507	18	156	16391	0	198	43	413	285	43	285	3492	2482	1010
1964	10	3	3001	20	156	17563	0	551	43	0	793	43	530	3405	2629	776
1964	11	1	2530	12	156	18191	0	487	43	0	702	43	530	3346	2647	699
1964	11	2	1958	11	156	17301	0	213	43	376	307	43	307	3059	3052	7
1964	11	3	1173	11	156	16580	0	199	43	410	287	43	287	2876	2065	810
1964	12	1	1066	10	156	16106	0	187	43	440	269	43	269	2310	1665	645
1964	12	2	1038	9	156	15742	0	270	43	238	388	43	388	2310	1729	581
1964	12	3	979	10	156	15176	0	184	43	447	265	43	265	2310	1661	649
1965	1	1	1855	7	156	16192	0	907	43	0	1306	43	530	2310	1991	319
1965	1	2	888	6	156	15486	0	152	43	525	219	43	219	2310	1637	673
1965	1	3	838	7	156	14751	0	165	43	493	238	43	238	2310	1647	663
1965	2	1	747	6	156	13272	0	129	43	582	185	43	185	3200	2228	972
1965	2	2	694	6	156	11507	0	113	43	620	163	43	163	3503	2422	1081
1965	2	3	615	5	156	9621	0	97	43	660	139	43	139	3526	2425	1101
1965	3	1	1124	6	156	8219	0	124	43	594	178	43	178	3630	2517	1113
1965	3	2	1030	6	156	6706	0	106	43	637	153	43	153	3612	2491	1121
1965	3	3	930	6	156	5148	0	146	43	539	211	43	211	3628	2534	1095
1965	4	1	833	6	156	3585	0	151	43	527	218	43	218	3507	2455	1052
1965	4	2	768	6	156	2142	0	228	43	340	328	43	328	3420	2456	964
1965	4	3	1129	6	156	952	0	167	43	488	241	43	241	3431	2416	1015
1965	5	1	1316	7	156	0	0	152	43	525	219	43	219	3321	2330	991
1965	5	2	2634	7	156	0	0	199	43	410	287	43	287	3234	2811	424
1965	5	3	3480	8	156	407	0	192	43	427	277	43	277	3233	3232	1
1965	6	1	2436	10	156	0	0	202	43	404	290	43	290	3323	3023	301
1965	6	2	6596	11	156	3634	0	294	43	178	424	43	424	3367	3366	0
1965	6	3	6993	12	156	7923	0	490	43	0	705	43	530	3453	3453	0
1965	7	1	3722	17	156	8641	0	420	43	0	605	43	530	3678	3678	0
1965	7	2	3102	17	156	8441	0	289	43	190	417	43	417	3689	3689	0
1965	7	3	7469	19	156	13449	0	1088	43	0	1567	43	530	3725	3725	0
1965	8	1	2922	16	156	12958	0	226	43	344	326	43	326	3647	3647	0
1965	8	2	11912	17	156	22272	0	790	43	0	1138	43	530	3641	3641	0
1965	8	3	6830	19	156	23300	2701	348	43	47	501	43	501	3628	3628	0
1965	9	1	3520	15	156	23300	534	299	43	166	431	43	431	3398	3398	0
1965	9	2	3110	15	156	23300	175	285	43	201	410	43	410	3311	3311	0
1965	9	3	2208	16	156	22213	0	173	43	474	249	43	249	3398	3398	0
1965	10	1	2136	18	156	21288	0	219	43	362	315	43	315	3492	3274	218
1965	10	2	1494	18	156	19652	0	47	43	781	68	43	68	3492	2923	569
1965	10	3	1444	20	156	18571	0	42	43	793	60	43	60	3405	2305	1101
1965	11	1	1130	12	156	17219	0	34	43	804	49	43	49	3346	2258	1088
1965	11	2	1350	11	156	16411	0	114	43	617	165	43	165	3059	2122	937
1965	11	3	1214	11	156	16040	0	384	43	0	553	43	530	2876	2208	668
1965	12	1	845	10	156	15138	0	63	43	743	90	43	90	2310	1568	742
1965	12	2	760	9	156	14151	0	61	43	747	88	43	88	2310	1565	745
1965	12	3	960	10	156	13646	0	232	43	330	334	43	334	2310	1699	611
1966	1	1	708	7	156	12809	0	181	43	454	261	43	261	2310	1659	651
1966	1	2	567	6	156	11640	0	66	43	735	95	43	95	2310	1569	741
1966	1	3	736	7	156	10871	0	206	43	393	297	43	297	2310	1679	631
1966	2	1	769	6	156	9296	0	58	43	755	83	43	83	3200	2173	1027
1966	2	2	626	6	156	7413	0	83	43	694	119	43	119	3503	2398	1105
1966	2	3	869	5	156	5911	0	175	43	469	252	43	252	3526	2486	1040
1966	3	1	894	6	156	4298	0	135	43	566	195	43	195	3630	2526	1104
1966	3	2	997	6	156	2744	0	102	43	648	146	43	146	3612	2488	1124
1966	3	3	2981	6	156	4074	0	1220	43	0	1757	43	530	3628	2927	701
1966	4	1	1443	6	156	3166	0	179	43	460	257	43	257	3507	2476	1030
1966	4	2	1110	6	156	1836	0	90	43	676	130	43	130	3420	2348	1072
1966	4	3	1378	6	156	1227	0	367	43	0	529	43	529	3431	2572	859
1966	5	1	1618	7	156	760	0	262	43	256	378	43	378	3321	2416	905
1966	5	2	1432	7	156	32	0	182	43	452	262	43	262	3234	2294	940
1966	5	3	2088	8	156	0	0	206	43	394	296	43	296	3233	2312	921
1966	6	1	18229	10	156	16179	0	2262	43	0	3258	43	530	3323	3323	0
1966	6	2	11025	11	156	23300	1579	782	43	0	1126	43	530	3367	3367	0
1966	6	3	5033	12	156	23300	2169	370	43	0	533	43	530	3453	3453	0
1966	7	1	2855	17	156	22436	0	114	43	618	164	43	164	3678	3678	0
1966	7	2	2197	17	156	21074	0	184	43	447	265	43	265	3689	3689	0
1966	7	3	2215	19	156	19696	0	186	43	442	268	43	268	3725	3725	0
1966	8	1	1580	16	156	17433	0	50	43	774	72	43	72	3647	3647	0
1966	8	2	2768	17	156	17290	0	477	43	0	686	43	530	3641	3641	0
1966	8	3	3071	19	156	17429	0	445	43	0	640	43	530	3628	3628	0
1966	9	1	19069	15	156	23300	11068	1618	43	0	2329	43	530	3398	3398	0
1966	9	2	17406	15	156	23300	15362	2320	43	0	3341	43	530	3311	3311	0
1966	9	3	7836	16	156	23300	5705	1059	43	0	1525	43	530	3398	3398	0

單位:萬立方公尺

時間			石門水庫					鳶山堰			三峽堰			總需水量 (含公共及農 業用水)		
年	月	旬	入流量	蒸發量	保留量	庫容	溢流量	側入流	保留量	石門增供	入流量	保留量	取水量	計畫需水量	實際供水量	缺水量
1966	10	1	3260	18	156	23151	0	166	43	492	238	43	238	3492	3492	0
1966	10	2	2380	18	156	22917	0	198	43	412	286	43	286	3492	2776	716
1966	10	3	1850	20	156	22133	0	131	43	577	188	43	188	3405	2629	776
1966	11	1	1241	12	156	20651	0	54	43	765	77	43	77	3346	2539	807
1966	11	2	1060	11	156	19184	0	41	43	794	59	43	59	3059	2314	745
1966	11	3	1017	11	156	17969	0	125	43	591	180	43	180	2876	2223	653
1966	12	1	888	10	156	17105	0	160	43	506	230	43	230	2310	1809	501
1966	12	2	702	9	156	15944	0	99	43	655	142	43	142	2310	1774	536
1966	12	3	961	10	156	15375	0	279	43	215	402	43	402	2310	1879	431
1967	1	1	877	7	156	14712	0	272	43	232	392	43	392	2310	1875	435
1967	1	2	1228	6	156	14793	0	606	43	0	873	43	530	2310	1999	311
1967	1	3	941	7	156	14032	0	185	43	445	266	43	266	2310	1824	486
1967	2	1	1226	6	156	13223	0	363	43	10	523	43	523	3200	2608	592
1967	2	2	1039	6	156	12097	0	444	43	0	640	43	530	3503	2870	633
1967	2	3	1031	5	156	10678	0	273	43	230	393	43	393	3526	2804	723
1967	3	1	1749	6	156	9911	0	279	43	215	402	43	402	3630	2886	744
1967	3	2	1104	6	156	8212	0	117	43	611	168	43	168	3612	2778	834
1967	3	3	1467	6	156	7103	0	246	43	295	355	43	355	3628	2866	762
1967	4	1	1234	6	156	5903	0	273	43	230	393	43	393	3507	2789	718
1967	4	2	1021	6	156	4279	0	124	43	594	178	43	178	3420	2636	784
1967	4	3	1144	6	156	2898	0	193	43	425	278	43	278	3431	2685	746
1967	5	1	849	7	156	1194	0	132	43	574	190	43	190	3321	2566	755
1967	5	2	1152	7	156	0	0	208	43	388	300	43	300	3234	2545	690
1967	5	3	6679	8	156	4722	0	1283	43	0	1848	43	530	3233	3233	0
1967	6	1	6076	10	156	8748	0	1067	43	0	1537	43	530	3323	3323	0
1967	6	2	4612	11	156	11104	0	851	43	0	1225	43	530	3367	3367	0
1967	6	3	2580	12	156	10373	0	187	43	440	269	43	269	3453	3453	0
1967	7	1	2497	17	156	9417	0	223	43	352	321	43	321	3678	3678	0
1967	7	2	1670	17	156	7911	0	341	43	64	491	43	491	3689	3689	0
1967	7	3	1587	19	156	6188	0	302	43	159	435	43	435	3725	3725	0
1967	8	1	2444	16	156	5670	0	431	43	0	620	43	530	3647	3647	0
1967	8	2	2437	17	156	5109	0	394	43	0	568	43	530	3641	3641	0
1967	8	3	3177	19	156	5065	0	299	43	167	430	43	430	3628	3628	0
1967	9	1	2350	15	156	4301	0	247	43	294	355	43	355	3398	3398	0
1967	9	2	1463	15	156	2532	0	163	43	498	235	43	235	3311	3311	0
1967	9	3	2581	16	156	2069	0	276	43	223	397	43	397	3398	3398	0
1967	10	1	1538	18	156	770	0	404	43	0	582	43	530	3492	3492	0
1967	10	2	11298	18	156	9841	0	2374	43	0	3419	43	530	3492	3492	0
1967	10	3	7695	20	156	15393	0	1239	43	0	1785	43	530	3405	3405	0
1967	11	1	2919	12	156	15275	0	256	43	271	369	43	369	3346	3346	0
1967	11	2	12079	11	156	23300	2267	1355	43	0	1951	43	530	3059	3059	0
1967	11	3	5347	11	156	23300	3343	613	43	0	883	43	530	2876	2876	0
1967	12	1	2732	10	156	23300	1095	432	43	0	621	43	530	2310	2310	0
1967	12	2	2118	9	156	23300	504	454	43	0	654	43	530	2310	2310	0
1967	12	3	1754	10	156	22898	0	199	43	410	287	43	287	2310	2310	0
1968	1	1	1349	7	156	22069	0	189	43	435	272	43	272	2310	2310	0
1968	1	2	1094	6	156	20819	0	120	43	603	173	43	173	2310	2310	0
1968	1	3	1151	7	156	19607	0	113	43	620	163	43	163	2310	2310	0
1968	2	1	6826	6	156	23300	1207	1371	43	0	1975	43	530	3200	3200	0
1968	2	2	5242	6	156	23300	2872	873	43	0	1257	43	530	3503	3503	0
1968	2	3	4254	5	156	23300	1544	555	43	0	799	43	530	3526	3526	0
1968	3	1	2915	6	156	22821	0	224	43	349	323	43	323	3630	3630	0
1968	3	2	1940	6	156	21050	0	87	43	684	125	43	125	3612	3612	0
1968	3	3	6436	6	156	23300	1519	699	43	0	1006	43	530	3628	3628	0
1968	4	1	4528	6	156	23300	1373	271	43	234	391	43	391	3507	3507	0
1968	4	2	2343	6	156	22207	0	121	43	601	174	43	174	3420	3420	0
1968	4	3	2317	6	156	21302	0	213	43	376	307	43	307	3431	3431	0
1968	5	1	1576	7	156	19436	0	77	43	708	111	43	111	3321	3321	0
1968	5	2	1429	7	156	17536	0	88	43	681	127	43	127	3234	3234	0
1968	5	3	4399	8	156	19621	0	656	43	0	944	43	530	3233	3233	0
1968	6	1	8559	10	156	23300	2716	899	43	0	1294	43	530	3323	3323	0
1968	6	2	9622	11	156	23300	7174	659	43	0	950	43	530	3367	3367	0
1968	6	3	6327	12	156	23300	4086	953	43	0	1373	43	530	3453	3453	0
1968	7	1	5284	17	156	23300	2572	712	43	0	1026	43	530	3678	3678	0
1968	7	2	2727	17	156	22780	0	312	43	135	449	43	449	3689	3689	0
1968	7	3	24892	19	156	23300	21911	1527	43	0	2200	43	530	3725	3725	0
1968	8	1	9428	16	156	23300	6718	683	43	0	984	43	530	3647	3647	0
1968	8	2	4241	17	156	23300	633	145	43	543	208	43	208	3641	3641	0
1968	8	3	4065	19	156	23300	715	246	43	296	354	43	354	3628	3628	0
1968	9	1	3779	15	156	23300	434	152	43	525	219	43	219	3398	3398	0
1968	9	2	2086	15	156	21924	0	69	43	728	99	43	99	3311	3311	0
1968	9	3	14330	16	156	23300	10823	1247	43	0	1796	43	530	3398	3398	0

單位:萬立方公尺

時間	石門水庫							鳶山堰			三峽堰			總需水量 (含公共及農 業用水)		
	年	月	旬	入流量	蒸發量	保留量	庫容	溢流量	側人流	保留量	石門增供	入流量	保留量	取水量	計畫需水量	實際供水量
1968	10	1	12879	18	156	23300	10332	693	43	0	998	43	530	3492	3492	0
1968	10	2	4685	18	156	23300	1577	289	43	191	416	43	416	3492	3492	0
1968	10	3	2772	20	156	23300	0	159	43	508	229	43	229	3405	2837	569
1968	11	1	1859	12	156	22595	0	79	43	704	113	43	113	3346	2441	905
1968	11	2	1360	11	156	20795	0	57	43	758	81	43	81	3059	2983	76
1968	11	3	1229	11	156	19776	0	57	43	757	82	43	82	2876	2072	804
1968	12	1	1104	10	156	19047	0	66	43	734	96	43	96	2310	1664	646
1968	12	2	851	9	156	18066	0	71	43	722	103	43	103	2310	1675	635
1968	12	3	780	10	156	17007	0	67	43	733	96	43	96	2310	1669	641
1969	1	1	621	7	156	15846	0	93	43	669	134	43	134	2310	1681	629
1969	1	2	703	6	156	14819	0	122	43	598	176	43	176	2310	1700	610
1969	1	3	607	7	156	13570	0	51	43	772	73	43	73	2310	1652	658
1969	2	1	951	6	156	12276	0	188	43	438	270	43	270	3200	2390	810
1969	2	2	573	6	156	10213	0	89	43	679	128	43	128	3503	2541	962
1969	2	3	867	5	156	8565	0	167	43	488	241	43	241	3526	2611	915
1969	3	1	2215	6	156	8750	0	611	43	0	880	43	530	3630	2903	727
1969	3	2	3335	6	156	10011	0	532	43	0	766	43	530	3612	2868	744
1969	3	3	1470	6	156	8889	0	165	43	494	237	43	237	3628	2683	945
1969	4	1	1393	6	156	7748	0	148	43	535	213	43	213	3507	2584	923
1969	4	2	1099	6	156	6263	0	84	43	691	121	43	121	3420	2478	942
1969	4	3	1001	6	156	4653	0	73	43	718	105	43	105	3431	2479	953
1969	5	1	823	7	156	2938	0	69	43	727	100	43	100	3321	2397	924
1969	5	2	850	7	156	1345	0	88	43	682	126	43	126	3234	2348	887
1969	5	3	1076	8	156	0	0	100	43	652	144	43	144	3233	2355	878
1969	6	1	2746	10	156	86	0	403	43	0	581	43	530	3323	3323	0
1969	6	2	3579	11	156	1075	0	516	43	0	742	43	530	3367	3366	0
1969	6	3	6068	12	156	4547	0	599	43	0	862	43	530	3453	3453	0
1969	7	1	3613	17	156	5224	0	488	43	0	703	43	530	3678	3678	0
1969	7	2	2805	17	156	5129	0	535	43	0	770	43	530	3689	3689	0
1969	7	3	8079	19	156	10352	0	617	43	0	889	43	530	3725	3725	0
1969	8	1	10647	16	156	18619	0	2609	43	0	3758	43	530	3647	3647	0
1969	8	2	6128	17	156	22019	0	660	43	0	951	43	530	3641	3641	0
1969	8	3	2950	19	156	21537	0	212	43	379	305	43	305	3628	3628	0
1969	9	1	6338	15	156	23300	1768	373	43	0	537	43	530	3398	3398	0
1969	9	2	24372	15	156	23300	22328	3162	43	0	4554	43	530	3311	3311	0
1969	9	3	35992	16	156	23300	33861	1752	43	0	2524	43	530	3398	3398	0
1969	10	1	47626	18	156	23300	45399	5543	43	0	7982	43	530	3492	3492	0
1969	10	2	6799	18	156	23300	3942	392	43	0	564	43	530	3492	3492	0
1969	10	3	3628	20	156	23300	239	139	43	556	201	43	201	3405	3405	0
1969	11	1	2136	12	156	22048	0	112	43	623	161	43	161	3346	3346	0
1969	11	2	1593	11	156	20503	0	97	43	660	139	43	139	3059	3059	0
1969	11	3	2073	11	156	20412	0	453	43	0	652	43	530	2876	2876	0
1969	12	1	1407	10	156	19705	0	216	43	368	312	43	312	2310	2310	0
1969	12	2	1201	9	156	18695	0	176	43	466	254	43	254	2310	2310	0
1969	12	3	1209	10	156	17750	0	200	43	408	288	43	288	2310	2310	0
1970	1	1	868	7	156	16335	0	146	43	540	210	43	210	2310	2310	0
1970	1	2	1894	6	156	16911	0	746	43	0	1074	43	530	2310	2310	0
1970	1	3	2116	7	156	17546	0	585	43	0	843	43	530	2310	2310	0
1970	2	1	1534	6	156	16137	0	233	43	327	336	43	336	3200	3200	0
1970	2	2	1104	6	156	13732	0	126	43	589	181	43	181	3503	3503	0
1970	2	3	823	5	156	10926	0	86	43	687	123	43	123	3526	3526	0
1970	3	1	3609	6	156	12069	0	902	43	0	1299	43	530	3630	3630	0
1970	3	2	4708	6	156	14440	0	1068	43	0	1538	43	530	3612	3612	0
1970	3	3	2911	6	156	14170	0	311	43	138	447	43	447	3628	3628	0
1970	4	1	1787	6	156	12556	0	171	43	479	246	43	246	3507	3507	0
1970	4	2	1304	6	156	10424	0	121	43	601	174	43	174	3420	3420	0
1970	4	3	1220	6	156	8195	0	120	43	603	173	43	173	3431	3431	0
1970	5	1	1105	7	156	5953	0	116	43	613	167	43	167	3321	3321	0
1970	5	2	1984	7	156	5084	0	283	43	205	408	43	408	3234	3234	0
1970	5	3	2420	8	156	4938	0	404	43	0	582	43	530	3233	3233	0
1970	6	1	2666	10	156	5214	0	672	43	0	968	43	530	3323	3323	0
1970	6	2	5045	11	156	8116	0	964	43	0	1388	43	530	3367	3367	0
1970	6	3	4657	12	156	10591	0	1234	43	0	1777	43	530	3453	3453	0
1970	7	1	2921	17	156	10279	0	313	43	132	451	43	451	3678	3678	0
1970	7	2	2173	17	156	8902	0	188	43	438	270	43	270	3689	3689	0
1970	7	3	1617	19	156	6743	0	111	43	626	159	43	159	3725	3725	0
1970	8	1	2117	16	156	5451	0	228	43	339	329	43	329	3647	3647	0
1970	8	2	5214	17	156	7908	0	631	43	0	908	43	530	3641	3641	0
1970	8	3	3252	19	156	7886	0	277	43	220	399	43	399	3628	3628	0
1970	9	1	32486	15	156	23300	14942	2533	43	0	3648	43	530	3398	3398	0
1970	9	2	7049	15	156	23300	4402	410	43	0	591	43	530	3311	3311	0
1970	9	3	4225	16	156	23300	1539	458	43	0	660	43	530	3398	3398	0

