

出國報告（出國類別：考察）

# 水文技術與河川防洪議題研討及工程 考察活動

服務機關：經濟部水利署

姓名職稱：水利規劃試驗所 所長 陳弘圭

第二河川局 局長 呂學修

第十河川局 局長 張國強

派赴國家：中國大陸

出國期間：102 年 4 月 20 日至 102 年 4 月 27 日

報告日期：102 年 6 月 28 日

## 政府機關（構）人員從事兩岸交流活動（參加會議）報告

### 壹、交流活動基本資料

- 一、活動名稱：水文技術與河川防洪議題研討及工程考察活動
- 二、活動日期：102年4月20日至27日
- 三、主辦（或接待）單位：長江水利委員會
- 四、報告撰寫人服務單位：經濟部水利署

### 貳、活動（會議）重點

- 一、活動性質：參加議題研討及工程技術參訪
- 二、活動內容：
  - （一）參加「水文技術與河川防洪議題研討」。
  - （二）參訪長江水利委員會水文局。
  - （三）參訪長江上游水文水資源勘測局。
  - （四）參訪水文氣象預報處。
  - （五）考察武隆水文站。
  - （六）考察都江堰水利工程。
  - （七）考察紫坪鋪水庫。
  - （八）參訪水資源保護局。
  - （九）白鶴梁水下博物館。

三、遭遇之問題：無

四、我方因應方法及效果：無

五、心得及建議

1. 後續與長委會交流項目可優先考量以「全洪程觀測」（含懸移質、推移質、流量量測）及「洪水預報模式研發」；長科院合作項目以「中小河川治理與規劃」、「永續水庫評估」；水文局的交流項目「發布即時水情」等，進行雙方合作交流。

2. 台灣地區由於地勢陡峭，大部分河川短促而湍急，河流中夾帶的大量土石，因此，隧道受到水流所挾帶之顆粒材料衝擊及磨擦，表面襯砌磨損破壞。對於隧道襯砌表面磨耗問題，例如：各磨損因素間關係、抗磨損設計、材料選擇、施工、品質控制及後續隧道襯砌維護管理等，都江堰及紫坪鋪水庫維護及改建經驗可為台灣借鏡參考。
3. 中國大陸因為全球氣候變化及大規模經濟社會快速發展和產業結構不斷調整等因素，水資源條件發生很大變化，乾旱缺水、洪水災害、水污染和水土流失、砂塵暴肆虐等問題亟待解決。為提升水利科技、加強水資源經營管理規劃、確保質優穩定水源，解決水庫泥砂處理、河川沖刷、氣候變遷、水文觀測等問題，投入大量研究，而台灣在這些議題與技術開發研究上，亦有傑出成果，未來海峽兩岸應持續針對特定議題，進行系統性的技術交流。
4. 完善之水文觀測資料不可或缺，維持水文觀測能量強化即時傳輸功能，掌握水文環境即時資訊，創新水文觀測技術，以期建立健全水文制度規範，加速建立現代化水文觀測網，全面提昇水文觀測技術，改進水資源基本資料品質，提高水資源工作水準及洪災預警技術。其中河川流量是水文歷程的產物，其資料之準確性與完整性，攸關水資源整體規劃目標能否適時達成，亦影響到河川中各種水力過程現象探討。而洪水時期高流量的觀測歷史資料，更與治洪防災規劃成果之可靠性密切相關；而即時的洪峰觀測數據，更可提供作為洪水預報、監測預警及水文分析的主要依據。故對水文、水利防災及水資源規劃工作等各種分析而言，都需要較精確完整的水文觀測資料，以期對相關現象的演算能獲得較可靠的結果。水利水資源問題涵蓋範圍廣泛，由前述整理資料亦可發現其中專業涵蓋多元，可為我方借鏡。
5. 水文化是人類創造與水有關的科學、人文等方面的精神與物質的文化財產，透過本次參訪白鶴梁水下博物館，獲得許多收穫，近年來台灣水文化的發展逐漸起步，出現很多新景象。對台灣而言，大力

