

經濟部幕僚單位及行政機關人員從事兩岸交流活動報告書

第十九屆海峽兩岸水利科技交流研討會 報告書

研提人單位：經濟部水利署

職稱姓名：水利署水源經營組組長 林元鵬

水利署工程事務組簡任正工程司 蘇柄源

參訪期間：104年10月26日至104年10月31日

報告日期：104年11月24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：第十九屆海峽兩岸水利科技交流研討會
- 二、活動日期：104年10月26~31日
- 三、主辦（或接待）單位：中國水利水電科學研究院
- 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：研討會及技術參訪。
- 二、活動內容：專題報告、論文發表及工程參訪。
- 三、遭遇之問題：無。
- 四、我方因應方法及效果：兩岸所遭遇的水利問題，有許多相似之處，彼此借鏡可提供更寬廣的思維來解決當前的問題。

五、心得及建議

1. 本次研討會技術參訪以長江之太湖流域為主軸，該流域遭遇水利重大問題為河湖污染、流域防洪、水資源調控與管理、水系連通與調度、流域綜合管理及水信息化等問題。採取對策則為：推動流域綜合治理、加強流域管理、強化科技支撐

、落實基礎工作及保障措施等。國內於 95 年開始推動易淹水地區水患治理計畫，後續再於 103 年起推動流域綜合治理計畫。相較之下，太湖流域治理策略係結合生態環保、防洪及水資源等面向之綜合治理。而國內的計畫，則是將防洪水及水資源區分為不同計畫，生態部分於水資源開發計畫尚能予以考量，而環保業務則屬環保署權管。政府刻正推動組織再造，藉由機關整併調整，期能將事權予以整合，發揮整體治理之成效。

2. 國內目前推動之曾文水庫、南化水庫、石門水庫防淤隧道工程，對於水庫淤積之活化預期將發揮明顯效益。曾文水庫工程創新採用象鼻管引水鋼管，其施工挑戰性藉由本次專題報告讓兩岸水利人員都留下深刻的印象。
3. 蘇州河從魚蝦絕跡、兩岸環境髒亂的情形，藉由污水截流及環境綜合整治，使得 2010 年水質改善市區河段魚蝦再現。尤其設置滯洪池之後，利用景觀水體生物淨化系統，將水質改善讓當地從乏人問津的髒亂地區蛻變成繁華的社區。國內目前也設置了許多滯洪池，對於景觀改善及提供民眾休憩空間也發揮效益。若能於都會區確實達到出流管制及逕流分擔目標，於適當地區設置滯洪池，相信對於都市永續發展當可發揮異曲同工之妙。

4. 東太湖綜合整治利用退壑還湖策略，除了水質明顯改善外，與都市景觀設計相結合，形成了生態太湖、綠色太湖的自然風光。另必須藉由都市計畫手段，搭配流域綜合治理，方能與水共榮共存。
5. 望亭水利樞紐為保持太湖正常行洪、引供水和運河通航安全，採用「上槽下洞」立交形式，以類似九曲橋外型設計，相當有特色。國內水利工程設計，亦可因地制宜融入地方特色，必能更受地方歡迎而達到雙贏目標。
6. 西塘河利用「引江濟太」所創造的有利條件，使蘇州古城呈現「水暢其流、兩岸呈綠、河水變清」的良好風貌。西塘河引水工程的實施，改善了蘇州城市的水環境，推進了旅遊事業的發展，營造良好的居住環境，為建設江南水鄉特色和豐富歷史文化傳統的現代化城市，提供了良好的環境和資源優勢。國內水資源開發可參考其成功經驗，做整體性的規劃。

(二)、建議事項

1. 兩岸水利科技交流即將邁入第 20 年，期待未來能在海峽兩岸及全球水利人的持續努力下，讓水利科技更加精進，相關現存水利問題順利解決以造福民眾。
2. 水利工程建設若能兼顧都市發展、環境保護等議題，對於區域整體發展將有正面助益，惟主管機關涉及不同部會及縣市政府等眾多單位，建議組成專案小組方式建構溝通平