單位:萬立方公尺

時間	石門水庫							鳶山堰			三峽堰			總需水量 (含公共及農 業用水)		
	年	月	旬	入流量	蒸發量	保留量	庫容	溢流量	側人流	保留量	石門增供	入流量	保留量	取水量	計畫需水量	實際供水量
1970	10	1	11439	18	156	23300	9172	973	43	0	1401	43	530	3492	3492	0
1970	10	2	3892	18	156	23300	978	368	43	0	531	43	530	3492	3492	0
1970	10	3	3177	20	156	23300	423	402	43	0	579	43	530	3405	3405	0
1970	11	1	2292	12	156	23071	0	527	43	0	759	43	530	3346	3306	40
1970	11	2	1594	11	156	21987	0	285	43	200	411	43	411	3059	3059	0
1970	11	3	1593	11	156	21129	0	303	43	157	436	43	436	2876	2876	0
1970	12	1	1740	10	156	21243	0	443	43	0	638	43	530	2310	2310	0
1970	12	2	1463	9	156	20772	0	290	43	189	417	43	417	2310	2310	0
1970	12	3	1399	10	156	20769	0	559	43	0	805	43	530	2310	2202	108
1971	1	1	1379	7	156	20630	0	430	43	0	619	43	530	2310	2192	118
1971	1	2	1052	6	156	19663	0	187	43	439	270	43	270	2310	2148	162
1971	1	3	1936	7	156	20323	0	693	43	0	997	43	530	2310	2213	97
1971	2	1	1914	6	156	19958	0	477	43	0	687	43	530	3200	3016	184
1971	2	2	1490	6	156	18365	0	196	43	418	282	43	282	3503	3249	254
1971	2	3	1052	5	156	16127	0	113	43	620	163	43	163	3526	3254	272
1971	3	1	1591	6	156	14692	0	273	43	230	393	43	393	3630	3381	249
1971	3	2	1955	6	156	14379	0	899	43	0	1295	43	530	3612	3429	183
1971	3	3	1286	6	156	12338	0	138	43	559	199	43	199	3628	3353	275
1971	4	1	1164	6	156	10291	0	140	43	555	201	43	201	3507	3241	265
1971	4	2	1009	6	156	8077	0	99	43	655	142	43	142	3420	3154	266
1971	4	3	913	6	156	5727	0	86	43	686	124	43	124	3431	3162	270
1971	5	1	894	7	156	3360	0	39	43	796	57	43	57	3321	3051	269
1971	5	2	3000	7	156	3657	0	254	43	276	366	43	366	3234	3013	221
1971	5	3	2682	8	156	3925	0	382	43	0	551	43	530	3233	3037	196
1971	6	1	3599	10	156	5184	0	534	43	0	770	43	530	3323	3134	189
1971	6	2	3794	11	156	6808	0	762	43	0	1097	43	530	3367	3192	174
1971	6	3	2537	12	156	6476	0	272	43	232	392	43	392	3453	3218	235
1971	7	1	1533	17	156	4545	0	101	43	649	146	43	146	3678	3391	286
1971	7	2	1054	17	156	1990	0	40	43	796	57	43	57	3689	3390	299
1971	7	3	7079	19	156	6089	0	337	43	74	485	43	485	3725	3481	244
1971	8	1	2686	16	156	5568	0	203	43	401	292	43	292	3647	3383	264
1971	8	2	1663	17	156	3743	0	76	43	711	109	43	109	3641	3353	288
1971	8	3	1284	19	156	1518	0	61	43	746	89	43	89	3628	3338	290
1971	9	1	1582	15	156	0	0	148	43	534	214	43	214	3398	3143	255
1971	9	2	23828	15	156	21784	0	2142	43	0	3085	43	530	3311	3311	0
1971	9	3	48327	16	156	23300	44680	1810	43	0	2606	43	530	3398	3398	0
1971	10	1	9407	18	156	23300	6957	790	43	0	1137	43	530	3492	3492	0
1971	10	2	6077	18	156	23300	3520	683	43	0	983	43	530	3492	3492	0
1971	10	3	3454	20	156	23300	545	336	43	76	484	43	484	3405	3405	0
1971	11	1	1978	12	156	22115	0	204	43	398	294	43	294	3346	3346	0
1971	11	2	2478	11	156	22420	0	628	43	0	904	43	530	3059	3059	0
1971	11	3	1983	11	156	22070	0	351	43	39	506	43	506	2876	2876	0
1971	12	1	1707	10	156	21850	0	293	43	181	422	43	422	2310	2310	0
1971	12	2	1393	9	156	21068	0	191	43	430	275	43	275	2310	2310	0
1971	12	3	1903	10	156	21323	0	421	43	0	607	43	530	2310	2310	0
1972	1	1	4255	7	156	23300	1226	1047	43	0	1507	43	530	2310	2310	0
1972	1	2	2428	6	156	23300	671	361	43	15	520	43	520	2310	2310	0
1972	1	3	1643	7	156	22792	0	200	43	408	288	43	288	2310	2310	0
1972	2	1	1602	6	156	21416	0	219	43	362	315	43	315	3200	3200	0
1972	2	2	1351	6	156	19430	0	196	43	417	283	43	283	3503	3503	0
1972	2	3	1510	5	156	17675	0	235	43	323	338	43	338	3526	3526	0
1972	3	1	1299	6	156	15379	0	142	43	550	204	43	204	3630	3630	0
1972	3	2	1081	6	156	12707	0	70	43	726	100	43	100	3612	3612	0
1972	3	3	1120	6	156	10056	0	69	43	728	99	43	99	3628	3628	0
1972	4	1	1446	6	156	8345	0	270	43	236	390	43	390	3507	3507	0
1972	4	2	1057	6	156	6136	0	191	43	431	274	43	274	3420	3420	0
1972	4	3	837	6	156	3440	0	86	43	686	124	43	124	3431	3431	0
1972	5	1	1968	7	156	2408	0	258	43	266	372	43	372	3321	3321	0
1972	5	2	2617	7	156	2597	0	542	43	0	781	43	530	3234	3234	0
1972	5	3	3923	8	156	4214	0	664	43	0	957	43	530	3233	3233	0
1972	6	1	4547	10	156	6110	0	412	43	0	593	43	530	3323	3323	0
1972	6	2	6716	11	156	10608	0	889	43	0	1280	43	530	3367	3367	0
1972	6	3	2758	12	156	10436	0	343	43	58	495	43	495	3453	3453	0
1972	7	1	2510	17	156	10093	0	571	43	0	823	43	530	3678	3678	0
1972	7	2	7500	17	156	14812	0	654	43	0	941	43	530	3689	3689	0
1972	7	3	17391	19	156	23300	6443	1110	43	0	1598	43	530	3725	3725	0
1972	8	1	14717	16	156	23300	12337	1639	43	0	2360	43	530	3647	3647	0
1972	8	2	51089	17	156	23300	48714	2386	43	0	3436	43	530	3641	3641	0
1972	8	3	11667	19	156	23300	8801	511	43	0	736	43	530	3628	3628	0
1972	9	1	4075	15	156	23300	872	210	43	383	303	43	303	3398	3398	0
1972	9	2	2762	15	156	22711	0	114	43	617	165	43	165	3311	3311	0
1972	9	3	1853	16	156	20989	0	58	43	754	84	43	84	3398	3398	0

單位:萬立方公尺

時間	石門水庫						鳶山堰			三峽堰			總需水量 (含公共及農 業用水)			
	年	月	旬	入流量	蒸發量	保留量	庫容	溢流量	側入流	保留量	石門增供	入流量	保留量	取水量	計畫需水量	實際供水量
1972	10	1	1377	18	156	19702	0	62	43	744	90	43	90	3492	2495	997
1972	10	2	1107	18	156	18142	0	62	43	745	89	43	89	3492	2496	995
1972	10	3	983	20	156	16453	0	43	43	791	62	43	62	3405	2453	952
1972	11	1	1215	12	156	15141	0	97	43	659	140	43	140	3346	2448	897
1972	11	2	987	11	156	13745	0	93	43	669	134	43	134	3059	2295	764
1972	11	3	1375	11	156	12926	0	129	43	581	186	43	186	2876	2194	681
1972	12	1	970	10	156	11877	0	75	43	713	108	43	108	2310	1870	440
1972	12	2	1027	9	156	11062	0	147	43	537	212	43	212	2310	1870	440
1972	12	3	1520	10	156	10862	0	198	43	413	285	43	285	2310	1871	439
1973	1	1	1978	7	156	11453	0	334	43	81	481	43	481	2310	1873	437
1973	1	2	1456	6	156	11274	0	232	43	330	334	43	334	2310	1873	437
1973	1	3	1707	7	156	11388	0	250	43	285	361	43	361	2310	1876	434
1973	2	1	1022	6	156	9974	0	103	43	644	149	43	149	3200	2376	824
1973	2	2	999	6	156	8420	0	109	43	630	157	43	157	3503	2505	998
1973	2	3	892	5	156	6771	0	118	43	608	170	43	170	3526	2518	1009
1973	3	1	897	6	156	4970	0	70	43	725	101	43	101	3630	2558	1072
1973	3	2	728	6	156	3006	0	60	43	750	86	43	86	3612	2527	1085
1973	3	3	780	6	156	1132	0	89	43	679	128	43	128	3628	2560	1068
1973	4	1	3024	6	156	2360	0	748	43	0	1078	43	530	3507	2806	700
1973	4	2	1543	6	156	1574	0	194	43	423	279	43	279	3420	2491	929
1973	4	3	1709	6	156	1003	0	227	43	342	327	43	327	3431	2523	908
1973	5	1	1772	7	156	828	0	376	43	0	542	43	530	3321	2556	765
1973	5	2	1774	7	156	823	0	499	43	0	719	43	530	3234	2542	693
1973	5	3	1587	8	156	488	0	355	43	29	512	43	512	3233	2479	754
1973	6	1	4815	10	156	3626	0	738	43	0	1063	43	530	3323	2676	648
1973	6	2	2434	11	156	3907	0	277	43	220	399	43	399	3367	2515	851
1973	6	3	1529	12	156	3031	0	171	43	479	246	43	246	3453	2508	945
1973	7	1	1410	17	156	1941	0	205	43	396	295	43	295	3678	2680	997
1973	7	2	1397	17	156	663	0	113	43	620	163	43	163	3689	2631	1058
1973	7	3	2455	19	156	842	0	356	43	27	513	43	513	3725	2824	901
1973	8	1	1763	16	156	0	0	140	43	554	202	43	202	3647	2628	1019
1973	8	2	3131	17	156	0	0	150	43	530	216	43	216	3641	3178	464
1973	8	3	4411	19	156	1556	0	517	43	0	744	43	530	3628	3623	5
1973	9	1	2136	15	156	545	0	224	43	349	323	43	323	3398	3376	22
1973	9	2	4210	15	156	1965	0	285	43	57	554	43	530	3311	3311	1
1973	9	3	2317	16	156	1178	0	249	43	289	358	43	358	3398	3391	7
1973	10	1	10244	18	156	9441	0	750	43	0	1080	43	530	3492	2983	509
1973	10	2	7517	18	156	14489	0	721	43	0	1038	43	530	3492	3442	50
1973	10	3	3337	20	156	15312	0	228	43	339	329	43	329	3405	2747	659
1973	11	1	1889	12	156	14508	0	105	43	640	151	43	151	3346	2634	712
1973	11	2	1558	11	156	13716	0	167	43	488	241	43	241	3059	2443	616
1973	11	3	1708	11	156	13307	0	214	43	373	309	43	309	2876	2326	550
1973	12	1	1459	10	156	12973	0	160	43	505	231	43	231	2310	1852	458
1973	12	2	1107	9	156	12268	0	149	43	532	215	43	215	2310	1845	465
1973	12	3	941	10	156	11413	0	158	43	510	228	43	228	2310	1850	460
1974	1	1	724	7	156	10224	0	95	43	664	137	43	137	2310	1816	494
1974	1	2	641	6	156	8886	0	60	43	750	86	43	86	2310	1797	513
1974	1	3	792	7	156	7741	0	83	43	694	119	43	119	2310	1810	500
1974	2	1	870	6	156	6432	0	313	43	132	451	43	451	3200	2631	569
1974	2	2	720	6	156	4398	0	136	43	565	195	43	195	3503	2772	731
1974	2	3	1490	5	156	3606	0	392	43	0	565	43	530	3526	2928	599
1974	3	1	1127	6	156	1938	0	166	43	492	238	43	238	3630	2888	743
1974	3	2	1759	6	156	1421	0	477	43	0	687	43	530	3612	3016	596
1974	3	3	1344	6	156	0	0	180	43	456	260	43	260	3628	2894	734
1974	4	1	3305	6	156	593	0	532	43	0	765	43	530	3507	3506	0
1974	4	2	2163	6	156	0	0	187	43	440	269	43	269	3420	2901	519
1974	4	3	4491	6	156	2335	0	1294	43	0	1864	43	530	3431	3431	0
1974	5	1	6466	7	156	6490	0	746	43	0	1075	43	530	3321	3321	0
1974	5	2	3999	7	156	7526	0	238	43	315	343	43	343	3234	3234	0
1974	5	3	4502	8	156	9541	0	483	43	0	695	43	530	3233	3233	0
1974	6	1	11444	10	156	18875	0	953	43	0	1372	43	530	3323	3323	0
1974	6	2	10668	11	156	23300	4040	904	43	0	1303	43	530	3367	3367	0
1974	6	3	10176	12	156	23300	7995	1231	43	0	1773	43	530	3453	3453	0
1974	7	1	4357	17	156	23300	1470	537	43	0	773	43	530	3678	3678	0
1974	7	2	4551	17	156	23300	1672	556	43	0	800	43	530	3689	3689	0
1974	7	3	3594	19	156	23300	544	422	43	0	608	43	530	3725	3724	1
1974	8	1	2726	16	156	23109	0	472	43	0	680	43	530	3647	3644	3
1974	8	2	1804	17	156	21120	0	68	43	729	99	43	99	3641	3640	1
1974	8	3	2034	19	156	19458	0	104	43	643	149	43	149	3628	3628	1
1974	9	1	1723	15	156	17705	0	98	43	656	142	43	142	3398	3397	0
1974	9	2	2382	15	156	16761	0	125	43	592	179	43	179	3311	3311	0
1974	9	3	6418	16	156	20539	0	504	43	0	726	43	530	3398	3397	0

單位:萬立方公尺

時間			石門水庫					鳶山堰			三峽堰			總需水量 (含公共及農 業用水)		
年	月	旬	入流量	蒸發量	保留量	庫容	溢流量	側人流	保留量	石門增供	入流量	保留量	取水量	計畫需水量	實際供水量	缺水
1974	10	1	4455	18	156	21988	0	331	43	89	476	43	476	3492	3492	0
1974	10	2	23212	18	156	23300	19673	2062	43	0	2969	43	530	3492	3492	0
1974	10	3	15302	20	156	23300	13159	1483	43	0	2136	43	530	3405	3405	0
1974	11	1	7852	12	156	23300	5413	649	43	0	934	43	530	3346	3346	0
1974	11	2	5430	11	156	23300	3190	561	43	0	809	43	530	3059	3059	0
1974	11	3	2811	11	156	23300	107	199	43	410	287	43	287	2876	2876	0
1974	12	1	1884	10	156	22952	0	168	43	486	242	43	242	2310	2310	0
1974	12	2	2273	9	156	23300	295	438	43	0	631	43	530	2310	2310	0
1974	12	3	1793	10	156	23090	0	262	43	257	377	43	377	2310	2310	0
1975	1	1	1336	7	156	22226	0	180	43	457	259	43	259	2310	2310	0
1975	1	2	2206	6	156	22336	0	222	43	355	319	43	319	2310	2310	0
1975	1	3	1796	7	156	21971	0	196	43	418	282	43	282	2310	2310	0
1975	2	1	1610	6	156	20478	0	168	43	486	242	43	242	3200	3200	0
1975	2	2	2167	6	156	19800	0	398	43	0	572	43	530	3503	3503	0
1975	2	3	1135	5	156	17333	0	97	43	660	139	43	139	3526	3526	0
1975	3	1	1297	6	156	15025	0	138	43	560	198	43	198	3630	3630	0
1975	3	2	3811	6	156	16493	0	1007	43	0	1450	43	530	3612	3612	0
1975	3	3	3433	6	156	17145	0	585	43	0	843	43	530	3628	3628	0
1975	4	1	4143	6	156	18534	0	491	43	0	708	43	530	3507	3507	0
1975	4	2	2962	6	156	18148	0	157	43	513	226	43	226	3420	3420	0
1975	4	3	1631	6	156	16503	0	191	43	430	275	43	275	3431	3431	0
1975	5	1	1464	7	156	14679	0	140	43	554	202	43	202	3321	3321	0
1975	5	2	2700	7	156	14743	0	372	43	0	536	43	530	3234	3234	0
1975	5	3	7883	8	156	20669	0	1091	43	0	1571	43	530	3233	3233	0
1975	6	1	4338	10	156	22508	0	563	43	0	811	43	530	3323	3323	0
1975	6	2	13048	11	156	23300	10162	2124	43	0	3059	43	530	3367	3367	0
1975	6	3	8320	12	156	23300	5813	687	43	0	989	43	530	3453	3453	0
1975	7	1	3764	17	156	23300	844	504	43	0	725	43	530	3678	3678	0
1975	7	2	5227	17	156	23300	2635	843	43	0	1214	43	530	3689	3689	0
1975	7	3	4105	19	156	23300	1456	824	43	0	1186	43	530	3725	3725	0
1975	8	1	20550	16	156	23300	18170	1962	43	0	2825	43	530	3647	3647	0
1975	8	2	9792	17	156	23300	7417	1606	43	0	2313	43	530	3641	3641	0
1975	8	3	4858	19	156	23300	1655	306	43	149	441	43	441	3628	3628	0
1975	9	1	3386	15	156	23300	202	218	43	364	314	43	314	3398	3398	0
1975	9	2	3257	15	156	23300	294	273	43	229	394	43	394	3311	3311	0
1975	9	3	16141	16	156	23300	14010	1282	43	0	1846	43	530	3398	3398	0
1975	10	1	5152	18	156	23300	2806	894	43	0	1287	43	530	3492	3492	0
1975	10	2	5766	18	156	23300	3539	1231	43	0	1773	43	530	3492	3492	0
1975	10	3	9598	20	156	23300	7455	1223	43	0	1761	43	530	3405	3405	0
1975	11	1	3424	12	156	23300	814	478	43	0	689	43	530	3346	3346	0
1975	11	2	2226	11	156	22774	0	255	43	274	367	43	367	3059	3059	0
1975	11	3	1582	11	156	21537	0	152	43	525	219	43	219	2876	2876	0
1975	12	1	1340	10	156	20474	0	98	43	657	141	43	141	2310	2310	0
1975	12	2	2704	9	156	21841	0	731	43	0	1053	43	530	2310	2310	0
1975	12	3	3070	10	156	23246	0	403	43	0	581	43	530	2310	2310	0
1976	1	1	1672	7	156	22799	0	213	43	376	307	43	307	2310	2310	0
1976	1	2	1526	6	156	22184	0	204	43	399	293	43	293	2310	2310	0
1976	1	3	1367	7	156	21310	0	163	43	498	235	43	235	2310	2310	0
1976	2	1	1134	6	156	19113	0	74	43	715	107	43	107	3200	3200	0
1976	2	2	1001	6	156	16411	0	46	43	783	67	43	67	3503	3503	0
1976	2	3	1030	5	156	13739	0	56	43	760	80	43	80	3526	3526	0
1976	3	1	1119	6	156	11224	0	126	43	589	181	43	181	3630	3630	0
1976	3	2	935	6	156	8556	0	131	43	576	189	43	189	3612	3612	0
1976	3	3	1254	6	156	6487	0	252	43	280	364	43	364	3628	3628	0
1976	4	1	1604	6	156	5141	0	355	43	29	512	43	512	3507	3507	0
1976	4	2	1494	6	156	3482	0	237	43	318	341	43	341	3420	3420	0
1976	4	3	982	6	156	857	0	55	43	761	80	43	80	3431	3431	0
1976	5	1	3431	7	156	1593	0	383	43	0	552	43	530	3321	3321	0
1976	5	2	1778	7	156	290	0	190	43	433	273	43	273	3234	3234	0
1976	5	3	3512	8	156	1244	0	412	43	0	594	43	530	3233	3233	0
1976	6	1	2347	10	156	850	0	367	43	1	528	43	528	3323	3323	0
1976	6	2	1959	11	156	311	0	609	43	0	877	43	530	3367	3367	0
1976	6	3	3200	12	156	1135	0	818	43	0	1179	43	530	3453	3453	0
1976	7	1	6348	17	156	5072	0	1323	43	0	1905	43	530	3678	3678	0
1976	7	2	2344	17	156	4063	0	269	43	240	387	43	387	3689	3689	0
1976	7	3	1703	19	156	1864	0	59	43	752	85	43	85	3725	3725	0
1976	8	1	20679	16	156	20047	0	897	43	0	1292	43	530	3647	3647	0
1976	8	2	11128	17	156	23300	5453	965	43	0	1389	43	530	3641	3641	0
1976	8	3	3503	19	156	23146	0	120	43	603	173	43	173	3628	3628	0
1976	9	1	2227	15	156	21848	0	78	43	705	113	43	113	3398	3398	0
1976	9	2	2018	15	156	20441	0	84	43	691	121	43	121	3311	3311	0
1976	9	3	5032	16	156	22759	0	430	43	0	619	43	530	3398	3398	0