宣傳水文化，提高全民愛水、惜水及護水的意識，創造人民親水的條件和環境，促進對水的合理開發利用，積極營造良好的水文化環境，繁榮水文化事業，舉辦豐富多彩的水文化活動，提供精良的水文化設施，提升城市水準和層次。中國大陸對水文化及水歷史的保存及維護，可供我方做為參考，對台灣現有的水文化設施、防汛護水工作等加強宣導及發展，同時可參考中國大陸的運作模式，結合城市水文化歷史，積極興建水文化展覽館、水族館等新的水文化設施、積極開發沿江公園、濱水廣場和藝術等，讓親水建築成為城市的特色，這些將水文化與城市發展相結合的完美體現，對台灣水文化的良好發展將產生不可忽視的作用。

**參、謹檢附參加本次活動（會議）之相關資料如附件，報請備查。**

職

水利署水利規劃試驗所所長 陳弘由

水利署第二河川局局長 呂學修

水利署第十河川局局長 張國強

102年5月22日

# 目 錄

壹、背景與目的	2
貳、時間	2
參、活動內容	2
肆、主辦（或接待）單位	2
伍、報告撰寫服務單位	2
陸、行程安排	3
柒、參訪過程與心得	4
捌、結論及建議	12

## **壹、背景與目的**

近年全球氣候變遷對氣候環境、水利防災及水資源利用造成的劇烈改變，已對兩岸人民的生活環境及生命安全造成影響。而兩岸在面對這些議題上，皆積極尋求高新的水利技術來做策略的因應與科學的調度。

長江委在推動水利技術國際合作、面對極端氣候變遷水環境經驗、及水利防汛抗旱經驗交流上，累積不少經驗。4月20日至27日辦理「水文技術與河川防洪議題研討及工程考察活動」，前往長江委參訪考察，行程中除交流水文技術與河川防洪技術和經驗、考察都江堰水利工程、紫坪鋪水庫、及武隆水文站等水利建設，更希望能在兩岸水利交流所建立的合作基礎上，提升兩岸雙方水利技術。

## **貳、時間**

102年4月20日至27日。

## **參、活動內容**

本次參訪活動為期8天，行程包括參訪長江水利委員會、成都都江堰、紫坪鋪水庫、重慶武隆水文站及白鶴梁水下博物館等，針對本次水文技術與河川防洪的考察主題於長江水利委員會，就水利防災減災技術和經驗、水利科技發展及在防洪減災中的應用、應對氣候變化對水資源影響的措施等議題進行研討。

## **肆、主辦(或接待)單位**

長江水利委員會(主辦)、長江水文情報預報中心、長江水利委員會水文局、武漢長江控制設備研究所、長江科學研究院等。

## **伍、報告撰寫服務單位**

經濟部水利署。

## 陸、行程安排

自 4 月 20 日 至 4 月 27 日		行 程 內 容 (活動及住宿地點)
第一天 4 月 20 日 星期六	上午 下午	臺北松山機場-武漢 松山-武漢復興航空 GE3162 13:00-15:35
第二天 4 月 21 日 星期日	上午	訪問長江科學院
	下午	
第三天 4 月 22 日 星期一	上午	訪問長江水利委員會並進行專題講演
	下午	參觀水文預報中心 乘飛機由武漢赴成都 (CZ3441, 19:20-21:15)
第四天 4 月 23 日 星期二	上午	考察都江堰，紫坪鋪水庫
	下午	
第五天 4 月 24 日 星期三	上午	乘車由成都赴重慶
	下午	
第六天 4 月 25 日 星期四	上午	考察武隆水文站考察
	下午	
第七天 4 月 26 日 星期五	上午	考察長江委水文局上游局水文、水質站，並進行座談
	下午	考察白鶴梁水下博物館
第八天 4 月 27 日 星期六	上午	重慶-臺北松山機場
	下午	復興航空 GE319 14:50-17:45

## **柒、參訪過程與心得**

水利署因應氣候變遷進行研究許多治水技術的提升對策，有顯著成效，為瞭解目前中國大陸因應氣候變遷的治水策略，參訪長江科學院、水文預報中心、都江堰、紫坪鋪水庫、武隆水文站及白鶴梁水下博物館等水利設施，並蒐集長委會工程應用及技術發展趨勢資料。