台，有效整合意見以提升效率。

3. 辦理工程規劃設計時，建議融入人文及地方特色，避免過於僵化設計，方能與當地結合增加附加價值並提高地方接納程度。

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

水利署水源經營組組長 林元鵬

水利署工程事務組簡任正工程司 蘇柄源

敬陳

104 年 11 月 24 日

摘要

第十九屆海峽兩岸水利科技交流研討會於 2015 年 10 月 27 日至 28 日在上海市同濟大學舉行，本屆研討會共安排 3 項主題報告，並收錄海峽兩岸水利界及美華水利協會共 184 篇論文，針對湖泊、水庫綜合治理、海綿城市與新型城鎮化、水文與水生態、水信息及其他等議題進行交流與討論。另外於 29-30 日安排技術參訪，包含黃浦江防洪工程、蘇州河治理工程、東太湖綜合整治工程、太浦閘、望亭水利樞紐、無錫市蠡湖生態修復工程、蘇州西塘河閘泵工程、蘇州古城區自流活水工程等。藉由此次研討會及技術參訪，對於水利相關議題有更深的認識與啟發。

關鍵詞：水利科技交流、太湖流域

目次

壹、目的.....	3
貳、過程.....	4
參、心得及建議事項.....	32

壹、目的

海峽兩岸水利科技交流研討會由中國水利水電科學研究院與臺灣大學主辦，美華水利協會協辦，自 1995 年以來今年已是第 19 屆，對於兩岸水利事業發展、水利科技工作者相關觀摩學習及建立友誼有顯著的貢獻。本次兩岸代表參與人數約 227 人，收錄 184 篇論文，可謂盛況空前。兩岸所遭遇的水利問題，有許多相似之處，彼此借鏡可提供更寬廣的思維來解決當前的問題。

貳、過程

(一) 研討會

1、開幕式

10月27日上午假同濟大學揭幕，由組委會主席匡尚富主持並致歡迎辭，水利部台灣事務辦公室處長郝釗，副主席聯合大學校長許銘熙、美華水利協會會長蔡宛珊，太湖流域管理局巡視員林澤新，同濟大學副校長江波等人致辭。(詳圖1)



圖 1、開幕式

2、主題報告一：

由太湖流域管理局總工報告「太湖流域水利重大問題與對策」，太湖流域面積 36,895 平方公里，80%為

平原，一半以上地面高程低於洪水位，河道坡度平緩流速緩慢，且受潮汐影響，洪水易漲難消。經濟發達，人均 GDP 達 15,276 美元，太湖流域經濟社會發展對於水安全保障要求程度高。1991 年江淮大水後，辦理 11 項骨幹工程，形成北向長江引排、東出黃浦江供排、南排杭州灣並且利用太湖調蓄的防洪與水資源調控工程體系。太湖流域遭遇水利重大問題為河湖污染、流域防洪、水資源調控與管理、水系連通與調度、流域綜合管理及水信息化等問題。採取對策如下：推動流域綜合治理、加強流域管理、強化科技支撐、落實基礎工作及保障措施等。(詳圖 2)



圖 2、林澤新先生主題報告

3、主題報告二：

由本署林元鵬組長報告「曾文水庫防淤隧道工程設計與施工規劃」(詳圖 3)，曾文水庫自 1973 年啟用迄今已逾 40 年，2009 年莫拉克颱風事件增加 9 仟萬立方公尺泥沙淤積，現有水庫底層放水口遭掩沒，為了使曾文水庫未來在遭逢颱洪事件時，具有足夠的底泥排砂能力，水庫管理機關(水利署南區水資源局)新建一座底孔防淤隧道，使得洪水所夾帶的底層渾水能適時排放。本工程創新採用象鼻管引水鋼管，其施工甚具挑戰性。本工程 2013 年 3 月開工，整體進度約 55%，預計可於目標期程 2017 上半年完成。