單位:萬立方公尺

時間			石門水庫					鳶山堰			三峽堰			總需水量 (含公共及農 業用水)		
年	月	旬	入流量	蒸發量	保留量	庫容	溢流量	側人流	保留量	石門增供	入流量	保留量	取水量	計畫需水量	實際供水量	缺水量
1976	10	1	2486	18	156	22938	0	217	43	366	313	43	313	3492	2515	976
1976	10	2	1553	18	156	21985	0	98	43	657	141	43	141	3492	2424	1068
1976	10	3	1411	20	156	20948	0	95	43	663	138	43	138	3405	2357	1049
1976	11	1	1103	12	156	19354	0	81	43	698	117	43	117	3346	2580	766
1976	11	2	1319	11	156	18984	0	427	43	0	615	43	530	3059	2374	685
1976	11	3	1081	11	156	18293	0	244	43	301	351	43	351	2876	2053	823
1976	12	1	780	10	156	17374	0	74	43	715	107	43	107	2310	1548	762
1976	12	2	654	9	156	16294	0	44	43	788	64	43	64	2310	1511	799
1976	12	3	700	10	156	15390	0	123	43	595	178	43	178	2310	1573	737
1977	1	1	1368	7	156	15725	0	584	43	0	840	43	530	2310	1861	449
1977	1	2	860	6	156	15182	0	244	43	301	351	43	351	2310	1670	640
1977	1	3	905	7	156	14594	0	190	43	432	274	43	274	2310	1628	682
1977	2	1	3037	6	156	16247	0	926	43	0	1334	43	530	3200	2570	630
1977	2	2	1130	6	156	15210	0	252	43	280	364	43	364	3503	2470	1033
1977	2	3	686	5	156	13443	0	83	43	693	120	43	120	3526	2345	1181
1977	3	1	825	6	156	11737	0	78	43	706	112	43	112	3630	2410	1220
1977	3	2	707	6	156	9875	0	46	43	783	67	43	67	3612	2372	1240
1977	3	3	661	6	156	8012	0	81	43	698	117	43	117	3628	2411	1217
1977	4	1	553	6	156	6099	0	68	43	731	97	43	97	3507	2320	1187
1977	4	2	417	6	156	4066	0	41	43	794	59	43	59	3420	2241	1179
1977	4	3	442	6	156	2077	0	59	43	753	84	43	84	3431	2263	1169
1977	5	1	477	7	156	179	0	48	43	778	70	43	70	3321	2184	1137
1977	5	2	1751	7	156	0	0	292	43	183	421	43	421	3234	2334	901
1977	5	3	2367	8	156	0	0	465	43	0	669	43	530	3233	3094	138
1977	6	1	6868	10	156	4818	0	1514	43	0	2181	43	530	3323	3323	0
1977	6	2	4150	11	156	6829	0	968	43	0	1394	43	530	3367	3367	0
1977	6	3	4198	12	156	8798	0	965	43	0	1390	43	530	3453	3453	0
1977	7	1	4073	17	156	10044	0	597	43	0	860	43	530	3678	3678	0
1977	7	2	2410	17	156	9134	0	282	43	208	406	43	406	3689	3689	0
1977	7	3	9533	19	156	16043	0	850	43	0	1225	43	530	3725	3725	0
1977	8	1	12530	16	156	23300	2736	855	43	0	1231	43	530	3647	3647	0
1977	8	2	3802	17	156	23300	901	487	43	0	701	43	530	3641	3641	0
1977	8	3	13006	19	156	23300	10642	1934	43	0	2785	43	530	3628	3628	0
1977	9	1	3026	15	156	23085	0	195	43	421	280	43	280	3398	3398	0
1977	9	2	2040	15	156	21828	0	136	43	564	196	43	196	3311	3310	1
1977	9	3	18707	16	156	23300	15104	1347	43	0	1940	43	530	3398	3398	0
1977	10	1	5558	18	156	23300	2766	448	43	0	646	43	530	3492	3492	0
1977	10	2	2577	18	156	22552	0	200	43	408	288	43	288	3492	3492	0
1977	10	3	1897	20	156	21049	0	135	43	567	194	43	194	3405	3405	0
1977	11	1	1553	12	156	19843	0	370	43	0	533	43	530	3346	3346	0
1977	11	2	2499	11	156	20068	0	526	43	0	757	43	530	3059	3059	0
1977	11	3	1415	11	156	18760	0	192	43	428	276	43	276	2876	2876	0
1977	12	1	1070	10	156	17417	0	94	43	667	135	43	135	2310	2310	0
1977	12	2	962	9	156	15968	0	94	43	667	135	43	135	2310	2310	0
1977	12	3	1019	10	156	14643	0	122	43	598	176	43	176	2310	2310	0
1978	1	1	1553	7	156	14675	0	545	43	0	784	43	530	2310	2310	0
1978	1	2	1496	6	156	14445	0	374	43	0	538	43	530	2310	2310	0
1978	1	3	1506	7	156	13938	0	256	43	271	369	43	369	2310	2310	0
1978	2	1	1081	6	156	12001	0	203	43	401	292	43	292	3200	3200	0
1978	2	2	1590	6	156	10741	0	396	43	0	570	43	530	3503	3503	0
1978	2	3	1222	5	156	8396	0	111	43	625	160	43	160	3526	3526	0
1978	3	1	2520	6	156	8033	0	485	43	0	698	43	530	3630	3630	0
1978	3	2	2862	6	156	7903	0	381	43	0	549	43	530	3612	3612	0
1978	3	3	12776	6	156	18325	0	1183	43	0	1703	43	530	3628	3628	0
1978	4	1	6109	6	156	21821	0	631	43	0	908	43	530	3507	3507	0
1978	4	2	3631	6	156	22658	0	384	43	0	553	43	530	3420	3420	0
1978	4	3	2307	6	156	21934	0	291	43	185	420	43	420	3431	3431	0
1978	5	1	2504	7	156	21653	0	346	43	51	499	43	499	3321	3321	0
1978	5	2	2460	7	156	21964	0	822	43	0	1184	43	530	3234	3234	0
1978	5	3	9274	8	156	23300	5981	1403	43	0	2021	43	530	3233	3233	0
1978	6	1	3816	10	156	23300	1291	538	43	0	774	43	530	3323	3323	0
1978	6	2	2932	11	156	23300	284	459	43	0	661	43	530	3367	3367	0
1978	6	3	3265	12	156	23300	580	509	43	0	733	43	530	3453	3453	0
1978	7	1	1986	17	156	21564	0	113	43	621	162	43	162	3678	3678	0
1978	7	2	1671	17	156	19462	0	96	43	661	139	43	139	3689	3689	0
1978	7	3	1466	19	156	17313	0	177	43	464	255	43	255	3725	3725	0
1978	8	1	1360	16	156	15276	0	233	43	328	335	43	335	3647	3647	0
1978	8	2	2722	17	156	15016	0	406	43	0	584	43	530	3641	3641	0
1978	8	3	1949	19	156	13486	0	193	43	425	278	43	278	3628	3628	0
1978	9	1	1442	15	156	12438	0	653	43	0	941	43	530	3398	3398	0
1978	9	2	10134	15	156	20528	0	1227	43	0	1768	43	530	3311	3311	0
1978	9	3	2677	16	156	20191	0	288	43	193	415	43	415	3398	3398	0

單位:萬立方公尺

時間	石門水庫						鳶山堰			三峽堰			總需水量 (含公共及農 業用水)			
	年	月	旬	入流量	蒸發量	保留量	庫容	溢流量	側入流	保留量	石門增供	入流量	保留量	取水量	計畫需水量	實際供水量
1978	10	1	1846	18	156	18704	0	197	43	415	284	43	284	3492	3492	0
1978	10	2	12022	18	156	23300	5199	2320	43	0	3341	43	530	3492	3492	0
1978	10	3	4161	20	156	23300	1279	347	43	49	500	43	500	3405	3405	0
1978	11	1	2294	12	156	22463	0	217	43	366	313	43	313	3346	3346	0
1978	11	2	2327	11	156	22299	0	362	43	13	521	43	521	3059	3059	0
1978	11	3	1983	11	156	21799	0	290	43	189	417	43	417	2876	2876	0
1978	12	1	1292	10	156	20782	0	136	43	563	197	43	197	2310	2310	0
1978	12	2	963	9	156	19317	0	87	43	683	126	43	126	2310	2310	0
1978	12	3	2193	10	156	19832	0	395	43	0	569	43	530	2310	2310	0
1979	1	1	1363	7	156	19314	0	311	43	138	447	43	447	2310	2310	0
1979	1	2	976	6	156	18063	0	168	43	486	242	43	242	2310	2310	0
1979	1	3	908	7	156	16603	0	111	43	625	160	43	160	2310	2310	0
1979	2	1	1084	6	156	14702	0	216	43	369	311	43	311	3200	3200	0
1979	2	2	847	6	156	12370	0	261	43	259	376	43	376	3503	3503	0
1979	2	3	730	5	156	9698	0	179	43	460	257	43	257	3526	3526	0
1979	3	1	1140	6	156	7878	0	408	43	0	587	43	530	3630	3630	0
1979	3	2	1067	6	156	6022	0	427	43	0	615	43	530	3612	3612	0
1979	3	3	2986	6	156	6585	0	943	43	0	1357	43	530	3628	3628	0
1979	4	1	2022	6	156	5760	0	398	43	0	573	43	530	3507	3507	0
1979	4	2	2098	6	156	5153	0	453	43	0	652	43	530	3420	3420	0
1979	4	3	1393	6	156	3550	0	306	43	150	440	43	440	3431	3431	0
1979	5	1	1235	7	156	2024	0	356	43	27	513	43	513	3321	3321	0
1979	5	2	1320	7	156	549	0	307	43	147	442	43	442	3234	3234	0
1979	5	3	7089	8	156	5681	0	1049	43	0	1511	43	530	3233	3233	0
1979	6	1	4065	10	156	6945	0	342	43	62	492	43	492	3323	3323	0
1979	6	2	7645	11	156	12496	0	1183	43	0	1703	43	530	3367	3367	0
1979	6	3	7629	12	156	17943	0	1468	43	0	2114	43	530	3453	3453	0
1979	7	1	4620	17	156	19354	0	323	43	108	465	43	465	3678	3678	0
1979	7	2	2324	17	156	18736	0	493	43	0	710	43	530	3689	3689	0
1979	7	3	2451	19	156	18250	0	536	43	0	773	43	530	3725	3725	0
1979	8	1	5472	16	156	20940	0	611	43	0	880	43	530	3647	3647	0
1979	8	2	24836	17	156	23300	20101	1602	43	0	2307	43	530	3641	3641	0
1979	8	3	19496	19	156	23300	17132	1305	43	0	1880	43	530	3628	3628	0
1979	9	1	8868	15	156	23300	6738	1067	43	0	1537	43	530	3398	3398	0
1979	9	2	4540	15	156	23300	1648	302	43	158	436	43	436	3311	3311	0
1979	9	3	3189	16	156	23300	609	564	43	0	812	43	530	3398	3398	0
1979	10	1	1881	18	156	21893	0	215	43	371	310	43	310	3492	3492	0
1979	10	2	8708	18	156	23300	5073	1229	43	0	1769	43	530	3492	3492	0
1979	10	3	3706	20	156	23300	394	171	43	479	246	43	246	3405	3405	0
1979	11	1	2226	12	156	22063	0	81	43	698	117	43	117	3346	3346	0
1979	11	2	2933	11	156	22791	0	596	43	0	858	43	530	3059	3059	0
1979	11	3	2261	11	156	22594	0	300	43	164	432	43	432	2876	2876	0
1979	12	1	1476	10	156	21889	0	189	43	435	272	43	272	2310	2310	0
1979	12	2	1370	9	156	22053	0	862	43	0	1241	43	530	2310	2310	0
1979	12	3	1173	10	156	21836	0	679	43	0	978	43	530	2310	2310	0
1980	1	1	964	7	156	21195	0	461	43	0	664	43	530	2310	2310	0
1980	1	2	1004	6	156	20693	0	558	43	0	804	43	530	2310	2310	0
1980	1	3	1481	7	156	20801	0	693	43	0	999	43	530	2310	2310	0
1980	2	1	2953	6	156	21828	0	1545	43	0	2224	43	530	3200	3200	0
1980	2	2	2108	6	156	21650	0	957	43	0	1378	43	530	3503	3503	0
1980	2	3	2147	5	156	21066	0	534	43	0	769	43	530	3526	3526	0
1980	3	1	3317	6	156	21783	0	768	43	0	1106	43	530	3630	3630	0
1980	3	2	1886	6	156	20307	0	230	43	335	331	43	331	3612	3612	0
1980	3	3	1394	6	156	18041	0	114	43	617	165	43	165	3628	3628	0
1980	4	1	959	6	156	15409	0	93	43	669	134	43	134	3507	3507	0
1980	4	2	1385	6	156	14223	0	587	43	0	846	43	530	3420	3420	0
1980	4	3	2207	6	156	13863	0	602	43	0	867	43	530	3431	3431	0
1980	5	1	2689	7	156	13998	0	503	43	0	725	43	530	3321	3321	0
1980	5	2	1963	7	156	13521	0	531	43	0	764	43	530	3234	3234	0
1980	5	3	2077	8	156	12737	0	279	43	214	403	43	403	3233	3233	0
1980	6	1	2389	10	156	13067	0	1003	43	0	1444	43	530	3323	3323	0
1980	6	2	1846	11	156	12273	0	467	43	0	673	43	530	3367	3367	0
1980	6	3	2614	12	156	12399	0	707	43	0	1018	43	530	3453	3453	0
1980	7	1	1527	17	156	10903	0	401	43	0	578	43	530	3678	3678	0
1980	7	2	1246	17	156	9202	0	488	43	0	703	43	530	3689	3689	0
1980	7	3	964	19	156	6544	0	174	43	472	250	43	250	3725	3725	0
1980	8	1	727	16	156	3517	0	87	43	684	125	43	125	3647	3647	0
1980	8	2	776	17	156	894	0	230	43	334	332	43	332	3641	3641	0
1980	8	3	7736	19	156	6266	0	1178	43	0	1697	43	530	3628	3628	0
1980	9	1	2716	15	156	6706	0	867	43	0	1249	43	530	3398	3398	0
1980	9	2	15741	15	156	20403	0	1541	43	0	2219	43	530	3311	3311	0
1980	9	3	5930	16	156	23300	902	2619	43	0	3772	43	530	3398	3398	0

單位:萬立方公尺

時間	石門水庫							鳶山堰			三峽堰			總需水量 (含公共及農 業用水)		
	年	月	旬	入流量	蒸發量	保留量	庫容	溢流量	側人流	保留量	石門增供	入流量	保留量	取水量	計畫需水量	實際供水量
1980	10	1	2764	18	156	23300	103	579	43	0	834	43	530	3492	3492	0
1980	10	2	2454	18	156	23300	0	758	43	0	1091	43	530	3492	3463	28
1980	10	3	2174	20	156	22733	0	328	43	131	437	43	437	3405	3182	223
1980	11	1	1662	12	156	21999	0	535	43	0	770	43	530	3346	3188	158
1980	11	2	2326	11	156	22297	0	772	43	0	1111	43	530	3059	3059	0
1980	11	3	2421	11	156	22778	0	678	43	0	976	43	530	2876	2876	0
1980	12	1	1419	10	156	22218	0	207	43	391	298	43	298	2310	2152	158
1980	12	2	1003	9	156	21264	0	216	43	368	312	43	312	2310	2154	156
1980	12	3	940	10	156	20411	0	290	43	189	417	43	417	2310	2168	142
1981	1	1	714	7	156	18965	0	125	43	591	180	43	180	2310	2136	174
1981	1	2	611	6	156	17412	0	123	43	596	177	43	177	2310	2136	174
1981	1	3	706	7	156	15943	0	118	43	608	170	43	170	2310	2135	175
1981	2	1	644	6	156	13699	0	159	43	508	229	43	229	3200	2963	237
1981	2	2	655	6	156	11387	0	248	43	291	357	43	357	3503	3259	244
1981	2	3	930	5	156	9716	0	451	43	0	649	43	530	3526	3314	212
1981	3	1	1314	6	156	8150	0	338	43	71	487	43	487	3630	3394	236
1981	3	2	1998	6	156	7634	0	631	43	0	909	43	530	3612	3407	205
1981	3	3	2863	6	156	7959	0	622	43	0	896	43	530	3628	3422	207
1981	4	1	1291	6	156	6226	0	223	43	352	321	43	321	3507	3258	249
1981	4	2	872	6	156	4084	0	192	43	427	277	43	277	3420	3172	248
1981	4	3	1400	6	156	2681	0	291	43	186	419	43	419	3431	3202	230
1981	5	1	1023	7	156	1005	0	291	43	186	419	43	419	3321	3100	221
1981	5	2	1388	7	156	0	0	392	43	0	565	43	530	3234	3040	194
1981	5	3	8114	8	156	6157	0	1519	43	0	2188	43	530	3233	3233	0
1981	6	1	10854	10	156	14961	0	1225	43	0	1764	43	530	3323	3323	0
1981	6	2	12584	11	156	23300	1988	850	43	0	1224	43	530	3367	3367	0
1981	6	3	22491	12	156	23300	20310	1841	43	0	2652	43	530	3453	3453	0
1981	7	1	5319	17	156	23300	2908	1063	43	0	1531	43	530	3678	3678	0
1981	7	2	16283	17	156	23300	13861	1345	43	0	1937	43	530	3689	3689	0
1981	7	3	11170	19	156	23300	8607	910	43	0	1310	43	530	3725	3725	0
1981	8	1	4699	16	156	23300	1675	386	43	0	556	43	530	3647	3647	0
1981	8	2	2319	17	156	22224	0	232	43	330	334	43	334	3641	3641	0
1981	8	3	2937	19	156	22201	0	416	43	0	600	43	530	3628	3628	0
1981	9	1	2982	15	156	21902	0	179	43	460	257	43	257	3398	3398	0
1981	9	2	4740	15	156	23300	400	282	43	208	406	43	406	3311	3311	0
1981	9	3	15325	16	156	23300	12927	746	43	0	1075	43	530	3398	3398	0
1981	10	1	3149	18	156	23300	78	304	43	154	438	43	438	3492	3492	0
1981	10	2	2170	18	156	22501	0	336	43	76	484	43	484	3492	3467	25
1981	10	3	2704	20	156	22560	0	483	43	0	695	43	530	3405	3378	28
1981	11	1	2611	12	156	22848	0	721	43	0	1038	43	530	3346	3302	44
1981	11	2	1776	11	156	21969	0	295	43	177	424	43	424	3059	3059	0
1981	11	3	1952	11	156	21969	0	665	43	0	958	43	530	2876	2876	0
1981	12	1	1753	10	156	21863	0	321	43	113	462	43	462	2310	2310	0
1981	12	2	1314	9	156	20991	0	186	43	441	269	43	269	2310	2310	0
1981	12	3	1492	10	156	21058	0	643	43	0	926	43	530	2310	2310	0
1982	1	1	1286	7	156	20474	0	315	43	127	454	43	454	2310	2310	0
1982	1	2	1045	6	156	19827	0	388	43	0	558	43	530	2310	2310	0
1982	1	3	856	7	156	18733	0	267	43	244	385	43	385	2310	2274	36
1982	2	1	691	6	156	16184	0	86	43	686	124	43	124	3200	3137	63
1982	2	2	1004	6	156	13803	0	150	43	531	215	43	215	3503	3437	66
1982	2	3	1070	5	156	11301	0	80	43	700	116	43	116	3526	3457	70
1982	3	1	4360	6	156	12216	0	176	43	467	253	43	253	3630	3563	67
1982	3	2	3365	6	156	11901	0	70	43	725	101	43	101	3612	3540	72
1982	3	3	1731	6	156	9852	0	9	43	810	12	43	12	3628	3555	74
1982	4	1	1353	6	156	7956	0	207	43	391	298	43	298	3507	3444	63
1982	4	2	921	6	156	5725	0	212	43	378	306	43	306	3420	3359	61
1982	4	3	1502	6	156	4249	0	290	43	189	417	43	417	3431	3374	57
1982	5	1	2624	7	156	3642	0	138	43	560	198	43	198	3321	3258	63
1982	5	2	1848	7	156	2279	0	111	43	625	160	43	160	3234	3172	62
1982	5	3	1280	8	156	275	0	80	43	701	115	43	115	3233	3169	64
1982	6	1	2672	10	156	547	0	617	43	0	889	43	530	3323	3278	46
1982	6	2	1991	11	156	0	0	521	43	0	751	43	530	3367	3318	48
1982	6	3	2510	12	156	0	0	679	43	0	978	43	530	3453	3448	5
1982	7	1	10718	17	156	8307	0	2284	43	0	3290	43	530	3678	3678	0
1982	7	2	4307	17	156	9103	0	204	43	399	293	43	293	3689	3689	0
1982	7	3	14294	19	156	20936	0	1360	43	0	1959	43	530	3725	3725	0
1982	8	1	15693	16	156	23300	10950	3693	43	0	5318	43	530	3647	3647	0
1982	8	2	13362	17	156	23300	10987	2340	43	0	3370	43	530	3641	3641	0
1982	8	3	4542	19	156	23300	1593	428	43	0	616	43	530	3628	3628	0
1982	9	1	2291	15	156	22182	0	126	43	589	181	43	181	3398	3398	0
1982	9	2	1673	15	156	20515	0	119	43	606	171	43	171	3311	3311	0
1982	9	3	4810	16	156	23194	0	1090	43	0	1569	43	530	3398	3398	0

單位:萬立方公尺

時間			石門水庫					鳶山堰			三峽堰			總需水量 (含公共及農 業用水)		
年	月	旬	入流量	蒸發量	保留量	庫容	溢流量	側人流	保留量	石門增供	入流量	保留量	取水量	計畫需水量	實際供水量	缺水量
1982	10	1	1807	18	156	21756	0	233	43	328	335	43	335	3492	3491	0
1982	10	2	1422	18	156	19471	0	44	43	789	63	43	63	3492	3492	0
1982	10	3	1248	20	156	17124	0	55	43	762	79	43	79	3405	3405	0
1982	11	1	1001	12	156	14603	0	57	43	757	82	43	82	3346	3346	0
1982	11	2	1075	11	156	12523	0	90	43	677	129	43	129	3059	3059	0
1982	11	3	905	11	156	10382	0	59	43	752	85	43	85	2876	2876	0
1982	12	1	809	10	156	8737	0	77	43	708	111	43	111	2310	2310	0
1982	12	2	826	9	156	7359	0	179	43	459	258	43	258	2310	2310	0
1982	12	3	1063	10	156	6261	0	197	43	416	283	43	283	2310	2310	0
1983	1	1	977	7	156	5172	0	235	43	323	338	43	338	2310	2310	0
1983	1	2	1114	6	156	4207	0	229	43	337	330	43	330	2310	2310	0
1983	1	3	2201	7	156	5002	0	660	43	0	951	43	530	2310	2310	0
1983	2	1	8184	6	156	11260	0	1143	43	0	1646	43	530	3200	3200	0
1983	2	2	14184	6	156	23214	0	1510	43	0	2175	43	530	3503	3503	0
1983	2	3	6512	5	156	23300	4028	867	43	0	1248	43	530	3526	3526	0
1983	3	1	5837	6	156	23300	2999	530	43	0	764	43	530	3630	3630	0
1983	3	2	15747	6	156	23300	13410	1279	43	0	1842	43	530	3612	3612	0
1983	3	3	19304	6	156	23300	16951	1447	43	0	2083	43	530	3628	3628	0
1983	4	1	6488	6	156	23300	3649	405	43	0	584	43	530	3507	3506	0
1983	4	2	3738	6	156	23300	553	224	43	350	322	43	322	3420	3420	0
1983	4	3	2384	6	156	22402	0	173	43	473	250	43	250	3431	3394	37
1983	5	1	1279	7	156	20595	0	180	43	457	259	43	259	3321	3215	106
1983	5	2	1723	7	156	19564	0	203	43	401	292	43	292	3234	2940	294
1983	5	3	5355	8	156	23299	0	964	43	0	1389	43	530	3233	2847	386
1983	6	1	11499	10	156	23300	9448	1171	43	0	1686	43	530	3323	3323	0
1983	6	2	3775	11	156	23300	798	288	43	193	415	43	415	3367	3367	0
1983	6	3	1990	12	156	22681	0	194	43	422	280	43	280	3453	2768	685
1983	7	1	1379	17	156	21123	0	124	43	594	178	43	178	3678	2920	758
1983	7	2	1519	17	156	19939	0	247	43	294	355	43	355	3689	2986	703
1983	7	3	1506	19	156	18376	0	237	43	318	341	43	341	3725	3326	399
1983	8	1	930	16	156	16347	0	101	43	649	146	43	146	3647	2887	761
1983	8	2	662	17	156	14185	0	164	43	496	236	43	236	3641	2905	737
1983	8	3	1521	19	156	13292	0	370	43	0	534	43	530	3628	2997	632
1983	9	1	2828	15	156	14017	0	496	43	0	714	43	530	3398	2854	544
1983	9	2	1503	15	156	13141	0	258	43	266	372	43	372	3311	2690	621
1983	9	3	4764	16	156	15727	0	401	43	0	577	43	530	3398	2832	566
1983	10	1	2369	18	156	15708	0	158	43	511	227	43	227	3492	2452	1040
1983	10	2	1885	18	156	15096	0	254	43	277	365	43	365	3492	2794	698
1983	10	3	1999	20	156	15112	0	367	43	0	529	43	529	3405	2555	850
1983	11	1	1303	12	156	14120	0	149	43	532	215	43	215	3346	2344	1002
1983	11	2	1148	11	156	12988	0	40	43	796	57	43	57	3059	2065	994
1983	11	3	852	11	156	11676	0	14	43	810	20	43	20	2876	1936	940
1983	12	1	998	10	156	10881	0	26	43	810	37	43	37	2310	1547	763
1983	12	2	690	9	156	9817	0	57	43	757	82	43	82	2310	1563	747
1983	12	3	789	10	156	9067	0	187	43	440	269	43	269	2310	1664	646
1984	1	1	778	7	156	8412	0	250	43	287	359	43	359	2310	1712	598
1984	1	2	614	6	156	7387	0	124	43	593	179	43	179	2310	1615	695
1984	1	3	682	7	156	6726	0	303	43	156	437	43	437	2310	1754	556
1984	2	1	543	6	156	5292	0	279	43	215	402	43	402	3200	2345	854
1984	2	2	703	6	156	3777	0	258	43	266	372	43	372	3503	2535	968
1984	2	3	518	5	156	1915	0	170	43	481	245	43	245	3526	2482	1044
1984	3	1	876	6	156	723	0	402	43	0	578	43	530	3630	2733	897
1984	3	2	1306	6	156	0	0	442	43	0	636	43	530	3612	2733	879
1984	3	3	2004	6	156	0	0	690	43	0	993	43	530	3628	2956	672
1984	4	1	2459	6	156	105	0	739	43	0	1064	43	530	3507	3355	151
1984	4	2	2194	6	156	0	0	604	43	0	870	43	530	3420	3165	255
1984	4	3	4352	6	156	2137	0	954	43	0	1374	43	530	3431	3431	0
1984	5	1	3710	7	156	3496	0	706	43	0	1016	43	530	3321	3321	0
1984	5	2	4148	7	156	5543	0	870	43	0	1254	43	530	3234	3234	0
1984	5	3	8119	8	156	11705	0	1281	43	0	1845	43	530	3233	3233	0
1984	6	1	21227	10	156	23300	7582	1892	43	0	2725	43	530	3323	3323	0
1984	6	2	6728	11	156	23300	4533	912	43	0	1313	43	530	3367	3367	0
1984	6	3	5757	12	156	23300	3490	927	43	0	1335	43	530	3453	3453	0
1984	7	1	3597	17	156	23300	608	435	43	0	626	43	530	3678	3678	0
1984	7	2	2505	17	156	22236	0	180	43	457	259	43	259	3689	3689	0
1984	7	3	1832	19	156	20303	0	116	43	614	166	43	166	3725	3725	0
1984	8	1	12488	16	156	23300	7112	1028	43	0	1480	43	530	3647	3647	0
1984	8	2	30570	17	156	23300	28195	2356	43	0	3393	43	530	3641	3641	0
1984	8	3	14199	19	156	23300	11835	1103	43	0	1588	43	530	3628	3628	0
1984	9	1	6275	15	156	23300	3825	693	43	0	997	43	530	3398	3398	0
1984	9	2	6096	15	156	23300	4052	1167	43	0	1681	43	530	3311	3311	0
1984	9	3	3336	16	156	23300	180	230	43	335	331	43	331	3398	3398	0