### **一、時間：2013年4月20日**

於20號下午抵達武漢，隨即搭車至飯店休息準備隔日拜訪行程。

### **二、時間：2013年4月21日**

(一)參訪單位：長江科學院

(二)交流內容重點說明及成效：

長江科學院盧金友副院長對我方參訪團的拜訪表示歡迎，座談會議中長科院董耀華副總工，院辦張正權主任、駱雪處長、河流所姚仕明副所長、金中武博士、水資源所許繼軍副所長及水力學所任坤傑亦同時蒞臨研討，並對感興趣的問題作深入的交流。雙方還就下一階段的合作進行座談。

拜訪過程得知，長科院主要專業研究領域有防洪抗旱與減災、河流泥沙與江湖治理、水資源與生態環境保護、土壤侵蝕與水土保持、工程安全與災害防治及水工儀器與自動化等，未來雙方合作可依據台灣的實際問題設定研究主軸，再研究氣候變遷對該問題的影響趨勢，最後選定熱點研究區域進行案例研究，以符合台灣水利事業的實際需求。



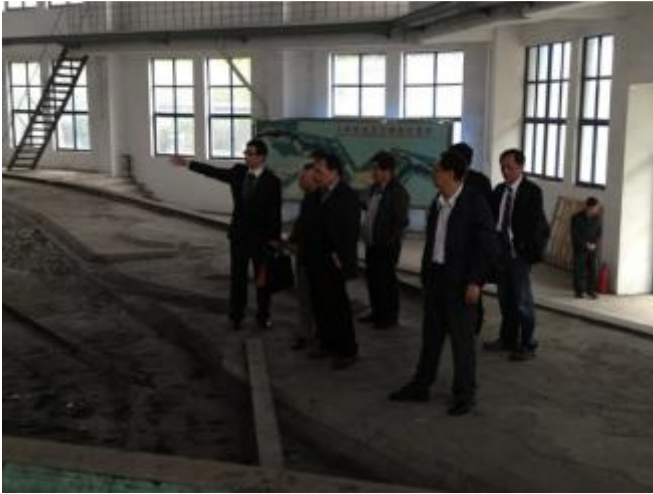


圖 1 參觀河流所三峽泥沙模型



圖 2 雙方交流與合作研討

### 三、時間：2013 年 4 月 22 日

(一)參訪單位：長江水利委員會、長江水文局

(二)交流內容重點說明及成效：

#### 1. 拜會長江水利委員會

上午至長江水利委員會進行拜訪並進行專題講演，中國大陸剛好發生雅安地震不久，陳弘由所長於會議中代表臺灣水利參訪團對地震中的逝者表示哀悼及慰問，在整場的交流會議中，陳所長針對臺灣河川流域整體治理策略與規劃進行介紹，分別談到目前台灣環境特性與面臨課題、永續治水理念與策略、重要河川流域整體治理規劃、因應氣候變遷河川治理規劃與案例說明等項目進行簡報，於會議中展現目前台灣河川治理方針及成果；長江水利委員會則由長江委水文局、長科院負責人分別介紹了長江水文預報技術、長江流域洪水風險管理有關情況，在簡報過程瞭解，長江洪水預報採用 QPF 與馬斯金根等方法進行洪水演算，供三峽、葛洲壩水庫防洪操作，在荊江河段的治理，目前規劃推動「主動性引洪」及「洪水資源化」(利用蓄滯洪區兼做生態、防洪及蓄水水庫等功能)。後續雙方針對防洪保險與補償、公眾參與、水庫洪水調度等問題進行了交流與討論。



圖 3 長江水利委員會大廳合影



圖 4 長江水利委員會雙方交流研討

## 2. 參訪長江水文局

下午時間至水文局水文氣象預報處參訪，過程中得知，長江水利委員會水文局為長江流域防洪減災，葛洲壩、三峽、南水北調等一系列工程的設計、施工，以及流域規劃、城市建設、環境保護等方面，提供準確可靠的分析研究和設計成果。

在應對四川汶川特大地震、青海玉樹大地震和甘肅舟曲特大土石流等重大突發事件中，積極辦理水文應急監測與預測預報，為搶險救災展現極大的效益，在防汛抗旱的方針，在防汛部分近年發展城市水文、水文試驗、風暴潮觀測等項目，抗旱的部分，針對旱情監測薄弱的環節，加強旱情遙感系統配合地面自動氣象觀測站的建設；目前正積極發展水文資料於不同系統之間的資料統一管理、資料自動更新、觀測數據即時回報和資料分析視覺化等水文系統建構。