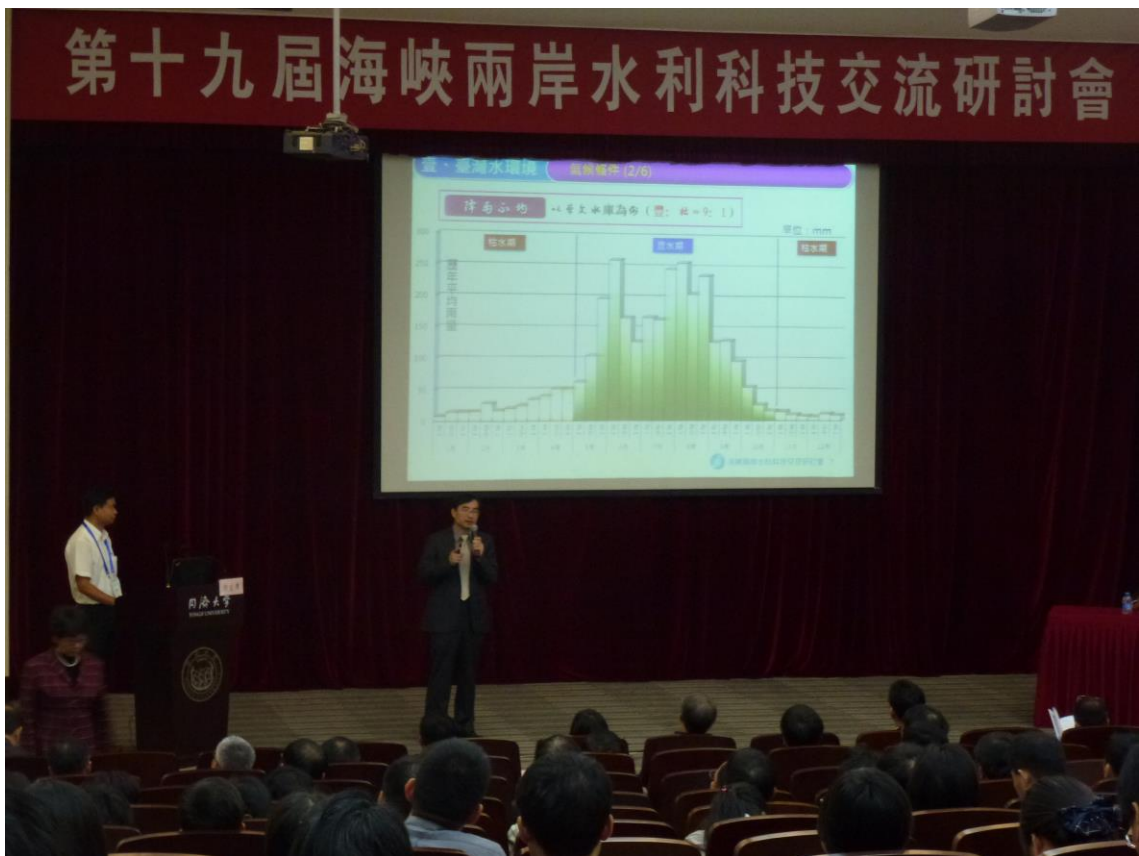


圖 3、林元鵬組長主題報告

(1) 工程概要：本防淤隧道工程進水口位於大壩左壩座，預計在水庫最高洪水位 EL. 232.5m 時，達到最大排洪量 1,075cms，工程全線長約 1,235.2 公尺，其主要工程內容，說明如下：

a. 象鼻引水鋼管段(0K-143.89 ~ 0K-089.35)：本結構由管中心高程 EL. 195.0m 往下延邊坡鋪設鋼管，至進水口管中心高程 EL. 175.0m，鋼管內徑 10.0 公尺，管長約 60 公尺。

b. 進水口隧道段(0K-089.35 ~ 0K-031.15)：本段為銜接象鼻鋼管及閘室，全長 58.2 公尺。

c. 閘門豎井段(0K-031.15 ~ 0K+000.00)：本段全長 31.15 公尺，地下閘室內設置緊急關閉用途直立式閘門 1 座及操作用途弧形閘門 1 座。

d. 隧道段(0K+000.00 ~ 0K+862.82)：本段全長 862.82 公尺，自地下閘室後方以矩型漸變為外三心圓隧道斷面，內徑 φ 9.00 公尺。

e. 消能池及出水口段

(a) 消能池(0K+862.82 ~ Sta. 0K+992.12)：為有效消能，自隧道末端設置投潭消能池，最大淨高 41.69 公尺，淨寬 18.0 公尺，池底長 90.0 公尺。