單位:萬立方公尺

時間	石門水庫						鳶山堰			三峽堰			總需水量 (含公共及農 業用水)			
	年	月	旬	入流量	蒸發量	保留量	庫容	溢流量	側入流	保留量	石門增供	入流量	保留量	取水量	計畫需水量	實際供水量
1984	10	1	2382	18	156	22305	0	179	43	460	257	43	257	3492	3492	0
1984	10	2	1761	18	156	20675	0	173	43	473	250	43	250	3492	3492	0
1984	10	3	3271	20	156	21378	0	588	43	0	847	43	530	3405	3405	0
1984	11	1	2142	12	156	20362	0	206	43	393	297	43	297	3346	3346	0
1984	11	2	1603	11	156	19627	0	463	43	0	667	43	530	3059	3059	0
1984	11	3	2073	11	156	20026	0	943	43	0	1359	43	530	2876	2876	0
1984	12	1	1516	10	156	19610	0	291	43	186	419	43	419	2310	2310	0
1984	12	2	826	9	156	18003	0	85	43	688	123	43	123	2310	2310	0
1984	12	3	1001	10	156	17047	0	281	43	211	404	43	404	2310	2310	0
1985	1	1	790	7	156	15921	0	296	43	174	426	43	426	2310	2310	0
1985	1	2	766	6	156	14688	0	262	43	257	377	43	377	2310	2310	0
1985	1	3	869	7	156	13534	0	252	43	280	364	43	364	2310	2310	0
1985	2	1	8677	6	156	20285	0	1845	43	0	2656	43	530	3200	3200	0
1985	2	2	10109	6	156	23300	4864	1181	43	0	1701	43	530	3503	3503	0
1985	2	3	6709	5	156	23300	4457	1025	43	0	1476	43	530	3526	3526	0
1985	3	1	3769	6	156	23300	606	319	43	118	459	43	459	3630	3630	0
1985	3	2	2386	6	156	22454	0	265	43	249	382	43	382	3612	3568	43
1985	3	3	2490	6	156	21932	0	365	43	6	525	43	525	3628	3590	38
1985	4	1	3552	6	156	22758	0	489	43	0	704	43	530	3507	3478	29
1985	4	2	5965	6	156	23300	2864	599	43	0	863	43	530	3420	3420	0
1985	4	3	2945	6	156	22859	0	146	43	540	210	43	210	3431	3431	0
1985	5	1	2683	7	156	22701	0	323	43	107	466	43	466	3321	3321	0
1985	5	2	1694	7	156	21114	0	108	43	633	155	43	155	3234	3234	0
1985	5	3	1809	8	156	19812	0	177	43	464	255	43	255	3233	3233	0
1985	6	1	2861	10	156	19871	0	342	43	62	492	43	492	3323	3323	0
1985	6	2	5296	11	156	22903	0	843	43	0	1213	43	530	3367	3367	0
1985	6	3	3449	12	156	23300	331	473	43	0	682	43	530	3453	3453	0
1985	7	1	4848	17	156	23300	2138	714	43	0	1028	43	530	3678	3678	0
1985	7	2	2451	17	156	22175	0	177	43	464	255	43	255	3689	3689	0
1985	7	3	3496	19	156	22848	0	651	43	0	937	43	530	3725	3725	0
1985	8	1	2342	16	156	21862	0	261	43	259	376	43	376	3647	3647	0
1985	8	2	2484	17	156	20983	0	245	43	298	353	43	353	3641	3641	0
1985	8	3	41081	19	156	23300	36400	4367	43	0	6290	43	530	3628	3628	0
1985	9	1	6096	15	156	23300	3522	569	43	0	819	43	530	3398	3398	0
1985	9	2	6745	15	156	23300	4701	3444	43	0	4959	43	530	3311	3311	0
1985	9	3	10974	16	156	23300	8843	2134	43	0	3073	43	530	3398	3398	0
1985	10	1	18280	18	156	23300	16053	2782	43	0	4006	43	530	3492	3492	0
1985	10	2	4422	18	156	23300	1051	181	43	454	261	43	261	3492	3492	0
1985	10	3	3041	20	156	23127	0	211	43	381	304	43	304	3405	3405	0
1985	11	1	1959	12	156	21708	0	116	43	613	167	43	167	3346	3346	0
1985	11	2	1579	11	156	20157	0	100	43	652	144	43	144	3059	3059	0
1985	11	3	1396	11	156	18775	0	169	43	483	244	43	244	2876	2876	0
1985	12	1	1102	10	156	17621	0	158	43	511	227	43	227	2310	2310	0
1985	12	2	1407	9	156	17066	0	278	43	217	401	43	401	2310	2310	0
1985	12	3	1386	10	156	16373	0	231	43	333	332	43	332	2310	2310	0
1986	1	1	4508	7	156	19555	0	740	43	0	1065	43	530	2310	2310	0
1986	1	2	1443	6	156	18622	0	107	43	635	154	43	154	2310	2310	0
1986	1	3	1153	7	156	17365	0	94	43	667	135	43	135	2310	2310	0
1986	2	1	1137	6	156	15558	0	233	43	327	336	43	336	3200	3200	0
1986	2	2	1831	6	156	14487	0	374	43	0	539	43	530	3503	3503	0
1986	2	3	1998	5	156	13611	0	395	43	0	569	43	530	3526	3526	0
1986	3	1	3471	6	156	14268	0	554	43	0	798	43	530	3630	3630	0
1986	3	2	7105	6	156	19001	0	978	43	0	1409	43	530	3612	3612	0
1986	3	3	9644	6	156	23300	2992	1319	43	0	1900	43	530	3628	3628	0
1986	4	1	4032	6	156	23300	1035	336	43	76	484	43	484	3507	3507	0
1986	4	2	2419	6	156	22537	0	225	43	347	324	43	324	3420	3420	0
1986	4	3	2238	6	156	21719	0	281	43	210	405	43	405	3431	3431	0
1986	5	1	1227	7	156	19545	0	94	43	667	135	43	135	3321	3321	0
1986	5	2	3023	7	156	20237	0	640	43	0	922	43	530	3234	3234	0
1986	5	3	13457	8	156	23300	8437	1713	43	0	2467	43	530	3233	3233	0
1986	6	1	12326	10	156	23300	10276	1973	43	0	2842	43	530	3323	3323	0
1986	6	2	7096	11	156	23300	4734	745	43	0	1072	43	530	3367	3367	0
1986	6	3	7703	12	156	23300	5522	1349	43	0	1943	43	530	3453	3453	0
1986	7	1	6420	17	156	23300	3853	857	43	0	1234	43	530	3678	3678	0
1986	7	2	3970	17	156	23300	933	398	43	0	573	43	530	3689	3689	0
1986	7	3	2438	19	156	22255	0	231	43	332	333	43	333	3725	3725	0
1986	8	1	1981	16	156	20662	0	160	43	505	231	43	231	3647	3647	0
1986	8	2	1339	17	156	18218	0	73	43	718	105	43	105	3641	3641	0
1986	8	3	28944	19	156	23300	21498	3408	43	0	4907	43	530	3628	3628	0
1986	9	1	4317	15	156	23300	1096	203	43	401	292	43	292	3398	3398	0
1986	9	2	18953	15	156	23300	16909	2175	43	0	3133	43	530	3311	3311	0
1986	9	3	10591	16	156	23300	8084	637	43	0	917	43	530	3398	3398	0

單位:萬立方公尺

時間	石門水庫							鳶山堰			三峽堰			總需水量 (含公共及農 業用水)		
	年	月	旬	入流量	蒸發量	保留量	庫容	溢流量	側入流	保留量	石門增供	入流量	保留量	取水量	計畫需水量	實際供水量
1986	10	1	3966	18	156	23300	568	170	43	481	245	43	245	3492	3492	0
1986	10	2	2449	18	156	22146	0	86	43	686	124	43	124	3492	3492	0
1986	10	3	2103	20	156	20808	0	118	43	608	170	43	170	3405	3405	0
1986	11	1	1560	12	156	19070	0	149	43	532	215	43	215	3346	3346	0
1986	11	2	2380	11	156	19258	0	608	43	0	876	43	530	3059	3059	0
1986	11	3	4579	11	156	21866	0	647	43	0	932	43	530	2876	2876	0
1986	12	1	2356	10	156	22251	0	275	43	225	396	43	396	2310	2310	0
1986	12	2	1402	9	156	21338	0	133	43	571	192	43	192	2310	2310	0
1986	12	3	1144	10	156	20167	0	134	43	569	193	43	193	2310	2310	0
1987	1	1	1162	7	156	19053	0	149	43	533	214	43	214	2310	2310	0
1987	1	2	784	6	156	17421	0	91	43	674	131	43	131	2310	2310	0
1987	1	3	761	7	156	15822	0	114	43	618	164	43	164	2310	2310	0
1987	2	1	669	6	156	13170	0	79	43	704	113	43	113	3200	3200	0
1987	2	2	574	6	156	10037	0	45	43	787	64	43	64	3503	3503	0
1987	2	3	729	5	156	7233	0	98	43	657	141	43	141	3526	3460	66
1987	3	1	833	6	156	4497	0	124	43	594	178	43	178	3630	3561	70
1987	3	2	1862	6	156	3167	0	300	43	165	431	43	431	3612	3612	0
1987	3	3	5728	6	156	6542	0	1343	43	0	1934	43	530	3628	3628	0
1987	4	1	1629	6	156	4862	0	208	43	388	300	43	300	3507	3507	0
1987	4	2	3476	6	156	5789	0	609	43	0	877	43	530	3420	3420	0
1987	4	3	1590	6	156	3918	0	115	43	615	166	43	166	3431	3431	0
1987	5	1	1417	7	156	2060	0	120	43	604	172	43	172	3321	3257	64
1987	5	2	1851	7	156	1399	0	411	43	0	592	43	530	3234	3186	48
1987	5	3	4117	8	156	3375	0	829	43	0	1194	43	530	3233	3233	0
1987	6	1	4182	10	156	5507	0	1177	43	0	1695	43	530	3323	3323	0
1987	6	2	2737	11	156	5604	0	467	43	0	672	43	530	3367	3367	0
1987	6	3	2677	12	156	5827	0	740	43	0	1066	43	530	3453	3453	0
1987	7	1	4542	17	156	7958	0	1188	43	0	1711	43	530	3678	3678	0
1987	7	2	10476	17	156	16012	0	1211	43	0	1744	43	530	3689	3689	0
1987	7	3	12280	19	156	23300	2531	1421	43	0	2047	43	530	3725	3725	0
1987	8	1	4638	16	156	23300	1360	282	43	208	406	43	406	3647	3647	0
1987	8	2	3424	17	156	23300	129	273	43	230	393	43	393	3641	3641	0
1987	8	3	2701	19	156	22418	0	150	43	529	217	43	217	3628	3628	0
1987	9	1	15051	15	156	23300	12039	1846	43	0	2658	43	530	3398	3398	0
1987	9	2	8972	15	156	23300	6683	768	43	0	1106	43	530	3311	3311	0
1987	9	3	4912	16	156	23300	2328	560	43	0	807	43	530	3398	3398	0
1987	10	1	2900	18	156	22831	0	182	43	452	262	43	262	3492	3492	0
1987	10	2	1786	18	156	21085	0	115	43	615	166	43	166	3492	3492	0
1987	10	3	22811	20	156	23300	18453	2458	43	0	3540	43	530	3405	3405	0
1987	11	1	4211	12	156	23300	1039	200	43	407	289	43	289	3346	3346	0
1987	11	2	2487	11	156	22869	0	187	43	440	269	43	269	3059	3059	0
1987	11	3	1923	11	156	22525	0	378	43	0	545	43	530	2876	2876	0
1987	12	1	2212	10	156	23300	12	644	43	0	928	43	530	2310	2310	0
1987	12	2	1835	9	156	23300	148	391	43	0	563	43	530	2310	2310	0
1987	12	3	1463	10	156	22568	0	182	43	451	263	43	263	2310	2308	2
1988	1	1	1110	7	156	21358	0	130	43	579	187	43	187	2310	2309	1
1988	1	2	1342	6	156	20558	0	203	43	401	292	43	292	2310	2309	1
1988	1	3	1271	7	156	19672	0	197	43	415	284	43	284	2310	2309	1
1988	2	1	1593	6	156	18652	0	368	43	0	530	43	530	3200	3199	1
1988	2	2	1028	6	156	16117	0	103	43	645	148	43	148	3503	3502	1
1988	2	3	1022	5	156	13558	0	105	43	640	151	43	151	3526	3525	1
1988	3	1	1944	6	156	12645	0	510	43	0	734	43	530	3630	3629	1
1988	3	2	1471	6	156	10726	0	218	43	364	314	43	314	3612	3611	1
1988	3	3	1823	6	156	9343	0	300	43	164	432	43	432	3628	3628	1
1988	4	1	4948	6	156	11851	0	805	43	0	1160	43	530	3507	3507	0
1988	4	2	3007	6	156	11859	0	300	43	164	432	43	432	3420	3420	0
1988	4	3	5396	6	156	15012	0	926	43	0	1333	43	530	3431	3431	0
1988	5	1	2465	7	156	14632	0	322	43	111	463	43	463	3321	3321	0
1988	5	2	1787	7	156	13344	0	192	43	428	276	43	276	3234	3234	0
1988	5	3	4042	8	156	15149	0	733	43	0	1056	43	530	3233	3233	0
1988	6	1	4376	10	156	17145	0	683	43	0	984	43	530	3323	3323	0
1988	6	2	2389	11	156	16849	0	422	43	0	608	43	530	3367	3366	0
1988	6	3	2008	12	156	15696	0	248	43	291	357	43	357	3453	3452	1
1988	7	1	1443	17	156	13416	0	112	43	623	161	43	161	3678	3676	1
1988	7	2	1266	17	156	10909	0	96	43	662	138	43	138	3689	3687	2
1988	7	3	1302	19	156	8401	0	96	43	661	139	43	139	3725	3724	2
1988	8	1	1354	16	156	6067	0	113	43	620	163	43	163	3647	3646	1
1988	8	2	2552	17	156	5689	0	457	43	0	659	43	530	3641	3640	1
1988	8	3	2361	19	156	5157	0	483	43	0	696	43	530	3628	3628	1
1988	9	1	2190	15	156	4376	0	305	43	152	439	43	439	3398	3397	1
1988	9	2	1978	15	156	3546	0	337	43	74	485	43	485	3311	3311	1
1988	9	3	7322	16	156	8737	0	1546	43	0	2227	43	530	3398	3397	0

單位:萬立方公尺

時間	石門水庫						鳶山堰			三峽堰			總需水量 (含公共及農 業用水)			
	年	月	旬	入流量	蒸發量	保留量	庫容	溢流量	側人流	保留量	石門增供	入流量	保留量	取水量	計畫需水量	實際供水量
1988	10	1	11506	18	156	18016	0	1771	43	0	2550	43	530	3492	3492	0
1988	10	2	3574	18	156	18516	0	303	43	157	436	43	436	3492	3492	0
1988	10	3	10765	20	156	23300	3838	1231	43	0	1773	43	530	3405	3405	0
1988	11	1	4425	12	156	23300	1682	376	43	0	542	43	530	3346	3346	0
1988	11	2	2986	11	156	23300	412	328	43	96	472	43	472	3059	3059	0
1988	11	3	1862	11	156	22614	0	263	43	254	379	43	379	2876	2876	0
1988	12	1	1440	10	156	21941	0	217	43	367	312	43	312	2310	2310	0
1988	12	2	1052	9	156	20655	0	124	43	593	179	43	179	2310	2310	0
1988	12	3	1143	10	156	19659	0	206	43	393	297	43	297	2310	2310	0
1989	1	1	1147	7	156	18521	0	145	43	543	208	43	208	2310	2310	0
1989	1	2	848	6	156	17061	0	135	43	566	195	43	195	2310	2310	0
1989	1	3	919	7	156	15672	0	136	43	565	195	43	195	2310	2310	0
1989	2	1	893	6	156	13328	0	113	43	621	162	43	162	3200	3200	0
1989	2	2	815	6	156	10607	0	107	43	635	154	43	154	3503	3485	18
1989	2	3	630	5	156	7555	0	64	43	740	92	43	92	3526	3526	1
1989	3	1	789	6	156	4691	0	89	43	678	129	43	129	3630	3561	69
1989	3	2	1012	6	156	2159	0	154	43	520	222	43	222	3612	3609	3
1989	3	3	1240	6	156	0	0	195	43	420	281	43	281	3628	3564	65
1989	4	1	4358	6	156	2127	0	1361	43	0	1960	43	530	3507	3507	0
1989	4	2	2248	6	156	1268	0	256	43	272	368	43	368	3420	3420	0
1989	4	3	2264	6	156	984	0	622	43	0	896	43	530	3431	3431	0
1989	5	1	3061	7	156	1982	0	994	43	0	1432	43	530	3321	3321	0
1989	5	2	1872	7	156	777	0	191	43	430	275	43	275	3234	3234	0
1989	5	3	7245	8	156	6065	0	1247	43	0	1796	43	530	3233	3233	0
1989	6	1	6840	10	156	10486	0	644	43	0	927	43	530	3323	3323	0
1989	6	2	5174	11	156	12826	0	347	43	50	499	43	499	3367	3367	0
1989	6	3	3063	12	156	12372	0	103	43	645	148	43	148	3453	3453	0
1989	7	1	3349	17	156	12233	0	209	43	387	300	43	300	3678	3678	0
1989	7	2	1867	17	156	10373	0	115	43	615	166	43	166	3689	3689	0
1989	7	3	5531	19	156	13444	0	1039	43	0	1497	43	530	3725	3725	0
1989	8	1	6422	16	156	17486	0	1627	43	0	2343	43	530	3647	3647	0
1989	8	2	2798	17	156	17024	0	287	43	195	414	43	414	3641	3641	0
1989	8	3	4896	19	156	19557	0	1036	43	0	1492	43	530	3628	3628	0
1989	9	1	6256	15	156	23300	382	1716	43	0	2471	43	530	3398	3398	0
1989	9	2	45190	15	156	23300	43146	3582	43	0	5159	43	530	3311	3311	0
1989	9	3	7421	16	156	23300	4384	279	43	216	401	43	401	3398	3398	0
1989	10	1	5654	18	156	23300	2917	503	43	0	724	43	530	3492	3492	0
1989	10	2	3580	18	156	23300	376	250	43	287	359	43	359	3492	3492	0
1989	10	3	2445	20	156	22457	0	181	43	455	260	43	260	3405	3405	0
1989	11	1	1690	12	156	20628	0	58	43	754	84	43	84	3346	3346	0
1989	11	2	1482	11	156	19065	0	135	43	567	194	43	194	3059	3059	0
1989	11	3	2117	11	156	18627	0	261	43	260	375	43	375	2876	2876	0
1989	12	1	1107	10	156	17269	0	72	43	720	104	43	104	2310	2310	0
1989	12	2	992	9	156	15793	0	71	43	723	102	43	102	2310	2310	0
1989	12	3	1582	10	156	15573	0	344	43	56	496	43	496	2310	2310	0
1990	1	1	1667	7	156	15645	0	471	43	0	678	43	530	2310	2310	0
1990	1	2	1501	6	156	15377	0	356	43	28	512	43	512	2310	2310	0
1990	1	3	2779	7	156	17054	0	964	43	0	1388	43	530	2310	2310	0
1990	2	1	1596	6	156	15865	0	298	43	168	430	43	430	3200	3200	0
1990	2	2	1248	6	156	13610	0	128	43	584	184	43	184	3503	3503	0
1990	2	3	1823	5	156	12734	0	566	43	0	815	43	530	3526	3526	0
1990	3	1	4079	6	156	14458	0	1057	43	0	1522	43	530	3630	3630	0
1990	3	2	1967	6	156	13065	0	231	43	333	332	43	332	3612	3612	0
1990	3	3	1830	6	156	11259	0	124	43	593	179	43	179	3628	3628	0
1990	4	1	1326	6	156	8972	0	84	43	691	121	43	121	3507	3507	0
1990	4	2	9963	6	156	16790	0	1357	43	0	1954	43	530	3420	3420	0
1990	4	3	16056	6	156	23300	7390	1933	43	0	2783	43	530	3431	3431	0
1990	5	1	4514	7	156	23300	1663	319	43	117	460	43	460	3321	3321	0
1990	5	2	2916	7	156	23300	89	294	43	179	423	43	423	3234	3234	0
1990	5	3	2602	8	156	23233	0	358	43	22	516	43	516	3233	3233	0
1990	6	1	4665	10	156	23300	2548	1015	43	0	1462	43	530	3323	3323	0
1990	6	2	5053	11	156	23300	2509	563	43	0	811	43	530	3367	3367	0
1990	6	3	12232	12	156	23300	10051	1255	43	0	1808	43	530	3453	3453	0
1990	7	1	4957	17	156	23300	2129	596	43	0	859	43	530	3678	3678	0
1990	7	2	3823	17	156	23300	808	420	43	0	604	43	530	3689	3689	0
1990	7	3	2389	19	156	21971	0	135	43	567	194	43	194	3725	3725	0
1990	8	1	3104	16	156	22132	0	449	43	0	646	43	530	3647	3647	0
1990	8	2	26196	17	156	23300	22653	3237	43	0	4662	43	530	3641	3641	0
1990	8	3	34419	19	156	23300	32055	3738	43	0	5383	43	530	3628	3628	0
1990	9	1	40878	15	156	23300	38748	4296	43	0	6187	43	530	3398	3398	0
1990	9	2	11395	15	156	23300	8830	492	43	0	708	43	530	3311	3311	0
1990	9	3	4966	16	156	23300	1747	204	43	398	294	43	294	3398	3398	0