臺灣目前十分重視因應氣候變遷、提高防災減災能力的水利各項業務工作，而水文資料係水資源開發、調配利用、生態保育、防災預警及各項水利工程規劃設計最重要之基礎。長江水文局在水文觀測技術提升，可提供未來台灣因應臺灣水資源環境及水利業務需求，應充分瞭解及即時掌握水文資料於時間及空間上之變化特性趨勢，水文站網應作適

當規劃，維持長期持續之觀測，並藉由水文資訊網資料庫之建置與整合，以及水文資訊加值分析應用模組擴充，提昇專業水文資訊服務，以應達到水文觀測技術之「技術現代化」、「傳訊即時化」及「資料正確化」目標作為參考。

#### **四、時間：2013 年 4 月 23 日**

(一)參訪單位：都江堰管理局、紫坪鋪水庫

(二)交流內容重點說明及成效：

##### **1. 參訪都江堰工程**

千年古堰都江堰因水利而聞名世界，造就了富饒美麗的「天府之國」，歷代治蜀者必先治水，作為當代都江堰水利工程的管理單位—四川省都江堰管理局，負責都江堰灌區工程建設、管理和中國大陸 7 市 37 個縣（市、區）的 1,035 萬畝農田灌溉、2,000 多萬人民生活供水、50 多家重點工業企業及生態環境用水的任務。並在資訊化帶動工業化，用高新技術改造傳統產業的技術革命中，利用先進的科學技術對水資源進行管理、監控、最佳化配置是當今世界水資源管理調度的有效方法，在發展現代水利、生態水利、資源水利、可持續水利的過程中，構建現代化灌區組織供用水、防汛調度、水環境治理等調度工作，值得台灣水文發展作為借鑑。

##### **2. 紫坪鋪水庫**

紫坪鋪水利樞紐工程位於岷江上游下段，距成都市約 60 公里，距都江堰市 9 公里。岷江流經四川茂縣、汶川、都江堰，穿越成都平原西北部，在樂山接納大渡河、青衣江，於宜賓匯入長江。岷江上游水源豐富，逕流主要由降雨組成，也有地下水和高山融雪補給，紫坪鋪水利樞紐工程是都江堰灌區和成都市的水源工程，以灌溉、城市供水為主，兼

顧防洪、發電和成都市環保用水，是多目標開發、綜合利用岷江水資源的水利工程。

考察得知，紫坪鋪水庫為堆石壩水庫，該工程歷經兩次汶川及廬山兩次四川大地震，在汶川地震中距斷層帶僅4公里，並只有壩體的伸縮縫遭受毀損，可得知該水庫抗震強度之優異程度，整體紫坪鋪水庫工程主要效益提高枯水期都江堰灌區灌溉供水保證率，枯水期增加成都市工業、環境及生活供水量，提高岷江下游金馬河段的防洪標準，為川西電網提供比較經濟的調頻調峰電能，改善成都平原的用電品質，具有防洪、攔沙等效益，為都江堰工程的安全運行提供保障，紫坪鋪水利樞紐工程進行防洪蓄水調配，都江堰進行引水之責，紫坪鋪水庫在開發岷江與都江堰串聯運用，在加快成都平原水利基礎設施建設中極具重要性。



圖 5 紫坪鋪水庫工程說明



圖 6 都江堰考察合影

## 五、時間：2013年4月24、25日

於24號上午搭交通車，由成都前往宜賓、重慶。

(一)參訪單位：武隆水文站

(二)交流內容重點說明及成效：

原定行程至高場水文站考察，因適逢中國大陸四川雅安發生嚴重地震，故改至武隆水文站進行考察。

長江上游主要幹支流上先後修建了多座大型水電站，這些水電站



的攔蓄作用將改變河道下游逕流的時空分佈，從而影響對長江上游支流水文預報的精度，武隆水文站為烏江入長江的控制站，江口至武隆區間水系圖如圖 7 所示，江口電站位於烏江左岸最大支流芙蓉江上，距武隆水文站 12 km 左右，洪水傳播時間僅 2 h 左右，瞬間流量變化可達 3,000~ 7,000 m<sup>3</sup>/ s。以江口電站為研究物件，可分析其運行調度對武隆站預報的影響，並建立江口電站洪水預報及調度系統，探索長江上游水電站防洪、發電調度運行規律。