(b) 出水口隧道(0K+992.12 ~ 1K+073.93)：考量隧道結構安全，原淨寬 18 公尺消能池洞室

分為南北兩洞雙孔寬 10 公尺隧道出洞。

(c) 出水口工程(1K+067.12~1K+091.32)：出水口銜接南北兩洞隧道往下游漸擴至為 65.83 公尺長溢流堰。

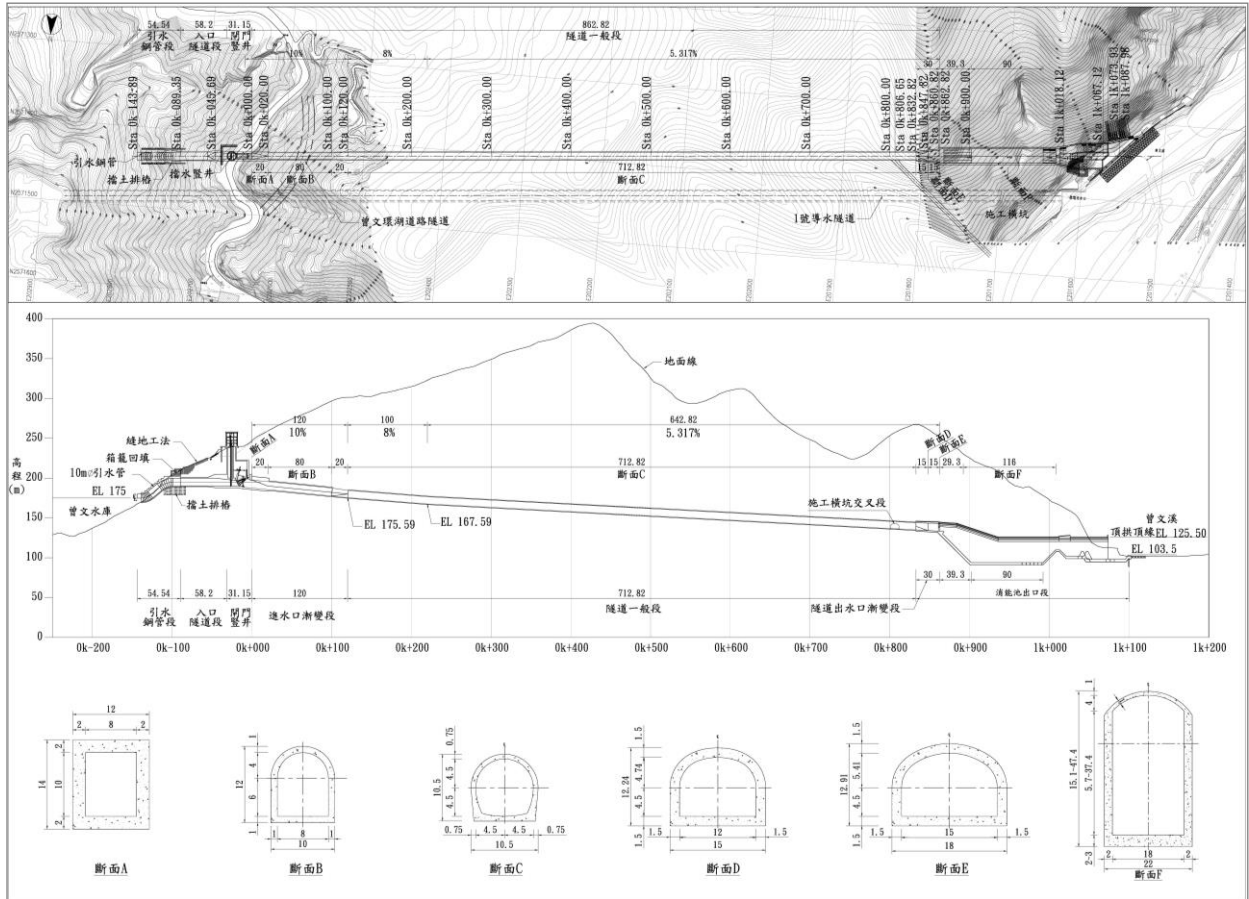


圖 4、曾文水庫防淤隧道工程布置圖

(2) 進水口端象鼻引水鋼管設計概念與施工構想

曾文水庫肩負供水重任，無法配合施工需求調降水位。因此，本工程在規劃及基本設計階段，即就進水口端因應水庫水位變動條件下審慎評估不同施工方式，包含岩塞爆破、施工圍堰等。由於防淤隧道功能著重於底孔排砂，因此，若能採岩塞爆破方式於水