單位:萬立方公尺

時間	石門水庫						鳶山堰			三峽堰			總需水量 (含公共及農 業用水)			
	年	月	旬	入流量	蒸發量	保留量	庫容	溢流量	側入流	保留量	石門增供	入流量	保留量	取水量	計畫需水量	實際供水量
1990	10	1	3256	18	156	23078	0	111	43	625	160	43	160	3492	3427	64
1990	10	2	2240	18	156	22406	0	72	43	721	103	43	103	3492	2765	727
1990	10	3	2152	20	156	21967	0	201	43	406	289	43	289	3405	2757	648
1990	11	1	1844	12	156	20940	0	214	43	374	308	43	308	3346	3078	268
1990	11	2	1392	11	156	19687	0	185	43	444	267	43	267	3059	2783	276
1990	11	3	1620	11	156	19537	0	406	43	0	585	43	530	2876	2434	441
1990	12	1	1302	10	156	19408	0	350	43	42	504	43	504	2310	1954	357
1990	12	2	1081	9	156	18579	0	105	43	639	152	43	152	2310	1836	474
1990	12	3	918	10	156	17520	0	68	43	731	97	43	97	2310	1810	500
1991	1	1	906	7	156	16665	0	178	43	462	256	43	256	2310	1867	443
1991	1	2	881	6	156	15835	0	201	43	406	289	43	289	2310	1873	437
1991	1	3	1080	7	156	15285	0	244	43	301	351	43	351	2310	1896	414
1991	2	1	1417	6	156	14290	0	191	43	430	275	43	275	3200	2565	635
1991	2	2	1605	6	156	13422	0	283	43	205	408	43	408	3503	2851	652
1991	2	3	920	5	156	11559	0	129	43	581	186	43	186	3526	2787	740
1991	3	1	1031	6	156	9657	0	93	43	669	134	43	134	3630	2849	782
1991	3	2	857	6	156	7591	0	90	43	676	130	43	130	3612	2833	779
1991	3	3	1097	6	156	5973	0	207	43	391	298	43	298	3628	2908	720
1991	4	1	1369	6	156	4914	0	307	43	146	443	43	443	3507	2867	639
1991	4	2	942	6	156	3207	0	156	43	516	224	43	224	3420	2718	702
1991	4	3	889	6	156	1422	0	147	43	537	212	43	212	3431	2723	709
1991	5	1	4527	7	156	4080	0	707	43	0	1018	43	530	3321	2840	481
1991	5	2	1356	7	156	2849	0	112	43	623	161	43	161	3234	2551	684
1991	5	3	1109	8	156	1311	0	80	43	700	116	43	116	3233	2532	700
1991	6	1	1342	10	156	0	0	115	43	615	166	43	166	3323	2622	702
1991	6	2	2632	11	156	0	0	451	43	0	650	43	530	3367	3343	24
1991	6	3	11761	12	156	9580	0	1929	43	0	2778	43	530	3453	3452	0
1991	7	1	3529	17	156	9717	0	248	43	291	357	43	357	3678	3678	0
1991	7	2	3357	17	156	10039	0	400	43	0	576	43	530	3689	3689	0
1991	7	3	2283	19	156	8882	0	249	43	289	358	43	358	3725	3725	0
1991	8	1	2506	16	156	8082	0	270	43	237	389	43	389	3647	3647	0
1991	8	2	8486	17	156	14193	0	1128	43	0	1625	43	530	3641	3641	0
1991	8	3	4798	19	156	16129	0	515	43	0	742	43	530	3628	3628	0
1991	9	1	2736	15	156	15925	0	318	43	121	457	43	457	3398	3397	0
1991	9	2	9631	15	156	23300	208	1009	43	0	1453	43	530	3311	3311	0
1991	9	3	11350	16	156	23300	9219	1151	43	0	1658	43	530	3398	3398	0
1991	10	1	9546	18	156	23300	6931	625	43	0	900	43	530	3492	3492	0
1991	10	2	3851	18	156	23300	585	224	43	349	323	43	323	3492	3492	0
1991	10	3	4242	20	156	23300	1734	648	43	0	933	43	530	3405	3405	0
1991	11	1	2789	12	156	23197	0	315	43	127	454	43	454	3346	3346	0
1991	11	2	2030	11	156	22287	0	178	43	462	256	43	256	3059	3059	0
1991	11	3	2511	11	156	22260	0	267	43	244	385	43	385	2876	2876	0
1991	12	1	1528	10	156	21461	0	129	43	581	186	43	186	2310	2310	0
1991	12	2	1351	9	156	20493	0	132	43	574	190	43	190	2310	2310	0
1991	12	3	1496	10	156	19857	0	209	43	386	301	43	301	2310	2310	0
1992	1	1	1390	7	156	19293	0	281	43	211	404	43	404	2310	2310	0
1992	1	2	1126	6	156	18317	0	219	43	361	316	43	316	2310	2310	0
1992	1	3	1214	7	156	17397	0	207	43	391	298	43	298	2310	2310	0
1992	2	1	1714	6	156	16608	0	394	43	0	568	43	530	3200	3152	48
1992	2	2	11424	6	156	23300	2503	1629	43	0	2346	43	530	3503	3503	0
1992	2	3	6443	5	156	23300	3803	625	43	0	900	43	530	3526	3526	0
1992	3	1	7182	6	156	23300	4630	816	43	0	1175	43	530	3630	3630	0
1992	3	2	6518	6	156	23300	3728	560	43	0	806	43	530	3612	3612	0
1992	3	3	2965	6	156	22851	0	215	43	371	310	43	310	3628	3628	0
1992	4	1	2913	6	156	22856	0	373	43	0	537	43	530	3507	3507	0
1992	4	2	6105	6	156	23300	3127	624	43	0	899	43	530	3420	3420	0
1992	4	3	4088	6	156	23300	1301	391	43	0	564	43	530	3431	3431	0
1992	5	1	4013	7	156	23300	1261	360	43	18	518	43	518	3321	3321	0
1992	5	2	3378	7	156	23300	781	388	43	0	559	43	530	3234	3234	0
1992	5	3	7035	8	156	23300	4844	779	43	0	1122	43	530	3233	3233	0
1992	6	1	4631	10	156	23300	2053	485	43	0	698	43	530	3323	3323	0
1992	6	2	4157	11	156	23300	1486	436	43	0	628	43	530	3367	3367	0
1992	6	3	2443	12	156	22561	0	240	43	311	345	43	345	3453	3453	0
1992	7	1	2582	17	156	22134	0	415	43	0	598	43	530	3678	3678	0
1992	7	2	2191	17	156	21207	0	365	43	5	526	43	526	3689	3689	0
1992	7	3	1609	19	156	19280	0	209	43	386	301	43	301	3725	3725	0
1992	8	1	1405	16	156	17075	0	146	43	540	210	43	210	3647	3647	0
1992	8	2	2053	17	156	15519	0	144	43	544	208	43	208	3641	3641	0
1992	8	3	28866	19	156	23300	18722	3125	43	0	4500	43	530	3628	3628	0
1992	9	1	24803	15	156	23300	22673	1669	43	0	2404	43	530	3398	3398	0
1992	9	2	7886	15	156	23300	5238	409	43	0	589	43	530	3311	3311	0
1992	9	3	21094	16	156	23300	18764	814	43	0	1172	43	530	3398	3398	0

單位:萬立方公尺

時間	石門水庫						鳶山堰			三峽堰			總需水量 (含公共及農 業用水)			
	年	月	旬	入流量	蒸發量	保留量	庫容	溢流量	側入流	保留量	石門增供	入流量	保留量	取水量	計畫需水量	實際供水量
1992	10	1	4693	18	156	23300	1260	155	43	517	224	43	224	3492	3491	1
1992	10	2	4141	18	156	23300	1739	837	43	0	1205	43	530	3492	3491	1
1992	10	3	2691	20	156	23003	0	206	43	392	298	43	298	3405	3168	237
1992	11	1	1666	12	156	21340	0	136	43	564	196	43	196	3346	3346	0
1992	11	2	1831	11	156	20283	0	199	43	410	287	43	287	3059	3059	0
1992	11	3	1464	11	156	19471	0	183	43	449	264	43	264	2876	2408	468
1992	12	1	1172	10	156	18646	0	148	43	534	214	43	214	2310	2027	283
1992	12	2	977	9	156	17565	0	117	43	610	169	43	169	2310	2013	297
1992	12	3	1061	10	156	16619	0	143	43	547	206	43	206	2310	2024	286
1993	1	1	772	7	156	15468	0	122	43	599	175	43	175	2310	1892	418
1993	1	2	1240	6	156	15055	0	412	43	0	593	43	530	2310	2310	0
1993	1	3	1400	7	156	15194	0	492	43	0	708	43	530	2310	1997	313
1993	2	1	920	6	156	12884	0	116	43	613	167	43	167	3200	3200	0
1993	2	2	840	6	156	10506	0	76	43	710	110	43	110	3503	3092	411
1993	2	3	701	5	156	8309	0	64	43	740	92	43	92	3526	2742	785
1993	3	1	972	6	156	6418	0	121	43	601	174	43	174	3630	2848	782
1993	3	2	3640	6	156	7782	0	505	43	0	728	43	530	3612	3043	569
1993	3	3	2483	6	156	7636	0	270	43	237	389	43	389	3628	2977	652
1993	4	1	2874	6	156	8342	0	549	43	0	791	43	530	3507	2979	527
1993	4	2	4260	6	156	10734	0	751	43	0	1081	43	530	3420	2881	539
1993	4	3	2489	6	156	10824	0	261	43	259	376	43	376	3431	2725	706
1993	5	1	3310	7	156	12104	0	437	43	0	630	43	530	3321	2731	590
1993	5	2	2285	7	156	12173	0	321	43	113	462	43	462	3234	2690	544
1993	5	3	2828	8	156	12832	0	321	43	112	463	43	463	3233	2642	591
1993	6	1	7470	10	156	18705	0	1619	43	0	2331	43	530	3323	2871	452
1993	6	2	4857	11	156	21515	0	467	43	0	673	43	530	3367	2773	594
1993	6	3	3602	12	156	22786	0	308	43	144	444	43	444	3453	2769	683
1993	7	1	1907	17	156	21872	0	160	43	505	231	43	231	3678	2893	785
1993	7	2	1652	17	156	20714	0	150	43	530	216	43	216	3689	2856	833
1993	7	3	3417	19	156	21762	0	414	43	0	596	43	530	3725	3034	691
1993	8	1	2509	16	156	21600	0	207	43	391	298	43	298	3647	2858	789
1993	8	2	2587	17	156	21886	0	415	43	0	597	43	530	3641	2969	672
1993	8	3	1995	19	156	21396	0	301	43	162	433	43	433	3628	2898	730
1993	9	1	1216	15	156	20004	0	139	43	557	200	43	200	3398	2628	770
1993	9	2	1058	15	156	18409	0	79	43	703	114	43	114	3311	2527	784
1993	9	3	1150	16	156	16892	0	108	43	633	155	43	155	3398	2610	788
1993	10	1	1877	18	156	16651	0	440	43	0	633	43	530	3492	2810	682
1993	10	2	1201	18	156	15347	0	201	43	405	290	43	290	3492	2675	817
1993	10	3	1019	20	156	13834	0	152	43	525	219	43	219	3405	2580	826
1993	11	1	874	12	156	11787	0	134	43	569	193	43	193	3346	2933	413
1993	11	2	805	11	156	9553	0	89	43	679	128	43	128	3059	2942	117
1993	11	3	1027	11	156	8498	0	179	43	459	258	43	258	2876	2204	672
1993	12	1	838	10	156	7544	0	115	43	616	165	43	165	2310	1740	570
1993	12	2	864	9	156	6749	0	187	43	440	269	43	269	2310	1785	525
1993	12	3	912	10	156	5888	0	125	43	591	180	43	180	2310	1746	564
1994	1	1	690	7	156	4783	0	111	43	625	160	43	160	2310	1737	573
1994	1	2	729	6	156	3810	0	162	43	501	233	43	233	2310	1769	541
1994	1	3	827	7	156	3059	0	231	43	332	333	43	333	2310	1813	497
1994	2	1	660	6	156	1293	0	119	43	606	171	43	171	3200	2404	796
1994	2	2	3271	6	156	2512	0	527	43	0	759	43	530	3503	2839	664
1994	2	3	2763	5	156	3247	0	580	43	0	835	43	530	3526	2870	656
1994	3	1	2878	6	156	4056	0	629	43	0	905	43	530	3630	2960	670
1994	3	2	1844	6	156	3703	0	438	43	0	631	43	530	3612	2897	715
1994	3	3	2355	6	156	3937	0	556	43	0	801	43	530	3628	2940	689
1994	4	1	1237	6	156	2646	0	188	43	437	271	43	271	3507	2676	831
1994	4	2	1315	6	156	1533	0	208	43	389	299	43	299	3420	2624	796
1994	4	3	996	6	156	0	0	156	43	515	225	43	225	3431	2599	832
1994	5	1	3936	7	156	1455	0	575	43	0	827	43	530	3321	3320	1
1994	5	2	2042	7	156	658	0	226	43	344	326	43	326	3234	3081	153
1994	5	3	1635	8	156	0	0	207	43	392	297	43	297	3233	2487	746
1994	6	1	2620	10	156	0	0	314	43	130	452	43	452	3323	3074	250
1994	6	2	2651	11	156	10	0	466	43	0	671	43	530	3367	3366	0
1994	6	3	3544	12	156	729	0	386	43	0	556	43	530	3453	3453	0
1994	7	1	3487	17	156	1081	0	353	43	34	509	43	509	3678	3678	0
1994	7	2	10895	17	156	9425	0	884	43	0	1273	43	530	3689	3689	0
1994	7	3	3756	19	156	10124	0	417	43	0	601	43	530	3725	3725	0
1994	8	1	26854	16	156	23300	11299	2544	43	0	3663	43	530	3647	3647	0
1994	8	2	13098	17	156	23300	10723	1148	43	0	1654	43	530	3641	3641	0
1994	8	3	26656	19	156	23300	24292	2148	43	0	3094	43	530	3628	3628	0
1994	9	1	11213	15	156	23300	9083	1879	43	0	2706	43	530	3398	3398	0
1994	9	2	4975	15	156	23300	2394	476	43	0	686	43	530	3311	3311	0
1994	9	3	2525	16	156	22418	0	127	43	586	183	43	183	3398	3398	0

單位:萬立方公尺

時間	石門水庫						鳶山堰			三峽堰			總需水量 (含公共及農 業用水)			
	年	月	旬	入流量	蒸發量	保留量	庫容	溢流量	側入流	保留量	石門增供	入流量	保留量	取水量	計畫需水量	實際供水量
1994	10	1	19901	18	156	23300	16791	1483	43	0	2136	43	530	3492	3492	0
1994	10	2	13774	18	156	23300	11101	567	43	0	817	43	530	3492	3492	0
1994	10	3	5522	20	156	23300	3105	739	43	0	1064	43	530	3405	3405	0
1994	11	1	2916	12	156	23051	0	175	43	469	252	43	252	3346	3277	69
1994	11	2	1843	11	156	21976	0	101	43	650	145	43	145	3059	2849	210
1994	11	3	1456	11	156	20541	0	97	43	660	139	43	139	2876	2813	63
1994	12	1	1092	10	156	19211	0	78	43	705	113	43	113	2310	2281	29
1994	12	2	1115	9	156	17984	0	116	43	613	167	43	167	2310	2294	16
1994	12	3	1399	10	156	17465	0	296	43	174	426	43	426	2310	2308	2
1995	1	1	1046	7	156	16302	0	175	43	469	252	43	252	2310	2308	2
1995	1	2	761	6	156	14755	0	133	43	571	192	43	192	2310	2304	6
1995	1	3	1076	7	156	13923	0	299	43	167	430	43	430	2310	2309	1
1995	2	1	1037	6	156	12433	0	411	43	0	592	43	530	3200	3199	1
1995	2	2	1385	6	156	10749	0	306	43	149	441	43	441	3503	3503	0
1995	2	3	3875	5	156	12372	0	1163	43	0	1675	43	530	3526	3526	0
1995	3	1	3914	6	156	13462	0	542	43	0	780	43	530	3630	3629	2
1995	3	2	2762	6	156	13409	0	535	43	0	771	43	530	3612	3612	0
1995	3	3	2373	6	156	12750	0	368	43	0	529	43	529	3628	3618	10
1995	4	1	6500	6	156	16958	0	952	43	0	1371	43	530	3507	3506	0
1995	4	2	2905	6	156	16707	0	236	43	321	339	43	339	3420	3420	0
1995	4	3	1654	6	156	15019	0	164	43	496	236	43	236	3431	3431	0
1995	5	1	1361	7	156	13044	0	121	43	601	174	43	174	3321	3321	0
1995	5	2	2040	7	156	12224	0	280	43	213	403	43	403	3234	3234	0
1995	5	3	3992	8	156	13561	0	364	43	8	524	43	524	3233	3233	0
1995	6	1	3873	10	156	14872	0	501	43	0	721	43	530	3323	3323	0
1995	6	2	5000	11	156	17181	0	416	43	0	599	43	530	3367	3367	0
1995	6	3	2582	12	156	16545	0	225	43	347	324	43	324	3453	3453	0
1995	7	1	2925	17	156	16570	0	524	43	0	754	43	530	3678	3678	0
1995	7	2	7343	17	156	21491	0	1527	43	0	2198	43	530	3689	3689	0
1995	7	3	4661	19	156	23300	3	624	43	0	898	43	530	3725	3725	0
1995	8	1	3816	16	156	23300	989	566	43	0	814	43	530	3647	3647	0
1995	8	2	3547	17	156	23300	591	432	43	0	622	43	530	3641	3641	0
1995	8	3	2764	19	156	23300	0	318	43	121	457	43	457	3628	3218	411
1995	9	1	1643	15	156	22407	0	114	43	617	165	43	165	3398	2496	902
1995	9	2	1328	15	156	21196	0	85	43	688	123	43	123	3311	2429	883
1995	9	3	2422	16	156	21552	0	375	43	0	540	43	530	3398	2661	737
1995	10	1	2057	18	156	21304	0	207	43	391	298	43	298	3492	2489	1003
1995	10	2	1849	18	156	20817	0	191	43	430	275	43	275	3492	2481	1011
1995	10	3	1362	20	156	19807	0	138	43	559	199	43	199	3405	2385	1020
1995	11	1	1067	12	156	18560	0	144	43	545	207	43	207	3346	2349	997
1995	11	2	877	11	156	16530	0	166	43	491	239	43	239	3059	2998	61
1995	11	3	704	11	156	15257	0	149	43	532	215	43	215	2876	2026	849
1995	12	1	661	10	156	14260	0	116	43	614	166	43	166	2310	1609	701
1995	12	2	684	9	156	13270	0	105	43	639	152	43	152	2310	1600	710
1995	12	3	667	10	156	12295	0	125	43	591	180	43	180	2310	1615	695
1996	1	1	510	7	156	11097	0	83	43	693	120	43	120	2310	1583	727
1996	1	2	455	6	156	9829	0	74	43	716	106	43	106	2310	1575	735
1996	1	3	433	7	156	8565	0	90	43	676	130	43	130	2310	1588	722
1996	2	1	458	6	156	6780	0	119	43	606	171	43	171	3200	2220	980
1996	2	2	454	6	156	4743	0	94	43	667	135	43	135	3503	2407	1096
1996	2	3	1154	5	156	4021	0	582	43	0	838	43	530	3526	2719	807
1996	3	1	665	6	156	2302	0	209	43	386	301	43	301	3630	2584	1046
1996	3	2	1266	6	156	1578	0	499	43	0	718	43	530	3612	2751	861
1996	3	3	759	6	156	1	0	238	43	315	343	43	343	3628	2606	1022
1996	4	1	2319	6	156	0	0	791	43	0	1139	43	530	3507	3373	134
1996	4	2	2791	6	156	601	0	968	43	0	1394	43	530	3420	3420	0
1996	4	3	3250	6	156	1209	0	527	43	0	759	43	530	3431	3431	0
1996	5	1	3350	7	156	2285	0	783	43	0	1127	43	530	3321	3321	0
1996	5	2	2801	7	156	2198	0	269	43	240	387	43	387	3234	3234	0
1996	5	3	4070	8	156	4207	0	909	43	0	1310	43	530	3233	3233	0
1996	6	1	2110	10	156	3212	0	218	43	365	313	43	313	3323	3323	0
1996	6	2	1985	11	156	1902	0	158	43	511	227	43	227	3367	3367	0
1996	6	3	2155	12	156	1796	0	933	43	0	1344	43	530	3453	3453	0
1996	7	1	1533	17	156	10	0	278	43	218	400	43	400	3678	3678	0
1996	7	2	2980	17	156	216	0	661	43	0	952	43	530	3689	3689	0
1996	7	3	21050	19	156	18805	0	2038	43	0	2934	43	530	3725	3725	0
1996	8	1	34145	16	156	23300	27270	3181	43	0	4582	43	530	3647	3647	0
1996	8	2	7642	17	156	23300	5267	2220	43	0	3197	43	530	3641	3641	0
1996	8	3	5129	19	156	23300	2753	1001	43	0	1442	43	530	3628	3628	0
1996	9	1	4481	15	156	23300	1920	581	43	0	837	43	530	3398	3397	1
1996	9	2	2517	15	156	23300	0	187	43	439	270	43	270	3311	2655	656
1996	9	3	11314	16	156	23300	9184	2481	43	0	3574	43	530	3398	3397	1