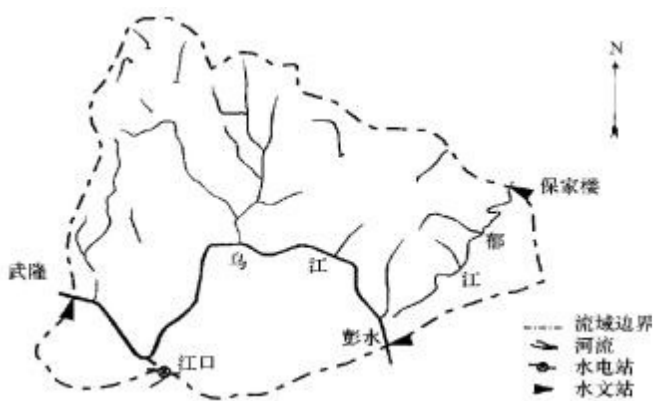


圖 7 彭水、保家樓、江口至武隆區間示意



圖 8 武隆水文站拜訪合影

## 六、時間：2013 年 4 月 26 日

(一)參訪單位：長江委水文局、上游局水文、水質站、白鶴梁水下博物館

(二)交流內容重點說明及成效：

### 1. 長江委水文局、上游局水文、水質站

長江上游水文水資源勘測局(簡稱上游水文局)隸屬於水利部長江水利委員會，與長江上游水文預報中心、長江上游水環境監測中心聯合辦公，上游水文局擁有適應江河湖泊水域地形測繪、水質監測分析、水文原型觀測、水文情報預報、工程水文分析計算的先進測繪設備、技術等，主要負責長江巫峽以上幹流和主要支流下游的水文測驗、河道地形

測量、水文水資源勘測設計、水環境監測與分析評價、水文情報預報、測報自動化儀器設備研製及水政監察工作。

## 2. 白鶴梁水下博物館

白鶴梁題刻始刻於唐廣德元年(西元 763 年)前,現存題刻 165 段,3 萬字,石魚 18 尾、觀音 2 尊、白鶴 1 只,其中涉及水文價值的題刻有 108 段,是全世界唯一以刻石魚為「水尺」並觀測記錄水文的古代水文站。白鶴梁題刻因其突出的歷史、科學、藝術價值,1988 年被中國大陸國務院公佈為全國重點文物保護單位。2006 年被列入中國大陸國家文物局世界文化遺產預備名單。

下列針對考察情形進行說明,在重慶境內長江與烏江的交匯處有一座古老的城市古巴國故都涪陵,在涪陵城北長江中有一道長 1,600 公尺,平均寬度 15 公尺的天然石樑,因早年常有白鶴群集樑上展翅嬉戲、引頸高吭,故稱白鶴梁,白鶴梁水文站比 1865 年在長江上設立的第一根水尺「武漢江漢關水文站」的水位觀測記錄要早 1,100 多年,故有「世界第一古代水文站」之稱。白鶴梁唐代石魚的腹部高度,相當於涪陵地區的現代水文站歷年枯水位的平均值,而清康熙 24 年所刻石魚的魚眼高度,又相當於川江航道部門當地水位的零點。



圖 9 白鶴梁淹沒前情形



圖 10 白鶴梁石魚及碑文

三峽大壩蓄水 175 公尺後，白鶴梁題刻將永遠淹沒於近 40 公尺的江底。對白鶴梁題刻的保護與否，直接關係到三峽工程是否屬於與文明工程並存的展現，於 2002 年中國大陸採用工程院院士葛修潤提出以「無壓容器」的保護方式，創造性地修建世界上唯一在水深 40 公尺處的白鶴梁水下博物館。白鶴梁水下博物館分為地面陳列館和水下參觀兩大部分。在地面陳列館展廳內共設有「生命之水」世界大河文明中的水文觀測」、「長江之尺」白鶴梁題刻的科學價值及「水下碑林」白鶴梁題刻的人文價值等展覽單元。

在水下參觀部分，從地面陳列館乘坐長達 90 公尺，垂直高度 40 公尺的隧道式自動扶梯進入長 147 公尺的水下時光隧道，進入 70 公尺長的參觀廊道後，通過參觀廊道內直徑為 80mm 的 23 個觀察窗直接觀看水中的白鶴梁題刻，參觀完以後，再通過另一條全長 154 公尺的水準交通廊道以及 90 公尺長的自動扶梯返回地面陳列館。