庫底部炸開岩塞段岩盤，則進水口隧道段開挖可於水下密閉岩盤環境下施工，不受蓄水水位昇降影響，目前大陸及歐洲各國已具有豐富水庫施工案例可供參考，惟考量工址所在地質年代輕，岩盤條件對於支撐岩塞爆破工法仍有疑慮，故未採用；若採施工圍堰方式，則水庫滿水位深達 50 餘公尺，對於圍堰規模形成嚴苛考驗，需要考量適當方式減小圍堰深度，遂有本工程獨創之象鼻引水鋼管之發想。

象鼻引水鋼管管徑 10 公尺，自管底高程 EL. 190.0m 往下延伸至進水口管底高程 EL. 170.0m，當水庫蓄水浸沒管體後，藉蓄水壓力即可引底層渾水上流，據此，隧道進水口可上提至 EL. 190.0m，大幅減小圍堰所需深度，方使進水口施工方案終為可行。

但是，象鼻引水鋼管製造及安裝，其主要困難之關鍵課題如下：

- a. 象鼻引水鋼管之管徑高達 10.0 公尺，屬於特大口徑鋼管，若依一般鋼管設計原則，其管壁厚度至少在 100mm 以上，製造與加工均屬困難。
- b. 象鼻引水鋼管製造完成後，重量超過千噸，如何有效運輸與安裝定位而不致沈入水中，成為施工嚴苛挑戰。

為解決以上問題，本工程以特殊結構設計克服上述各關鍵難題，茲分述如下：

- a. 象鼻引水鋼管以雙層管型式作內外層配置，藉此放大鋼管結構慣性距 I 值以減小鋼板厚度，鋼管重量雖減輕，但抵抗彎矩能力卻大幅提昇。
- b. 在雙層管型式下，內外層鋼板之間必須用加勁板連結以達到腹板作用，在縱橫向腹板分隔下，雙層管內形成大小不一之封閉隔艙，當象鼻鋼管於水中作業時，封閉隔艙將類似潛水艇作用，提供浮力抵抗鋼管巨大管重。
- c. 巨大的象鼻引水鋼管無法採陸運方式運到進水口端安裝，必須利用水庫湖域作為運輸水路，因此，雙層鋼管隔艙適足以提供水中作業需要之浮力。
- d. 鋼管拖運至進水口後，必須在水中調整鋼管角度及深度，本工程將運用雙層管中之隔艙空間注水，控制鋼管結構在水中之角度及深度，再佐以岸上錨定鋼纜拖拉及兩側配置鋼管浮筒協助，調整鋼管姿勢至符合施工安裝需要。

(3) 因應水庫蓄水下進水口隧道施工擋水規劃

象鼻鋼管雖可減小圍堰規模，但圍堰頂開口仍可能受異常洪水而有溢淹疑慮，因此針對象鼻引水工法再予精進，使其具有岩塞爆破工法之優點而無圍堰工法之風險。進水口端實際施工規劃，概述如下：

- a. 利用每年 3-5 月低水位期間，自地表邊坡對進水口

隧道段周邊岩盤預作固結灌漿，強化浸水軟化岩盤及 NWF-3 剪裂帶，並利用灌漿孔裝置灌漿錨筋，加勁進水口邊坡。

- b. 進水口隧道銜接處以 H 型佈置擋土排樁，兩側縱向排樁除作為深開挖支撐外，另作為固定象鼻鋼管之永久設施，而正面迎水之橫向排樁則以臨時鋼管樁設計，確保進水口隧道開挖時若有抽坍，隧道迎蓄水面仍有鋼管排樁作為保護。
- c. H 型排樁與邊坡所夾臨山側範圍以低強度混凝土回填，確保隧道開挖上方至少有一倍隧道直徑覆蓋深度維持岩拱，並減小庫水入滲。
- d. 完成隧道開挖及襯砌後，安裝水工機械閘門並予關閉，進行進水口隧道內充水以平衡破鏡時內外水壓後，再逐步水中開挖岩盤，使臨時鋼管樁露出後得以船舶拖離，最後完成破鏡使襯砌末端銜接法蘭露出鏡面。
- e. 水中運輸象鼻鋼管至進水口隧道段與法蘭銜接完成，再以水中混凝土固定鋼管，並且回填箱型石籠以達到永久性邊坡穩定。