單位:萬立方公尺

時間	石門水庫						鳶山堰			三峽堰			總需水量 (含公共及農 業用水)			
	年	月	旬	入流量	蒸發量	保留量	庫容	溢流量	側入流	保留量	石門增供	入流量	保留量	取水量	計畫需水量	實際供水量
1996	10	1	5909	18	156	23300	3342	673	43	0	970	43	530	3492	3492	0
1996	10	2	3820	18	156	23300	797	324	43	106	466	43	466	3492	3492	0
1996	10	3	3241	20	156	23300	665	580	43	0	835	43	530	3405	3405	0
1996	11	1	2197	12	156	22329	0	202	43	403	291	43	291	3346	3346	0
1996	11	2	3486	11	156	23300	725	1011	43	0	1456	43	530	3059	3059	0
1996	11	3	1954	11	156	22771	0	290	43	189	417	43	417	2876	2876	0
1996	12	1	1309	10	156	21789	0	144	43	545	207	43	207	2310	2310	0
1996	12	2	1020	9	156	20395	0	93	43	669	134	43	134	2310	2310	0
1996	12	3	902	10	156	18850	0	80	43	701	115	43	115	2310	2310	0
1997	1	1	788	7	156	17249	0	102	43	647	147	43	147	2310	2310	0
1997	1	2	624	6	156	15471	0	97	43	660	139	43	139	2310	2310	0
1997	1	3	733	7	156	13907	0	140	43	554	202	43	202	2310	2310	0
1997	2	1	2460	6	156	14010	0	582	43	0	838	43	530	3200	3200	0
1997	2	2	2106	6	156	13419	0	546	43	0	786	43	530	3503	3503	0
1997	2	3	1321	5	156	11435	0	192	43	427	277	43	277	3526	3462	64
1997	3	1	1148	6	156	9040	0	135	43	567	194	43	194	3630	3561	69
1997	3	2	987	6	156	6432	0	106	43	638	152	43	152	3612	3542	70
1997	3	3	3700	6	156	7406	0	587	43	0	845	43	530	3628	3576	52
1997	4	1	1667	6	156	5818	0	205	43	396	295	43	295	3507	3443	63
1997	4	2	1781	6	156	4499	0	234	43	325	337	43	337	3420	3360	60
1997	4	3	1296	6	156	2434	0	130	43	580	186	43	186	3431	3366	65
1997	5	1	1711	7	156	1253	0	279	43	214	403	43	403	3321	3265	56
1997	5	2	1491	7	156	114	0	354	43	32	510	43	510	3234	3184	50
1997	5	3	3190	8	156	1021	0	687	43	0	989	43	530	3233	3233	0
1997	6	1	3889	10	156	2629	0	781	43	0	1124	43	530	3323	3323	0
1997	6	2	14757	11	156	15292	0	1928	43	0	2777	43	530	3367	3367	0
1997	6	3	15659	12	156	23300	5469	1623	43	0	2337	43	530	3453	3453	0
1997	7	1	9561	17	156	23300	7150	1083	43	0	1560	43	530	3678	3678	0
1997	7	2	6943	17	156	23300	4442	934	43	0	1345	43	530	3689	3689	0
1997	7	3	3974	19	156	23300	928	427	43	0	615	43	530	3725	3725	0
1997	8	1	2429	16	156	22530	0	314	43	129	453	43	453	3647	3647	0
1997	8	2	32037	17	156	23300	28893	1724	43	0	2483	43	530	3641	3641	0
1997	8	3	20125	19	156	23300	17761	1059	43	0	1525	43	530	3628	3628	0
1997	9	1	11032	15	156	23300	8726	837	43	0	1205	43	530	3398	3398	0
1997	9	2	5252	15	156	23300	2386	313	43	132	451	43	451	3311	3311	0
1997	9	3	3248	16	156	23223	0	161	43	504	231	43	231	3398	3398	0
1997	10	1	2537	18	156	22200	0	104	43	642	150	43	150	3492	3492	0
1997	10	2	1813	18	156	20359	0	65	43	737	94	43	94	3492	3492	0
1997	10	3	1691	20	156	18524	0	83	43	693	120	43	120	3405	3405	0
1997	11	1	1316	12	156	16371	0	79	43	703	114	43	114	3346	3346	0
1997	11	2	1128	11	156	14273	0	60	43	749	87	43	87	3059	3059	0
1997	11	3	926	11	156	12139	0	54	43	765	77	43	77	2876	2876	0
1997	12	1	876	10	156	10930	0	228	43	340	328	43	328	2310	2310	0
1997	12	2	716	9	156	9375	0	152	43	526	218	43	218	2310	2310	0
1997	12	3	648	10	156	7646	0	109	43	631	156	43	156	2310	2310	0
1998	1	1	458	7	156	5594	0	53	43	767	76	43	76	2310	2310	0
1998	1	2	2002	6	156	6454	0	922	43	0	1328	43	530	2310	2310	0
1998	1	3	1525	7	156	6886	0	973	43	0	1401	43	530	2310	2310	0
1998	2	1	3160	6	156	8119	0	1419	43	0	2043	43	530	3200	3200	0
1998	2	2	4554	6	156	10444	0	1016	43	0	1464	43	530	3503	3503	0
1998	2	3	11419	5	156	19611	0	2417	43	0	3481	43	530	3526	3526	0
1998	3	1	6025	6	156	23281	0	1031	43	0	1485	43	530	3630	3630	0
1998	3	2	10909	6	156	23300	8553	2202	43	0	3171	43	530	3612	3612	0
1998	3	3	4003	6	156	23300	1190	553	43	0	797	43	530	3628	3628	0
1998	4	1	2104	6	156	22212	0	256	43	271	369	43	369	3507	3507	0
1998	4	2	2079	6	156	22097	0	964	43	0	1388	43	530	3420	3420	0
1998	4	3	2422	6	156	22231	0	882	43	0	1271	43	530	3431	3431	0
1998	5	1	5907	7	156	23300	2794	2143	43	0	3086	43	530	3321	3321	0
1998	5	2	5753	7	156	23300	3795	1338	43	0	1927	43	530	3234	3234	0
1998	5	3	4190	8	156	23300	1639	419	43	0	604	43	530	3233	3233	0
1998	6	1	8083	10	156	23300	5674	654	43	0	941	43	530	3323	3323	0
1998	6	2	4416	11	156	23300	1183	183	43	449	264	43	264	3367	3367	0
1998	6	3	3105	12	156	23300	85	306	43	149	441	43	441	3453	3453	0
1998	7	1	2011	17	156	21964	0	266	43	246	384	43	384	3678	3678	0
1998	7	2	1471	17	156	19664	0	97	43	659	140	43	140	3689	3689	0
1998	7	3	1380	19	156	17119	0	50	43	774	72	43	72	3725	3725	0
1998	8	1	1557	16	156	14857	0	60	43	750	86	43	86	3647	3647	0
1998	8	2	1450	17	156	12643	0	122	43	599	175	43	175	3641	3641	0
1998	8	3	2300	19	156	12004	0	438	43	0	631	43	530	3628	3628	0
1998	9	1	5341	15	156	15215	0	1214	43	0	1749	43	530	3398	3398	0
1998	9	2	2229	15	156	14399	0	240	43	311	345	43	345	3311	3311	0
1998	9	3	7108	16	156	19376	0	1095	43	0	1577	43	530	3398	3398	0

單位:萬立方公尺

時間	石門水庫						鳶山堰			三峽堰			總需水量 (含公共及農 業用水)			
	年	月	旬	入流量	蒸發量	保留量	庫容	溢流量	側人流	保留量	石門增供	入流量	保留量	取水量	計畫需水量	實際供水量
1998	10	1	15951	18	156	23300	9799	1792	43	0	2580	43	530	3492	3492	0
1998	10	2	39624	18	156	23300	37397	3739	43	0	5385	43	530	3492	3492	0
1998	10	3	14338	20	156	23300	12195	1778	43	0	2561	43	530	3405	3405	0
1998	11	1	4879	12	156	23300	1803	240	43	311	345	43	345	3346	3346	0
1998	11	2	2879	11	156	23056	0	103	43	645	148	43	148	3059	3059	0
1998	11	3	2637	11	156	23135	0	259	43	264	373	43	373	2876	2876	0
1998	12	1	1833	10	156	22839	0	210	43	383	303	43	303	2310	2310	0
1998	12	2	2114	9	156	23220	0	372	43	0	536	43	530	2310	2310	0
1998	12	3	3302	10	156	23300	1784	630	43	0	907	43	530	2310	2310	0
1999	1	1	1401	7	156	22881	0	336	43	77	483	43	483	2310	2310	0
1999	1	2	1363	6	156	22707	0	528	43	0	760	43	530	2310	2310	0
1999	1	3	1878	7	156	22770	0	337	43	73	486	43	486	2310	2310	0
1999	2	1	1160	6	156	20929	0	210	43	384	302	43	302	3200	3200	0
1999	2	2	927	6	156	18126	0	16	43	810	23	43	23	3503	3503	0
1999	2	3	749	5	156	15123	0	13	43	810	18	43	18	3526	3526	0
1999	3	1	898	6	156	12278	0	81	43	699	116	43	116	3630	3630	0
1999	3	2	1968	6	156	11666	0	770	43	0	1109	43	530	3612	3612	0
1999	3	3	1412	6	156	10202	0	490	43	0	706	43	530	3628	3628	0
1999	4	1	940	6	156	7647	0	132	43	573	191	43	191	3507	3507	0
1999	4	2	1036	6	156	5294	0	140	43	554	202	43	202	3420	3420	0
1999	4	3	853	6	156	2649	0	100	43	652	144	43	144	3431	3431	0
1999	5	1	2109	7	156	1776	0	266	43	248	382	43	382	3321	3321	0
1999	5	2	1964	7	156	793	0	245	43	299	352	43	352	3234	3234	0
1999	5	3	3393	8	156	1822	0	606	43	0	873	43	530	3233	3233	0
1999	6	1	4407	10	156	3728	0	562	43	0	809	43	530	3323	3323	0
1999	6	2	8994	11	156	10628	0	2406	43	0	3465	43	530	3367	3367	0
1999	6	3	6304	12	156	14751	0	1365	43	0	1966	43	530	3453	3453	0
1999	7	1	4179	17	156	16372	0	866	43	0	1248	43	530	3678	3678	0
1999	7	2	3202	17	156	16592	0	453	43	0	653	43	530	3689	3689	0
1999	7	3	3270	19	156	16795	0	407	43	0	587	43	530	3725	3725	0
1999	8	1	5376	16	156	19333	0	554	43	0	798	43	530	3647	3647	0
1999	8	2	4580	17	156	20984	0	459	43	0	662	43	530	3641	3641	0
1999	8	3	7274	19	156	23300	2594	1130	43	0	1627	43	530	3628	3628	0
1999	9	1	4380	15	156	23300	1688	451	43	0	650	43	530	3398	3398	0
1999	9	2	3183	15	156	23300	117	231	43	332	333	43	333	3311	3311	0
1999	9	3	5536	16	156	23300	3132	740	43	0	1065	43	530	3398	3398	0
1999	10	1	3708	18	156	23300	958	490	43	0	706	43	530	3492	3492	0
1999	10	2	3232	18	156	23300	546	554	43	0	797	43	530	3492	3492	0
1999	10	3	2628	20	156	22879	0	279	43	216	401	43	401	3405	3405	0
1999	11	1	1764	12	156	21440	0	188	43	438	270	43	270	3346	3346	0
1999	11	2	1496	11	156	19936	0	153	43	522	221	43	221	3059	3059	0
1999	11	3	1292	11	156	18437	0	164	43	496	236	43	236	2876	2876	0
1999	12	1	1179	10	156	17610	0	260	43	261	375	43	375	2310	2310	0
1999	12	2	2151	9	156	18475	0	782	43	0	1126	43	530	2310	2310	0
1999	12	3	1793	10	156	18676	0	477	43	0	687	43	530	2310	2310	0
2000	1	1	1139	7	156	17613	0	179	43	459	258	43	258	2310	2310	0
2000	1	2	915	6	156	16328	0	179	43	459	258	43	258	2310	2310	0
2000	1	3	1326	7	156	16004	0	416	43	0	599	43	530	2310	2310	0
2000	2	1	1193	6	156	14475	0	324	43	105	467	43	467	3200	3200	0
2000	2	2	1154	6	156	12368	0	227	43	342	327	43	327	3503	3503	0
2000	2	3	10486	5	156	20602	0	2660	43	0	3830	43	530	3526	3526	0
2000	3	1	4547	6	156	22503	0	722	43	0	1040	43	530	3630	3630	0
2000	3	2	4163	6	156	23300	947	931	43	0	1340	43	530	3612	3612	0
2000	3	3	2294	6	156	22184	0	217	43	367	312	43	312	3628	3628	0
2000	4	1	2278	6	156	21418	0	317	43	122	457	43	457	3507	3507	0
2000	4	2	1694	6	156	19982	0	246	43	295	355	43	355	3420	3420	0
2000	4	3	6621	6	156	23300	1147	1560	43	0	2246	43	530	3431	3431	0
2000	5	1	8233	7	156	23300	6189	1029	43	0	1482	43	530	3321	3321	0
2000	5	2	2654	7	156	22810	0	164	43	496	236	43	236	3234	3234	0
2000	5	3	2153	8	156	21962	0	222	43	354	320	43	320	3233	3233	0
2000	6	1	1649	10	156	20705	0	299	43	166	431	43	431	3323	3323	0
2000	6	2	9949	11	156	23300	5260	2364	43	0	3405	43	530	3367	3367	0
2000	6	3	5312	12	156	23300	2790	672	43	0	968	43	530	3453	3453	0
2000	7	1	4436	17	156	23300	1697	685	43	0	986	43	530	3678	3678	0
2000	7	2	4770	17	156	23300	2194	859	43	0	1237	43	530	3689	3689	0
2000	7	3	3121	19	156	22987	0	251	43	283	362	43	362	3725	3725	0
2000	8	1	3092	16	156	23151	0	464	43	0	668	43	530	3647	3647	0
2000	8	2	3199	17	156	23300	230	568	43	0	817	43	530	3641	3641	0
2000	8	3	32688	19	156	23300	30324	3312	43	0	4770	43	530	3628	3628	0
2000	9	1	10496	15	156	23300	8366	1549	43	0	2231	43	530	3398	3398	0
2000	9	2	8903	15	156	23300	6859	1631	43	0	2349	43	530	3311	3311	0
2000	9	3	3602	16	156	23300	480	244	43	301	351	43	351	3398	3398	0

單位:萬立方公尺

時間			石門水庫					鳶山堰			三峽堰			總需水量 (含公共及農 業用水)		
年	月	旬	入流量	蒸發量	保留量	庫容	溢流量	側人流	保留量	石門增供	入流量	保留量	取水量	計畫需水量	實際供水量	缺水量
2000	10	1	2449	18	156	22319	0	157	43	513	226	43	226	3492	3492	0
2000	10	2	2532	18	156	21604	0	232	43	329	335	43	335	3492	3492	0
2000	10	3	3278	20	156	22392	0	666	43	0	960	43	530	3405	3405	0
2000	11	1	19367	12	156	23300	16384	3392	43	0	4885	43	530	3346	3346	0
2000	11	2	4294	11	156	23300	2071	578	43	0	833	43	530	3059	3059	0
2000	11	3	2691	11	156	23300	225	297	43	172	427	43	427	2876	2876	0
2000	12	1	1865	10	156	23014	0	201	43	405	290	43	290	2310	2310	0
2000	12	2	2657	9	156	23300	1316	1051	43	0	1514	43	530	2310	2310	0
2000	12	3	2348	10	156	23300	1292	1051	43	0	1514	43	530	2310	2310	0
2001	1	1	1699	7	156	23300	65	432	43	0	622	43	530	2310	2310	0
2001	1	2	1288	6	156	22648	0	286	43	198	412	43	412	2310	2310	0
2001	1	3	5003	7	156	23300	3298	1060	43	0	1526	43	530	2310	2310	0
2001	2	1	2761	6	156	23300	146	368	43	0	529	43	529	3200	3200	0
2001	2	2	1654	6	156	21829	0	283	43	205	408	43	408	3503	3503	0
2001	2	3	1120	5	156	19481	0	152	43	526	218	43	218	3526	3526	0
2001	3	1	1274	6	156	17370	0	228	43	340	328	43	328	3630	3630	0
2001	3	2	1188	6	156	15155	0	213	43	377	306	43	306	3612	3612	0
2001	3	3	2460	6	156	15135	0	887	43	0	1277	43	530	3628	3628	0
2001	4	1	3539	6	156	16443	0	1044	43	0	1504	43	530	3507	3507	0
2001	4	2	3309	6	156	17235	0	641	43	0	922	43	530	3420	3420	0
2001	4	3	3859	6	156	18520	0	595	43	0	857	43	530	3431	3431	0
2001	5	1	2429	7	156	18029	0	291	43	186	419	43	419	3321	3321	0
2001	5	2	2733	7	156	18101	0	362	43	13	521	43	521	3234	3234	0
2001	5	3	4099	8	156	19824	0	594	43	0	855	43	530	3233	3233	0
2001	6	1	3421	10	156	20914	0	732	43	0	1054	43	530	3323	3323	0
2001	6	2	3252	11	156	21813	0	754	43	0	1086	43	530	3367	3367	0
2001	6	3	3164	12	156	22354	0	571	43	0	822	43	530	3453	3453	0
2001	7	1	5703	17	156	23300	1390	258	43	266	372	43	372	3678	3678	0
2001	7	2	4739	17	156	23300	1620	364	43	7	525	43	525	3689	3689	0
2001	7	3	3677	19	156	23300	119	200	43	408	288	43	288	3725	3725	0
2001	8	1	3304	16	156	23300	77	303	43	157	436	43	436	3647	3647	0
2001	8	2	1877	17	156	21496	0	115	43	616	165	43	165	3641	3641	0
2001	8	3	2378	19	156	20495	0	234	43	326	336	43	336	3628	3628	0
2001	9	1	5539	15	156	23300	603	1213	43	0	1747	43	530	3398	3398	0
2001	9	2	54414	15	156	23300	52370	8639	43	0	12442	43	530	3311	3311	0
2001	9	3	41440	16	156	23300	39309	4643	43	0	6686	43	530	3398	3398	0
2001	10	1	10549	18	156	23300	7975	666	43	0	960	43	530	3492	3492	0
2001	10	2	11246	18	156	23300	9019	1499	43	0	2159	43	530	3492	3492	0
2001	10	3	4799	20	156	23300	2073	430	43	0	619	43	530	3405	3405	0
2001	11	1	2672	12	156	23300	340	756	43	0	1088	43	530	3346	3346	0
2001	11	2	2177	11	156	23085	0	237	43	318	341	43	341	3059	2656	403
2001	11	3	1577	11	156	22578	0	137	43	562	197	43	197	2876	2103	773
2001	12	1	1281	10	156	22193	0	94	43	667	135	43	135	2310	1563	747
2001	12	2	1218	9	156	21832	0	137	43	562	197	43	197	2310	1582	728
2001	12	3	1230	10	156	21608	0	215	43	372	309	43	309	2310	1646	664
2002	1	1	918	7	156	20913	0	114	43	618	164	43	164	2310	1563	747
2002	1	2	811	6	156	20086	0	98	43	656	142	43	142	2310	1550	760
2002	1	3	1169	7	156	19901	0	275	43	225	396	43	396	2310	1696	614
2002	2	1	1255	6	156	19380	0	371	43	0	534	43	530	3200	2368	832
2002	2	2	846	6	156	17883	0	143	43	547	206	43	206	3503	2379	1124
2002	2	3	649	5	156	16059	0	71	43	723	102	43	102	3526	2335	1192
2002	3	1	682	6	156	14188	0	64	43	740	92	43	92	3630	2398	1232
2002	3	2	805	6	156	12532	0	114	43	618	164	43	164	3612	2428	1184
2002	3	3	1017	6	156	11306	0	256	43	272	368	43	368	3628	2556	1072
2002	4	1	978	6	156	9997	0	178	43	462	256	43	256	3507	2411	1095
2002	4	2	903	6	156	8597	0	133	43	571	192	43	192	3420	2317	1103
2002	4	3	632	6	156	6842	0	86	43	687	123	43	123	3431	2285	1146
2002	5	1	604	7	156	5067	0	45	43	786	65	43	65	3321	2179	1142
2002	5	2	816	7	156	3675	0	115	43	615	166	43	166	3234	2180	1054
2002	5	3	956	8	156	2483	0	153	43	523	220	43	220	3233	2210	1022
2002	6	1	1471	10	156	1720	0	138	43	559	199	43	199	3323	2258	1065
2002	6	2	1894	11	156	1534	0	252	43	282	362	43	362	3367	2381	986
2002	6	3	901	12	156	0	0	67	43	732	97	43	97	3453	2285	1168
2002	7	1	23909	17	156	21499	0	2258	43	0	3251	43	530	3678	3676	1
2002	7	2	7604	17	156	23300	2958	590	43	0	849	43	530	3689	3689	0
2002	7	3	3017	19	156	22839	0	233	43	327	336	43	336	3725	3725	0
2002	8	1	2105	16	156	21209	0	94	43	666	136	43	136	3647	3647	0
2002	8	2	1899	17	156	19480	0	136	43	564	196	43	196	3641	3641	0
2002	8	3	1307	19	156	16999	0	66	43	734	96	43	96	3628	3628	0
2002	9	1	8208	15	156	22777	0	713	43	0	1027	43	530	3398	3398	0
2002	9	2	3361	15	156	23061	0	227	43	343	326	43	326	3311	3311	0
2002	9	3	2400	16	156	22336	0	243	43	304	349	43	349	3398	3398	0