整體的參訪過程，通過聲音、視覺、參與及情感體驗使大家獲得一份難以忘懷的記憶，白鶴梁水文站現象的形成，有其深厚的歷史淵源，紀錄的長江水利文明史，並保有固有的審美藝術和科學價值，白鶴梁原址水下保護工程不僅是為了保護白鶴梁的歷史文化，更重要的是透過保護的理性思考進而反映所承載的歷史資訊，以人類進步的哲學思想和先進的技術手段進而保留文化。



圖 11 白鶴梁參訪情形



圖 12 白鶴梁博物館內部示意圖

## 七、時間：2013年4月27日

搭機返台。

## 捌、結論及建議

1. 後續與長委會交流項目可優先考量以「全洪程觀測」(含懸移質、推移質、流量量測)及「洪水預報模式研發」；長科院合作項目以「中小河川治理與規劃」、「永續水庫評估」；水文局的交流項目「發布即時水情」等，進行雙方合作交流。
2. 台灣地區由於地勢陡峭，大部分河川短促而湍急，河流中夾帶的大量土石，因此，隧道受到水流所挾帶之顆粒材料衝擊及磨擦，表面襯砌磨損破壞。對於隧道襯砌表面磨耗問題，例如：各磨損因素間關係、抗磨損設計、材料選擇、施工、品質控制及後續隧道襯砌維護管理等，都江堰及紫坪鋪水庫維護及改建經驗可為台灣借鏡參考。
3. 中國大陸因為全球氣候變化及大規模經濟社會快速發展和產業結構不斷調整等因素，水資源條件發生很大變化，乾旱缺水、洪水災害、水污染和水土流失、砂塵暴肆虐等問題亟待解決。為提升水利科技、加強水資源經營管理規劃、確保質優穩定水源，解決水庫泥砂處理、河川沖刷、氣候變遷、水文觀測等問題，投入大量研究，而台灣在這些議題與技術開發研究上，亦有傑出成果，未來海峽兩岸應持續針對特定議題，進行系統性的技術交流。
4. 完善之水文觀測資料不可或缺，維持水文觀測能量強化即時傳輸功能，掌握水文環境即時資訊，創新水文觀測技術，以期建立健全水文制度規範，加速建立現代化水文觀測網，全面提昇水文觀測技術，改進水資源基本資料品質，提高水資源工作水準及洪災預警技術。其中河川流量是水文歷程的產物，其資料之準確性與完整性，攸關水資源整體規劃目標能否適時達成，亦影響到河川中各種水力過程現象探討。而洪水時期高流量的觀測歷史資料，更與治洪防災規劃成果之可靠性密切相關；而即時的洪峰觀測數據，更可提供作為洪水預報、監測預警及水文分析的主要依據。故對水文、水利防災及



水資源規劃工作等各種分析而言，都需要較精確完整的水文觀測資料，以期對相關現象的演算能獲得較可靠的結果。水利水資源問題涵蓋範圍廣泛，由前述整理資料亦可發現其中專業涵蓋多元，可為我方借鏡。

5. 水文化是人類創造與水有關的科學、人文等方面的精神與物質的文化財產，透過本次參訪白鶴梁水下博物館，獲得許多收穫，近年來台灣水文化的發展逐漸起步，出現很多新景象。對台灣而言，大力宣傳水文化，提高全民愛水、惜水及護水的意識，創造人民親水的條件和環境，促進對水的合理開發利用，積極營造良好的水文化環境，繁榮水文化事業，舉辦豐富多彩的水文化活動，提供精良的水文化設施，提升城市水準和層次。中國大陸對水文化及水歷史的保存及維護，可供我方做為參考，對台灣現有的水文化設施、防汛護水等要加強宣導及發展，同時可參考中國大陸的運作模式，結合城市水文化歷史，積極興建水文化展覽館、水族館等新的水文化設施、積極開發沿江公園、濱水廣場和藝術等，讓親水建築成為城市的特色，這些將水文化與城市發展相結合的完美體現，對台灣水文化的良好發展產生不可忽視的作用。