(4) 鄰水庫順向坡地下閘室設計及開挖

本工程屬高壓洩水隧道，考量工址岩盤屬低度膠結之沉積岩特性，為避免壓力隧道內滲水對襯砌後方

岩盤產生侵蝕，因此控制閘門採前端佈置，以避免壓力隧道內水壓力對危害山脊岩盤。

因此，本工程在進水口端開挖一大型地下閘室安裝控制閘門，地下閘室底高 EL. 187m，地表面高 EL. 240m，總深度 53 公尺，含豎井段深 17.5 公尺以及閘室段深 35.5 公尺，為安裝閘門所需，閘室開挖寬度 16.8 公尺、長度 31.15 公尺。

地下閘室所在的進水口邊坡位於大壩東南方約 240 公尺處，岩性屬細粒砂岩夾薄層泥質砂岩，岩石強度可能因長期浸水而弱化，地層走向約為北 30 度東，傾角約 40 度向東南傾，有 2 組高角度節理，位態分別為 $N34^{\circ}W/82^{\circ}N$ 及 $N26^{\circ}E/72^{\circ}N$ ，邊坡呈南北向與岩層形成小角度斜交，但若開挖面向南傾斜時則可能造成順向坡見光，進而產生平面滑動潛勢。因此，豎井及地下閘室開挖時，特別作以下考量：

- a. 豎井及地下閘室所在進水口邊坡岩盤長期處於水庫水位昇降範圍，不僅單壓強度可能因泡水而弱化，岩體間弱面也容易因水位循環變化而加速風化，開挖支撐設計應保守評估岩體參數及可能塑性變形範圍。
- b. 地下閘室開挖南側具有順向滑動潛勢，因此，對於開挖面潛在弱面須進行關鍵岩塊分析，以複核開挖支撐系統配置是否合宜。
- c. 考量閘室頂拱上方岩覆甚淺，尤其於豎井及閘室頂拱

交界處岩盤厚度不足 10 公尺，因此頂拱支撐以 H 型鋼重型支保輔以岩栓、預力鋼鍵，而鄰近豎井之岩覆不足位置更以地表預築反力基礎版預埋鋼鍵與頂拱重型支保施預力對拉。

(5) 覆蓋及偏壓地形條件下大型洞室開挖

曾文防淤隧道工程受限於曾文溪河道狹小，必須將消能池建置於山體內，待高速水流消能完成後，再排入曾文溪河道。因此，出水口端須開挖一大型地下洞室作為消能池室，經過水工模型試驗消能室尺寸最大淨高 41.69 公尺，淨寬 18.0 公尺，池底長 90.0 公尺。

由於消能池室位隧道出口，鄰近出水口邊坡地表，開挖覆蓋深度不足，不利洞室開挖穩定性；為使消能池室具有足夠岩覆深度，遂將消能池室向山體內推進，並在出口末端佈置雙孔出水口隧道，以使在鄰近邊坡地表時，隧道最大開挖淨寬由 18.0 公尺縮減為 10.0 公尺，提升開挖穩定性。

(6) 因本工程係利用颱風期間入庫泥沙具異重流/渾水特性，將洪水夾帶入庫之泥沙，異重流運移至壩前形成渾水時，開啟隧道閘門，利用水頭壓差將泥沙繞過大壩導至水庫下游曾文溪，流往下游出海。因此工程排砂效率將隨颱風事件規模及入庫泥沙條件而異，當洪