單位:萬立方公尺

時間	石門水庫						鳶山堰			三峽堰			總需水量 (含公共及農 業用水)			
	年	月	旬	入流量	蒸發量	保留量	庫容	溢流量	側入流	保留量	石門增供	入流量	保留量	取水量	計畫需水量	實際供水量
2002	10	1	1769	18	156	22010	0	179	43	459	258	43	258	3492	2211	1281
2002	10	2	1733	18	156	21613	0	155	43	517	224	43	224	3492	2187	1304
2002	10	3	1859	20	156	21654	0	335	43	79	482	43	482	3405	2311	1095
2002	11	1	814	12	156	20449	0	167	43	488	241	43	241	3346	2111	1234
2002	11	2	996	11	156	19346	0	92	43	671	133	43	133	3059	2009	1050
2002	11	3	972	11	156	18517	0	172	43	477	247	43	247	2876	1906	970
2002	12	1	783	10	156	17522	0	99	43	655	142	43	142	2310	1687	623
2002	12	2	818	9	156	16677	0	144	43	544	208	43	208	2310	1684	626
2002	12	3	1483	10	156	17112	0	432	43	0	622	43	530	2310	1722	589
2003	1	1	1180	7	156	17276	0	481	43	0	692	43	530	2310	1741	569
2003	1	2	851	6	156	16735	0	254	43	276	366	43	366	2310	1685	625
2003	1	3	774	7	156	15866	0	152	43	525	219	43	219	2310	1685	625
2003	2	1	720	6	156	14595	0	134	43	569	193	43	193	3200	2005	1195
2003	2	2	635	6	156	13028	0	104	43	643	149	43	149	3503	2143	1361
2003	2	3	494	5	156	11241	0	59	43	752	85	43	85	3526	2113	1413
2003	3	1	619	6	156	9588	0	107	43	635	154	43	154	3630	2223	1407
2003	3	2	626	6	156	7963	0	114	43	617	165	43	165	3612	2219	1393
2003	3	3	1112	6	156	7055	0	279	43	215	402	43	402	3628	2390	1239
2003	4	1	2515	6	156	8023	0	774	43	0	1115	43	530	3507	2583	924
2003	4	2	1801	6	156	7933	0	281	43	210	405	43	405	3420	2267	1153
2003	4	3	1001	6	156	6778	0	105	43	640	151	43	151	3431	2101	1330
2003	5	1	835	7	156	5422	0	86	43	686	124	43	124	3321	2092	1229
2003	5	2	967	7	156	4368	0	141	43	551	204	43	204	3234	2056	1179
2003	5	3	735	8	156	2913	0	76	43	711	109	43	109	3233	2065	1168
2003	6	1	1084	10	156	1936	0	140	43	554	202	43	202	3323	2091	1233
2003	6	2	3281	11	156	3719	0	721	43	0	1039	43	530	3367	2479	888
2003	6	3	3404	12	156	5595	0	760	43	0	1094	43	530	3453	2546	907
2003	7	1	1545	17	156	4987	0	214	43	373	309	43	309	3678	2357	1321
2003	7	2	1534	17	156	4531	0	331	43	88	477	43	477	3689	2478	1211
2003	7	3	1400	19	156	3659	0	154	43	520	222	43	222	3725	2327	1398
2003	8	1	869	16	156	2177	0	66	43	735	95	43	95	3647	2194	1453
2003	8	2	1202	17	156	1190	0	175	43	468	253	43	253	3641	2297	1344
2003	8	3	1067	19	156	0	0	125	43	592	179	43	179	3628	2240	1388
2003	9	1	4768	15	156	2663	0	264	43	251	381	43	381	3398	2431	967
2003	9	2	6033	15	156	7218	0	707	43	0	1019	43	530	3311	2440	872
2003	9	3	2179	16	156	6990	0	143	43	547	206	43	206	3398	2437	961
2003	10	1	2535	18	156	7398	0	157	43	512	227	43	227	3492	2189	1302
2003	10	2	1958	18	156	7276	0	189	43	434	273	43	273	3492	2221	1271
2003	10	3	1373	20	156	6469	0	87	43	683	126	43	126	3405	2069	1336
2003	11	1	1035	12	156	5319	0	54	43	764	78	43	78	3346	2001	1345
2003	11	2	1127	11	156	4560	0	140	43	555	201	43	201	3059	1913	1146
2003	11	3	1722	11	156	4934	0	482	43	0	694	43	530	2876	2088	788
2003	12	1	1218	10	156	4783	0	193	43	426	277	43	277	2310	1508	803
2003	12	2	833	9	156	4197	0	158	43	510	228	43	228	2310	1474	836
2003	12	3	800	10	156	3504	0	108	43	632	156	43	156	2310	1425	885
2004	1	1	653	7	156	2622	0	89	43	678	129	43	129	2310	1425	885
2004	1	2	618	6	156	1780	0	128	43	583	185	43	185	2310	1445	865
2004	1	3	949	7	156	1700	0	459	43	0	661	43	530	2310	1732	578
2004	2	1	2971	6	156	3451	0	1188	43	0	1710	43	530	3200	2494	706
2004	2	2	1797	6	156	3369	0	325	43	103	468	43	468	3503	2359	1145
2004	2	3	918	5	156	2093	0	118	43	609	169	43	169	3526	2170	1356
2004	3	1	1654	6	156	1985	0	539	43	0	776	43	530	3630	2563	1067
2004	3	2	1039	6	156	851	0	168	43	486	242	43	242	3612	2271	1340
2004	3	3	1938	6	156	931	0	389	43	0	560	43	530	3628	2497	1131
2004	4	1	2945	6	156	2217	0	587	43	0	845	43	530	3507	2508	998
2004	4	2	1498	6	156	1651	0	164	43	496	236	43	236	3420	2152	1268
2004	4	3	1364	6	156	1004	0	204	43	399	293	43	293	3431	2198	1233
2004	5	1	1033	7	156	0	0	141	43	552	203	43	203	3321	2071	1249
2004	5	2	2361	7	156	745	0	890	43	0	1282	43	530	3234	2769	465
2004	5	3	4081	8	156	3352	0	970	43	0	1397	43	530	3233	2707	526
2004	6	1	1887	10	156	3331	0	613	43	0	883	43	530	3323	2782	541
2004	6	2	1167	11	156	1833	0	184	43	446	266	43	266	3367	2801	566
2004	6	3	990	12	156	0	0	161	43	503	232	43	232	3453	2902	551
2004	7	1	6716	17	156	4305	0	1248	43	0	1797	43	530	3678	3678	0
2004	7	2	2695	17	156	3970	0	405	43	0	583	43	530	3689	3689	0
2004	7	3	1911	19	156	2466	0	259	43	264	373	43	373	3725	3725	0
2004	8	1	2032	16	156	1264	0	300	43	165	431	43	431	3647	3647	0
2004	8	2	12739	17	156	11612	0	997	43	0	1436	43	530	3641	3641	0
2004	8	3	82599	19	156	23300	68547	5139	43	0	7400	43	530	3628	3628	0
2004	9	1	9057	15	156	23300	6927	1095	43	0	1577	43	530	3398	3398	0
2004	9	2	24863	15	156	23300	22819	2680	43	0	3859	43	530	3311	3311	0
2004	9	3	8227	16	156	23300	6096	1092	43	0	1573	43	530	3398	3398	0

單位:萬立方公尺

時間	石門水庫						鳶山堰			三峽堰			總需水量 (含公共及農 業用水)			
	年	月	旬	入流量	蒸發量	保留量	庫容	溢流量	側人流	保留量	石門增供	入流量	保留量	取水量	計畫需水量	實際供水量
2004	10	1	4151	18	156	23300	1452	541	43	0	779	43	530	3492	3492	0
2004	10	2	4360	18	156	23300	1881	761	43	0	1097	43	530	3492	3492	0
2004	10	3	14990	20	156	23300	12847	2264	43	0	3261	43	530	3405	3405	0
2004	11	1	3929	12	156	23300	1418	577	43	0	830	43	530	3346	3346	0
2004	11	2	2513	11	156	23300	57	376	43	0	542	43	530	3059	3059	0
2004	11	3	1847	11	156	22633	0	277	43	220	399	43	399	2876	2876	0
2004	12	1	4287	10	156	23300	2192	641	43	0	923	43	530	2310	2310	0
2004	12	2	2460	9	156	23300	765	388	43	0	558	43	530	2310	2310	0
2004	12	3	1988	10	156	23300	159	333	43	83	480	43	480	2310	2310	0
2005	1	1	1458	7	156	22726	0	249	43	289	358	43	358	2310	2310	0
2005	1	2	1681	6	156	22860	0	518	43	0	745	43	530	2310	2310	0
2005	1	3	1304	7	156	21996	0	193	43	426	277	43	277	2310	2310	0
2005	2	1	1121	6	156	19978	0	153	43	522	221	43	221	3200	3200	0
2005	2	2	2079	6	156	19056	0	334	43	81	481	43	481	3503	3503	0
2005	2	3	7084	5	156	23300	588	3247	43	0	4676	43	530	3526	3526	0
2005	3	1	12355	6	156	23300	10000	1594	43	0	2295	43	530	3630	3630	0
2005	3	2	4768	6	156	23300	1998	580	43	0	835	43	530	3612	3612	0
2005	3	3	5220	6	156	23300	2510	656	43	0	945	43	530	3628	3628	0
2005	4	1	4666	6	156	23300	1882	460	43	0	663	43	530	3507	3507	0
2005	4	2	2406	6	156	22429	0	186	43	442	268	43	268	3420	3420	0
2005	4	3	2050	6	156	21210	0	194	43	423	279	43	279	3431	3431	0
2005	5	1	4002	7	156	23168	0	1084	43	0	1561	43	530	3321	3321	0
2005	5	2	13094	7	156	23300	11004	1761	43	0	2537	43	530	3234	3234	0
2005	5	3	4423	8	156	23300	1678	327	43	98	471	43	471	3233	3233	0
2005	6	1	2887	10	156	22995	0	182	43	452	262	43	262	3323	3323	0
2005	6	2	5595	11	156	23300	3196	1042	43	0	1501	43	530	3367	3367	0
2005	6	3	3354	12	156	23300	366	319	43	117	460	43	460	3453	3453	0
2005	7	1	3441	17	156	23300	541	524	43	0	754	43	530	3678	3678	0
2005	7	2	26554	17	156	23300	24132	2888	43	0	4159	43	530	3689	3689	0
2005	7	3	9931	19	156	23300	7471	1259	43	0	1813	43	530	3725	3725	0
2005	8	1	58832	16	156	23300	56452	6213	43	0	8947	43	530	3647	3647	0
2005	8	2	10320	17	156	23300	7945	1306	43	0	1881	43	530	3641	3641	0
2005	8	3	10617	19	156	23300	8253	1356	43	0	1953	43	530	3628	3628	0
2005	9	1	25575	15	156	23300	23445	2857	43	0	4114	43	530	3398	3398	0
2005	9	2	9188	15	156	23300	7144	1168	43	0	1683	43	530	3311	3311	0
2005	9	3	7363	16	156	23300	5208	989	43	0	1424	43	530	3398	3398	0
2005	10	1	15046	18	156	23300	12819	1784	43	0	2569	43	530	3492	3492	0
2005	10	2	4454	18	156	23300	1866	652	43	0	939	43	530	3492	3492	0
2005	10	3	3028	20	156	23300	348	476	43	0	686	43	530	3405	3405	0
2005	11	1	2065	12	156	22490	0	322	43	110	464	43	464	3346	3346	0
2005	11	2	1869	11	156	21792	0	331	43	89	476	43	476	3059	3059	0
2005	11	3	2090	11	156	21639	0	388	43	0	559	43	530	2876	2876	0
2005	12	1	1465	10	156	21084	0	255	43	274	367	43	367	2310	2310	0
2005	12	2	1359	9	156	20587	0	322	43	111	463	43	463	2310	2310	0
2005	12	3	1082	10	156	19544	0	212	43	379	305	43	305	2310	2310	0
2006	1	1	987	7	156	18429	0	220	43	359	317	43	317	2310	2310	0
2006	1	2	851	6	156	17151	0	208	43	388	300	43	300	2310	2310	0
2006	1	3	1178	7	156	16451	0	312	43	135	449	43	449	2310	2310	0
2006	2	1	913	6	156	14423	0	234	43	325	337	43	337	3200	3200	0
2006	2	2	874	6	156	11882	0	164	43	495	237	43	237	3503	3503	0
2006	2	3	893	5	156	9318	0	156	43	515	225	43	225	3526	3526	0
2006	3	1	1605	6	156	7792	0	332	43	86	478	43	478	3630	3630	0
2006	3	2	919	6	156	5210	0	173	43	474	249	43	249	3612	3612	0
2006	3	3	4248	6	156	6772	0	680	43	0	979	43	530	3628	3628	0
2006	4	1	2338	6	156	6238	0	388	43	0	558	43	530	3507	3507	0
2006	4	2	4791	6	156	8597	0	726	43	0	1046	43	530	3420	3420	0
2006	4	3	6103	6	156	12335	0	804	43	0	1159	43	530	3431	3431	0
2006	5	1	6505	7	156	16635	0	852	43	0	1227	43	530	3321	3321	0
2006	5	2	4138	7	156	18466	0	664	43	0	956	43	530	3234	3234	0
2006	5	3	7689	8	156	23300	898	1051	43	0	1514	43	530	3233	3233	0
2006	6	1	18220	10	156	23300	16170	2115	43	0	3046	43	530	3323	3323	0
2006	6	2	10979	11	156	23300	8885	1377	43	0	1983	43	530	3367	3367	0
2006	6	3	6236	12	156	23300	3939	897	43	0	1291	43	530	3453	3453	0
2006	7	1	3529	17	156	23300	664	559	43	0	805	43	530	3678	3678	0
2006	7	2	11953	17	156	23300	9531	1468	43	0	2115	43	530	3689	3689	0
2006	7	3	5428	19	156	23300	2755	800	43	0	1152	43	530	3725	3725	0
2006	8	1	4375	16	156	23300	1550	568	43	0	817	43	530	3647	3647	0
2006	8	2	3028	17	156	23300	56	416	43	0	599	43	530	3641	3641	0
2006	8	3	2429	19	156	22621	0	345	43	54	497	43	497	3628	3628	0
2006	9	1	4018	15	156	23300	725	529	43	0	763	43	530	3398	3398	0
2006	9	2	19025	15	156	23300	16981	2187	43	0	3150	43	530	3311	3311	0
2006	9	3	5093	16	156	23300	2657	708	43	0	1020	43	530	3398	3398	0

單位:萬立方公尺

時間	石門水庫						鳶山堰			三峽堰			總需水量 (含公共及農 業用水)			
	年	月	旬	入流量	蒸發量	保留量	庫容	溢流量	側人流	保留量	石門增供	入流量	保留量	取水量	計畫需水量	實際供水量
2006	10	1	2635	18	156	22974	0	349	43	44	503	43	503	3492	3492	0
2006	10	2	1687	18	156	21384	0	220	43	359	317	43	317	3492	3492	0
2006	10	3	1377	20	156	19471	0	180	43	457	259	43	259	3405	3405	0
2006	11	1	1385	12	156	17671	0	195	43	420	281	43	281	3346	3346	0
2006	11	2	1283	11	156	15993	0	169	43	483	244	43	244	3059	3059	0
2006	11	3	1543	11	156	15100	0	309	43	142	445	43	445	2876	2876	0
2006	12	1	925	10	156	13959	0	236	43	320	340	43	340	2310	2310	0
2006	12	2	1889	9	156	14098	0	365	43	5	526	43	526	2310	2310	0
2006	12	3	1654	10	156	13991	0	361	43	15	520	43	520	2310	2310	0
2007	1	1	969	7	156	12834	0	210	43	384	302	43	302	2310	2310	0
2007	1	2	1483	6	156	12390	0	291	43	185	420	43	420	2310	2310	0
2007	1	3	1528	7	156	12150	0	357	43	25	514	43	514	2310	2310	0
2007	2	1	824	6	156	9763	0	123	43	595	178	43	178	3200	3200	0
2007	2	2	670	6	156	6883	0	109	43	630	157	43	157	3503	3503	0
2007	2	3	815	5	156	4396	0	220	43	360	316	43	316	3526	3526	0
2007	3	1	1594	6	156	3232	0	610	43	0	879	43	530	3630	3630	0
2007	3	2	1255	6	156	1295	0	300	43	165	431	43	431	3612	3612	0
2007	3	3	2729	6	156	1244	0	586	43	0	844	43	530	3628	3628	0
2007	4	1	3213	6	156	1860	0	647	43	0	931	43	530	3507	3507	0
2007	4	2	3681	6	156	3011	0	628	43	0	905	43	530	3420	3420	0
2007	4	3	2485	6	156	2571	0	335	43	78	483	43	483	3431	3431	0
2007	5	1	3139	7	156	3220	0	567	43	0	816	43	530	3321	3321	0
2007	5	2	2608	7	156	3120	0	342	43	61	493	43	493	3234	3234	0
2007	5	3	4417	8	156	5006	0	439	43	0	633	43	530	3233	3233	0
2007	6	1	8945	10	156	11901	0	1141	43	0	1643	43	530	3323	3323	0
2007	6	2	6109	11	156	15663	0	760	43	0	1095	43	530	3367	3367	0
2007	6	3	6706	12	156	19746	0	572	43	0	824	43	530	3453	3453	0
2007	7	1	5046	17	156	22097	0	729	43	0	1050	43	530	3678	3678	0
2007	7	2	3479	17	156	22593	0	452	43	0	651	43	530	3689	3689	0
2007	7	3	2357	19	156	21423	0	213	43	377	306	43	306	3725	3725	0
2007	8	1	4906	16	156	23300	305	669	43	0	964	43	530	3647	3647	0
2007	8	2	22090	17	156	23300	19715	1424	43	0	2051	43	530	3641	3641	0
2007	8	3	10628	19	156	23300	7896	645	43	0	929	43	530	3628	3628	0
2007	9	1	6217	15	156	23300	3717	643	43	0	926	43	530	3398	3398	0
2007	9	2	22984	15	156	23300	20940	1303	43	0	1877	43	530	3311	3311	0
2007	9	3	11168	16	156	23300	8569	545	43	0	785	43	530	3398	3398	0
2007	10	1	47768	18	156	23300	45541	5042	43	0	7261	43	530	3492	3492	0
2007	10	2	8916	18	156	23300	6657	981	43	0	1412	43	530	3492	3492	0
2007	10	3	4069	20	156	23300	1464	551	43	0	793	43	530	3405	3405	0
2007	11	1	3719	12	156	23300	1318	687	43	0	989	43	530	3346	3346	0
2007	11	2	2255	11	156	23193	0	439	43	0	632	43	530	3059	3059	0
2007	11	3	6287	11	156	23300	4430	867	43	0	1249	43	530	2876	2876	0
2007	12	1	2566	10	156	23300	949	452	43	0	650	43	530	2310	2310	0
2007	12	2	1598	9	156	22867	0	250	43	286	360	43	360	2310	2310	0
2007	12	3	1305	10	156	22074	0	223	43	352	321	43	321	2310	2310	0
2008	1	1	975	7	156	20812	0	164	43	495	237	43	237	2310	2310	0
2008	1	2	958	6	156	19552	0	172	43	476	248	43	248	2310	2310	0
2008	1	3	1088	7	156	18579	0	237	43	318	341	43	341	2310	2310	0
2008	2	1	1958	6	156	18401	0	803	43	0	1156	43	530	3200	3200	0
2008	2	2	1456	6	156	17303	0	689	43	0	992	43	530	3503	3503	0
2008	2	3	1051	5	156	15112	0	244	43	300	352	43	352	3526	3526	0
2008	3	1	833	6	156	12480	0	195	43	420	281	43	281	3630	3630	0
2008	3	2	829	6	156	9904	0	212	43	378	306	43	306	3612	3612	0
2008	3	3	1564	6	156	8275	0	306	43	150	440	43	440	3628	3628	0
2008	4	1	4296	6	156	9897	0	570	43	0	821	43	530	3507	3507	0
2008	4	2	1825	6	156	8894	0	370	43	0	533	43	530	3420	3420	0
2008	4	3	1540	6	156	7778	0	514	43	0	740	43	530	3431	3431	0
2008	5	1	2541	7	156	7457	0	315	43	128	453	43	453	3321	3321	0
2008	5	2	1201	7	156	5545	0	176	43	466	254	43	254	3234	3234	0
2008	5	3	2917	8	156	6202	0	710	43	0	1022	43	530	3233	3233	0
2008	6	1	2794	10	156	6495	0	562	43	0	809	43	530	3323	3323	0
2008	6	2	4912	11	156	9209	0	909	43	0	1309	43	530	3367	3367	0
2008	6	3	2497	12	156	9123	0	612	43	0	881	43	530	3453	3453	0
2008	7	1	2611	17	156	8818	0	508	43	0	732	43	530	3678	3678	0
2008	7	2	4351	17	156	10282	0	492	43	0	709	43	530	3689	3633	55
2008	7	3	17086	19	156	23300	1607	1356	43	0	1952	43	530	3725	3725	0
2008	8	1	5356	16	156	23300	2161	316	43	125	455	43	455	3647	3647	0
2008	8	2	3134	17	156	23191	0	294	43	178	424	43	424	3641	3641	0
2008	8	3	1943	19	156	21844	0	270	43	237	389	43	389	3628	3628	0
2008	9	1	1864	15	156	20643	0	267	43	244	385	43	385	3398	3398	0
2008	9	2	67737	15	156	23300	63036	3912	43	0	5633	43	530	3311	3311	0
2008	9	3	30442	16	156	23300	28311	2760	43	0	3975	43	530	3398	3398	0

單位:萬立方公尺

時間	石門水庫						鳶山堰			三峽堰			總需水量 (含公共及農 業用水)			
	年	月	旬	入流量	蒸發量	保留量	庫容	溢流量	側人流	保留量	石門增供	入流量	保留量	取水量	計畫需水量	實際供水量
2008	10	1	11520	18	156	23300	9293	1498	43	0	2158	43	530	3492	3492	0
2008	10	2	4688	18	156	23300	2103	655	43	0	944	43	530	3492	3492	0
2008	10	3	2959	20	156	23300	206	403	43	0	581	43	530	3405	3405	0
2008	11	1	2858	12	156	23300	189	419	43	0	604	43	530	3346	3346	0
2008	11	2	2247	11	156	23300	0	448	43	0	644	43	530	3059	2953	106
2008	11	3	1759	11	156	22570	0	287	43	195	414	43	414	2876	2876	0
2008	12	1	1076	10	156	21455	0	185	43	445	266	43	266	2310	2310	0
2008	12	2	882	9	156	20207	0	138	43	560	198	43	198	2310	2135	175
2008	12	3	918	10	156	19343	0	187	43	440	269	43	269	2310	1906	404
2009	1	1	1011	7	156	19008	0	424	43	0	611	43	530	2310	2014	296
2009	1	2	734	6	156	18028	0	220	43	360	316	43	316	2310	1922	388
2009	1	3	711	7	156	16890	0	151	43	528	217	43	217	2310	1888	422
2009	2	1	673	6	156	14961	0	123	43	596	177	43	177	3200	2590	610
2009	2	2	591	6	156	12697	0	118	43	608	170	43	170	3503	2830	673
2009	2	3	391	5	156	10154	0	86	43	686	124	43	124	3526	2833	694
2009	3	1	2328	6	156	10075	0	400	43	0	575	43	530	3630	3069	561
2009	3	2	1340	6	156	8838	0	304	43	154	438	43	438	3612	3008	604
2009	3	3	1263	6	156	7466	0	281	43	211	404	43	404	3628	3010	619
2009	4	1	881	6	156	5671	0	210	43	383	303	43	303	3507	2878	629
2009	4	2	1209	6	156	4316	0	232	43	330	334	43	334	3420	2819	601
2009	4	3	4016	6	156	6302	0	672	43	0	968	43	530	3431	2964	467
2009	5	1	1326	7	156	5084	0	201	43	405	290	43	290	3321	2725	595
2009	5	2	887	7	156	3329	0	116	43	614	166	43	166	3234	2615	620
2009	5	3	1176	8	156	2092	0	233	43	328	335	43	335	3233	2670	562
2009	6	1	2580	10	156	2704	0	644	43	0	928	43	530	3323	2873	451
2009	6	2	2783	11	156	3368	0	500	43	0	721	43	530	3367	2878	488
2009	6	3	3137	12	156	4377	0	576	43	0	829	43	530	3453	2963	490
2009	7	1	1596	17	156	3406	0	341	43	64	491	43	491	3678	3079	598
2009	7	2	1044	17	156	1576	0	188	43	437	271	43	271	3689	3014	675
2009	7	3	1262	19	156	0	0	222	43	354	320	43	320	3725	3059	666
2009	8	1	26969	16	156	23300	1289	2954	43	0	4255	43	530	3647	3647	0
2009	8	2	9617	17	156	23300	7242	1304	43	0	1879	43	530	3641	3641	0
2009	8	3	3614	19	156	23300	749	512	43	0	738	43	530	3628	3628	0
2009	9	1	1991	15	156	22217	0	263	43	254	379	43	379	3398	3398	0
2009	9	2	1465	15	156	20525	0	194	43	423	279	43	279	3311	3311	0
2009	9	3	1141	16	156	18356	0	167	43	489	240	43	240	3398	3398	0
2009	10	1	8551	18	156	23300	1379	1098	43	0	1582	43	530	3492	3492	0
2009	10	2	4239	18	156	23300	1686	687	43	0	990	43	530	3492	3492	0
2009	10	3	3337	20	156	23300	796	615	43	0	885	43	530	3405	3405	0
2009	11	1	1576	12	156	22061	0	278	43	218	400	43	400	3346	3177	169
2009	11	2	1356	11	156	20972	0	321	43	113	462	43	462	3059	2914	145
2009	11	3	1114	11	156	19827	0	327	43	99	470	43	470	2876	2742	134
2009	12	1	751	10	156	18462	0	165	43	494	237	43	237	2310	2186	124
2009	12	2	750	9	156	17177	0	199	43	410	287	43	287	2310	2191	119
2009	12	3	934	10	156	16231	0	267	43	244	385	43	385	2310	2201	109
2010	1	1	1513	7	156	16178	0	411	43	0	592	43	530	2310	2220	90
2010	1	2	1049	6	156	15424	0	299	43	166	431	43	431	2310	2205	105
2010	1	3	995	7	156	14447	0	226	43	345	325	43	325	2310	2194	116
2010	2	1	854	6	156	12362	0	162	43	500	234	43	234	3200	3023	177
2010	2	2	5692	6	156	15742	0	794	43	0	1143	43	530	3503	3366	137
2010	2	3	2901	5	156	16036	0	501	43	0	721	43	530	3526	3370	156
2010	3	1	1656	6	156	14648	0	292	43	183	421	43	421	3630	3446	184
2010	3	2	1345	6	156	12842	0	238	43	315	343	43	343	3612	3421	191
2010	3	3	896	6	156	10383	0	156	43	515	225	43	225	3628	3425	204
2010	4	1	1350	6	156	8745	0	266	43	247	383	43	383	3507	3326	180
2010	4	2	997	6	156	6567	0	211	43	382	303	43	303	3420	3378	42
2010	4	3	1098	6	156	4580	0	269	43	239	388	43	388	3431	3431	0
2010	5	1	1090	7	156	2523	0	198	43	413	285	43	285	3321	3321	0
2010	5	2	823	7	156	274	0	193	43	424	279	43	279	3234	3234	0
2010	5	3	2275	8	156	0	0	421	43	0	606	43	530	3233	3233	0
2010	6	1	3311	10	156	830	0	582	43	0	838	43	530	3323	3323	0
2010	6	2	4101	11	156	2584	0	760	43	0	1095	43	530	3367	3367	0
2010	6	3	5723	12	156	6126	0	1853	43	0	2668	43	530	3453	3453	0
2010	7	1	2749	17	156	5678	0	328	43	96	472	43	472	3678	3678	0
2010	7	2	2857	17	156	5193	0	273	43	230	393	43	393	3689	3689	0
2010	7	3	5525	19	156	7822	0	578	43	0	832	43	530	3725	3725	0
2010	8	1	3600	16	156	8171	0	293	43	181	422	43	422	3647	3647	0
2010	8	2	2474	17	156	7566	0	361	43	15	520	43	520	3641	3641	0
2010	8	3	1828	19	156	6452	0	435	43	0	627	43	530	3628	3628	0
2010	9	1	1265	15	156	4735	0	301	43	162	433	43	433	3398	3398	0
2010	9	2	6657	15	156	9215	0	880	43	0	1268	43	530	3311	3311	0
2010	9	3	3997	16	156	10397	0	370	43	0	532	43	530	3398	3398	0

單位:萬立方公尺

時間	石門水庫						鳶山堰			三峽堰			總需水量 (含公共及農 業用水)			
	年	月	旬	入流量	蒸發量	保留量	庫容	溢流量	側人流	保留量	石門增供	入流量	保留量	取水量	計畫需水量	實際供水量
2010	10	1	1884	18	156	9377	0	141	43	551	204	43	204	3492	2927	564
2010	10	2	3243	18	156	10010	0	244	43	301	351	43	351	3492	2883	609
2010	10	3	13183	20	156	21443	0	2684	43	0	3865	43	530	3405	3012	393
2010	11	1	2952	12	156	22059	0	322	43	110	464	43	464	3346	2806	540
2010	11	2	2036	11	156	21744	0	197	43	415	284	43	284	3059	2517	542
2010	11	3	1478	11	156	21165	0	271	43	235	390	43	390	2876	2403	473
2010	12	1	1174	10	156	20504	0	162	43	500	234	43	234	2310	1899	411
2010	12	2	1265	9	156	20131	0	260	43	262	374	43	374	2310	1942	368
2010	12	3	1073	10	156	19483	0	219	43	361	316	43	316	2310	1924	386
2011	1	1	800	7	156	18473	0	171	43	479	246	43	246	2310	1898	412
2011	1	2	1645	6	156	18799	0	457	43	0	658	43	530	2310	2021	289
2011	1	3	1118	7	156	18474	0	359	43	21	516	43	516	2310	1990	320
2011	2	1	847	6	156	16926	0	229	43	337	330	43	330	3200	2641	558
2011	2	2	807	6	156	15178	0	271	43	234	391	43	391	3503	2905	598
2011	2	3	678	5	156	13227	0	243	43	303	350	43	350	3526	2910	617
2011	3	1	672	6	156	11022	0	157	43	512	227	43	227	3630	2951	679
2011	3	2	674	6	156	8875	0	179	43	459	258	43	258	3612	2947	665
2011	3	3	1381	6	156	7652	0	297	43	171	428	43	428	3628	3018	610
2011	4	1	856	6	156	5787	0	187	43	439	270	43	270	3507	2867	640
2011	4	2	926	6	156	4022	0	167	43	488	241	43	241	3420	2788	632
2011	4	3	748	6	156	2084	0	174	43	471	251	43	251	3431	2800	631
2011	5	1	556	7	156	0	0	152	43	525	219	43	219	3321	2702	619
2011	5	2	4580	7	156	2369	0	760	43	0	1094	43	530	3234	3234	0
2011	5	3	3457	8	156	3422	0	566	43	0	816	43	530	3233	3233	0
2011	6	1	2599	10	156	3563	0	605	43	0	871	43	530	3323	3323	0
2011	6	2	3032	11	156	4037	0	549	43	0	790	43	530	3367	3367	0
2011	6	3	13720	12	156	15576	0	1978	43	0	2848	43	530	3453	3453	0
2011	7	1	4889	17	156	17467	0	426	43	0	614	43	530	3678	3678	0
2011	7	2	6481	17	156	21381	0	868	43	0	1250	43	530	3689	3689	0
2011	7	3	4072	19	156	22311	0	371	43	0	534	43	530	3725	3725	0
2011	8	1	3291	16	156	22679	0	469	43	0	675	43	530	3647	3647	0
2011	8	2	4083	17	156	23300	550	476	43	0	685	43	530	3641	3641	0
2011	8	3	3209	19	156	23300	461	629	43	0	905	43	530	3628	3628	0
2011	9	1	3527	15	156	23300	1101	717	43	0	1033	43	530	3398	3398	0
2011	9	2	1686	15	156	21869	0	184	43	447	265	43	265	3311	3247	64
2011	9	3	1184	16	156	20282	0	140	43	554	202	43	202	3398	2794	604
2011	10	1	12086	18	156	23300	6840	1185	43	0	1707	43	530	3492	3492	0
2011	10	2	3622	18	156	23300	535	298	43	170	428	43	428	3492	3492	0
2011	10	3	2442	20	156	22579	0	232	43	330	334	43	334	3405	3405	0
2011	11	1	2326	12	156	21978	0	301	43	162	433	43	433	3346	3346	0
2011	11	2	5539	11	156	23300	2208	792	43	0	1141	43	530	3059	3059	0
2011	11	3	3204	11	156	23300	941	380	43	0	547	43	530	2876	2876	0
2011	12	1	2583	10	156	23300	1086	572	43	0	823	43	530	2310	2310	0
2011	12	2	2548	9	156	23300	1103	623	43	0	897	43	530	2310	2310	0
2011	12	3	2239	10	156	23300	753	583	43	0	839	43	530	2310	2310	0
2012	1	1	2218	7	156	23300	656	504	43	0	725	43	530	2310	2310	0
2012	1	2	2171	6	156	23300	510	404	43	0	582	43	530	2310	2310	0
2012	1	3	3773	7	156	23300	2352	645	43	0	929	43	530	2310	2310	0
2012	2	1	2216	6	156	23044	0	468	43	0	674	43	530	3200	3200	0
2012	2	2	1728	6	156	21809	0	349	43	44	503	43	503	3503	3503	0
2012	2	3	5944	5	156	23300	2138	950	43	0	1368	43	530	3526	3526	0
2012	3	1	3442	6	156	23300	499	425	43	0	612	43	530	3630	3630	0
2012	3	2	3196	6	156	23300	317	471	43	0	678	43	530	3612	3612	0
2012	3	3	1950	6	156	21948	0	261	43	259	376	43	376	3628	3628	0
2012	4	1	1387	6	156	20051	0	219	43	362	315	43	315	3507	3507	0
2012	4	2	2030	6	156	19332	0	409	43	0	588	43	530	3420	3420	0
2012	4	3	5319	6	156	22495	0	1017	43	0	1465	43	530	3431	3431	0
2012	5	1	3938	7	156	23300	656	580	43	0	835	43	530	3321	3321	0
2012	5	2	4850	7	156	23300	2533	654	43	0	942	43	530	3234	3234	0
2012	5	3	6639	8	156	23300	4255	586	43	0	844	43	530	3233	3233	0
2012	6	1	4638	10	156	23300	2045	470	43	0	677	43	530	3323	3323	0
2012	6	2	23625	11	156	23300	21531	1949	43	0	2807	43	530	3367	3367	0
2012	6	3	7744	12	156	23300	5179	629	43	0	906	43	530	3453	3453	0
2012	7	1	3604	17	156	23300	452	346	43	51	499	43	499	3678	3678	0
2012	7	2	2761	17	156	22692	0	262	43	257	377	43	377	3689	3689	0
2012	7	3	5262	19	156	23300	1578	398	43	0	573	43	530	3725	3725	0
2012	8	1	56682	16	156	23300	54302	4493	43	0	6470	43	530	3647	3647	0
2012	8	2	7513	17	156	23300	5117	992	43	0	1428	43	530	3641	3641	0
2012	8	3	12334	19	156	23300	9970	2353	43	0	3388	43	530	3628	3628	0
2012	9	1	6765	15	156	23300	4635	1177	43	0	1695	43	530	3398	3398	0
2012	9	2	6321	15	156	23300	4277	2130	43	0	3067	43	530	3311	3311	0
2012	9	3	7019	16	156	23300	4888	1352	43	0	1947	43	530	3398	3398	0

單位:萬立方公尺

時間			石門水庫					鳶山堰			三峽堰			總需水量 (含公共及農 業用水)		
年	月	旬	入流量	蒸發量	保留量	庫容	溢流量	側入流	保留量	石門增供	入流量	保留量	取水量	計畫需水量	實際供水量	缺水量
2012	10	1	4014	18	156	23300	1309	535	43	0	772	43	530	3492	3492	0
2012	10	2	2179	18	156	22376	0	291	43	186	419	43	419	3492	3492	0
2012	10	3	1803	20	156	21037	0	240	43	309	347	43	347	3405	3405	0
2012	11	1	1385	12	156	19211	0	185	43	445	266	43	266	3346	3346	0
2012	11	2	1402	11	156	17697	0	187	43	439	270	43	270	3059	3059	0
2012	11	3	3637	11	156	19201	0	485	43	0	700	43	530	2876	2876	0
2012	12	1	7615	10	156	23300	2460	1015	43	0	1464	43	530	2310	2310	0
2012	12	2	4020	9	156	23300	2488	536	43	0	773	43	530	2310	2310	0
2012	12	3	2438	10	156	23300	590	325	43	102	469	43	469	2310	2310	0
2013	1	1	1927	7	156	23216	0	257	43	268	371	43	371	2310	2310	0
2013	1	2	1649	6	156	22764	0	220	43	359	317	43	317	2310	2310	0
2013	1	3	1259	7	156	21795	0	168	43	486	242	43	242	2310	2310	0
2013	2	1	963	6	156	19558	0	128	43	583	185	43	185	3200	3200	0
2013	2	2	818	6	156	16826	0	109	43	630	157	43	157	3503	3503	0
2013	2	3	649	5	156	13849	0	87	43	684	125	43	125	3526	3526	0
2013	3	1	710	6	156	10851	0	95	43	664	137	43	137	3630	3630	0
2013	3	2	668	6	156	7814	0	89	43	678	129	43	129	3612	3612	0
2013	3	3	837	6	156	4985	0	112	43	623	161	43	161	3628	3628	0
2013	4	1	2744	6	156	4805	0	366	43	2	528	43	528	3507	3507	0
2013	4	2	4058	6	156	6246	0	541	43	0	780	43	530	3420	3420	0
2013	4	3	3352	6	156	6876	0	447	43	0	645	43	530	3431	3431	0
2013	5	1	3540	7	156	7831	0	472	43	0	681	43	530	3321	3321	0
2013	5	2	6223	7	156	11913	0	830	43	0	1197	43	530	3234	3234	0
2013	5	3	6538	8	156	16353	0	872	43	0	1257	43	530	3233	3233	0
2013	6	1	2507	10	156	16040	0	334	43	80	482	43	482	3323	3323	0
2013	6	2	2009	11	156	15023	0	268	43	242	386	43	386	3367	3367	0
2013	6	3	2021	12	156	13935	0	269	43	238	389	43	389	3453	3453	0
2013	7	1	2299	17	156	12986	0	307	43	147	442	43	442	3678	3678	0
2013	7	2	29947	17	156	23300	17211	3993	43	0	5759	43	530	3689	3689	0
2013	7	3	5130	19	156	23300	2341	684	43	0	987	43	530	3725	3725	0
2013	8	1	2519	16	156	22673	0	336	43	76	484	43	484	3647	3647	0
2013	8	2	3591	17	156	23300	56	479	43	0	691	43	530	3641	3641	0
2013	8	3	30722	19	156	23300	28358	4096	43	0	5908	43	530	3628	3628	0
2013	9	1	8922	15	156	23300	6792	1190	43	0	1716	43	530	3398	3398	0
2013	9	2	3523	15	156	23300	936	470	43	0	678	43	530	3311	3311	0
2013	9	3	16868	16	156	23300	14737	2249	43	0	3244	43	530	3398	3398	0
2013	10	1	19137	18	156	23300	16910	2552	43	0	3680	43	530	3492	3492	0
2013	10	2	6837	18	156	23300	4509	912	43	0	1315	43	530	3492	3492	0
2013	10	3	3675	20	156	23300	1009	490	43	0	707	43	530	3405	3405	0
2013	11	1	2470	12	156	22913	0	329	43	92	475	43	475	3346	3346	0
2013	11	2	1752	11	156	21862	0	234	43	325	337	43	337	3059	3059	0
2013	11	3	1511	11	156	20675	0	201	43	404	291	43	291	2876	2876	0
2013	12	1	1207	10	156	19633	0	161	43	503	232	43	232	2310	2310	0
2013	12	2	3346	9	156	21357	0	446	43	0	643	43	530	2310	2310	0
2013	12	3	3390	10	156	23130	0	452	43	0	652	43	530	2310	2310	0
2014	1	1	1796	7	156	22871	0	239	43	312	345	43	345	2310	2310	0
2014	1	2	1346	6	156	22019	0	180	43	457	259	43	259	2310	2310	0
2014	1	3	1200	7	156	20971	0	160	43	505	231	43	231	2310	2310	0
2014	2	1	1440	6	156	19368	0	192	43	427	277	43	277	3200	3200	0
2014	2	2	2087	6	156	18318	0	278	43	217	401	43	401	3503	3503	0
2014	2	3	1280	5	156	16177	0	171	43	479	246	43	246	3526	3526	0
2014	3	1	1573	6	156	14321	0	210	43	384	302	43	302	3630	3630	0
2014	3	2	2287	6	156	13430	0	305	43	151	440	43	440	3612	3612	0
2014	3	3	1611	6	156	11627	0	215	43	371	310	43	310	3628	3628	0
2014	4	1	1513	6	156	9815	0	202	43	403	291	43	291	3507	3507	0
2014	4	2	1152	6	156	7612	0	154	43	520	222	43	222	3420	3420	0
2014	4	3	1125	6	156	5361	0	150	43	530	216	43	216	3431	3431	0
2014	5	1	4239	7	156	7108	0	565	43	0	815	43	530	3321	3321	0
2014	5	2	3483	7	156	8084	0	464	43	0	670	43	530	3234	3234	0
2014	5	3	6170	8	156	12107	0	823	43	0	1187	43	530	3233	3233	0
2014	6	1	5575	10	156	15363	0	743	43	0	1072	43	530	3323	3323	0
2014	6	2	4035	11	156	16829	0	538	43	0	776	43	530	3367	3367	0
2014	6	3	4215	12	156	18411	0	562	43	0	811	43	530	3453	3453	0
2014	7	1	4833	17	156	20464	0	644	43	0	929	43	530	3678	3678	0
2014	7	2	3553	17	156	21056	0	474	43	0	683	43	530	3689	3689	0
2014	7	3	14592	19	156	23300	9888	1946	43	0	2806	43	530	3725	3725	0
2014	8	1	4415	16	156	23300	1611	589	43	0	849	43	530	3647	3647	0
2014	8	2	3210	17	156	23300	250	428	43	0	617	43	530	3641	3641	0
2014	8	3	2552	19	156	22733	0	340	43	65	491	43	491	3628	3628	0
2014	9	1	1869	15	156	21494	0	249	43	288	359	43	359	3398	3398	0
2014	9	2	1418	15	156	19744	0	189	43	434	273	43	273	3311	3311	0
2014	9	3	4770	16	156	22006	0	636	43	0	917	43	530	3398	3398	0

# 附錄七 教育訓練簽到單

「北區河川水文觀測站網檢討及規劃

- 以水資源開發需求角度委託專業服務」

技術轉移暨教育訓練 簽到單

上午 3hr  
下午 3hr

時間	103年11月28日 9:00-17:30		地點	北區水資源局 3/F 第二會議室	
出席人員	部門	職稱	姓名	身份證字號	簽名
	計畫課	課長	吳啟明	(含下午)	吳啟明
	保育課	副工程司	王啟明		王啟明
	經管課	正工程司	蔡明澤		蔡明澤
	計畫課	副工程司	謝名賢	(下午)	謝名賢
	計畫課	副工程司	王正遠		王正遠
	計畫課	工程員	廖雯雯		廖雯雯
	品管課	副工程司	吳明哲		吳明哲
	工務課	工程員	陳冠安		陳冠安
	保育課	工程員	孫凱政	(下午)	孫凱政
	人事室	約僱	張亮玲		張亮玲
	工友	工友	胡煒文	(下午)	胡煒文
	計畫課	副工	吳建德		吳建德
		工程員	魏文鈺	(下午)	魏文鈺

## 附錄八 雙溪水庫量測建議

丁子蘭溪為雙溪水庫預定地(附圖 4)，但雙溪水文測站僅有下游雙溪(2)與雙溪(3)，以水資源開發觀點來論，測站數不足，需在丁子蘭溪建立臨時水文站或是人員定時巡測。

而水規所為有效推估丁子蘭溪潛能水量，最近已在丁子蘭溪設置臨時水位站，並以合理化公式推估其流量。而水位站反推流量往往取決於借用斷面是否反映實際，本計劃建議保留既有臨時水位站以外，以人員定時量測配合為佳：

上游(附圖 6)：

上游平時水淺淡河中多礫石，建議可以採用本計畫打鐵坑溪量測方式；以箱尺配合雷達表面測速槍進行水位、水深量測，並由流速面積法推估流量。

或是搭配既有臨時水位資料，於下游 50~100 公尺處再量測斷面與水深，使用坡度面積法推估之。

下游(附圖 5)：

由於下游水量增多且有橋利於巡測，建議可以採用 ADCP 進行更精確流量推估與斷面求得；後續可藉由斷面資料搭配表面流速法推估流量。



附圖 4 雙溪水庫預定地



附圖 5 丁子蘭溪下游



附圖 6 丁子蘭溪上游

## 經濟部水利署北區水資源局出版品版權頁資料

北區河川水文觀測站網檢討及規劃－以水資源開發需求角度委託專業服務

---

出版機關： 經濟部水利署北區水資源局

地址： 桃園縣龍潭鄉佳安村佳安路 2 號

電話： (03)471-2001

傳真： (03)471-3343

免費服務專線： 0800-200233

網址： <http://www.wranb.gov.tw/mp.asp?mp=5>

編著者： 國立臺灣大學

出版年月： 103 年 12 月

版次： 初版

定價： 新台幣 500 元

EBN： 10103E0009

著作權管理資訊： 經濟部水利署北區水資源局保有所有權利。欲利用本書全部或部分內容者，  
須徵求經濟部水利署北區水資源局同意或書面授權。

電子出版： 本書製有光碟片

聯絡資訊： 經濟部水利署北區水資源局

電話： (03) 471-2001