汛事件規模越大，可排出水量越多，渾水濁度越高其排砂效率越高，尤其在有異重流發生時，可發揮工程最大效益。另水庫防淤操作需考量水資源運用及防淤耗水量之競合，為提高排砂效率，已辦理上游庫區異重流運移監測分析，以掌握異重流到達壩前時機。

4、主題報告三：

由美華水利協會候任會長蔡喜明教授報告「水資源研究歷史及現狀之觀察」，蔡教授以美國水管理年代表為例說明，從 1902~1940 年以灌溉為主；1912~1960 以飲用水為主；1980~1990 發展生態工程；1990~2000 年開始發展永續工程。水文學非單存的自然科學，需要與人類行為系統連結，藉由大數據的分析可提供進一步的認識。相關研究從區域尺度到整體尺度、從短期尺度到長期尺度、從物理系統到自然人文系統，成為全球的水文模型；從生態水文學、環境水文學，發展成社會水文學。社會、環境及經濟相互結合的情形下，水-糧食-能量-經濟相互耦合，我們需要與時俱進來面對未來的挑戰。

5、分會場交流：

10 月 27 日下午及 10 月 28 日上午，分 4 個場地進行報告及討論，議題 A 為湖泊、水庫綜合治理、議題 B 為海綿城市與新型城鎮化、議題 C 為水文與水生

態、議題 D 為水信息及其他，本次研討會論文集共收錄大陸及美華水利協會 113 篇、臺灣 71 篇，透過論文發表及提問，對於兩岸水力科技研究提供一個很好的交流平台。(詳圖 5)

6、閉幕式

10 月 28 日上午於分會場交流後，緊接著舉行閉幕式，由第 20 屆承辦單位台灣大學張倉榮教授報告明年舉辦規劃，邀請與會者踴躍投稿並參與明年盛會，明年適逢第 20 屆，走過 20 個年頭有其歷史意義，所以將邀請創始元老等出席進行回顧與展望。(詳圖 6)



圖 5、分會場交流



圖 6、閉幕式

(二)、技術調研：

1、參觀黃浦江防洪工程：

28 日下午前往蘇州河與黃浦江匯流口參觀擋潮閘工程。黃浦江上接太湖，下通長江口，是太湖流域重要排水通道，穿過上海市中心，具有流域通洪、區域排澇、供水、航運、旅遊等綜合功能。1988 年大陸針對 208 公里防洪牆按 1000 年頻率擋潮標準進行加高加固。

市區段防洪牆加固工程於 1988 年 10 月 27 日開工，新建蘇州河擋潮閘一座，加固支流水閘 32 座。1999 年 8 月颱風黃浦公園站潮位 5.72 公尺創下歷史最高紀錄，通過 500 年頻率高潮位考驗，確保上海市防汛安全。根據

現場解說得知，本河段蘇州河跨距約 100 公尺，閘門體高度 9.76 公尺，以 17 片閘板預鑄合成方式，現場拖曳定位，所以不須打設大型圍堰。閘門採倒伏方式，操作時每次需 15 分鐘，每天操作 2 次，除潮位操作排放蘇州河內水外，亦可藉由黃浦江迴水混和改善蘇州河水質。(詳圖 7)



圖 7、黃浦江防洪工程（蘇州河擋潮閘）

2、參觀蘇州河治理工程

28 日下午接著前往蘇州河參觀治理工程，蘇州河是上海重要的河流之一，源自江蘇大湖瓜涇口，在上海外灘匯入黃浦江，蘇州河從 1920 年開始出現黑臭現象，1970 年時蘇州

河上海市區 53.1 公里河段全線遭受汙染，魚蝦絕跡，兩岸環境髒亂。(詳圖 8)

1988 年對排入蘇州河的污水實施合流污水治理一期工程，1993 年開始每天截流汙水 140 萬立方公尺。1996 年開始蘇州河環境綜合整治，總投資 140 億人民幣。2010 年水質改善市區河段魚蝦再現。蘇州河整治工程分三期實施，第一期自 1998 至 2002 年，總投資 70 億人民幣；第二期自 2002 至 2006 年，總投資 40 億人民幣；第三期自 2006 至 2008 年，總投資 31.4 億人民幣。當地設有一滯洪池「夢清園」，利用景觀水體生物淨化系統(1800 立方公尺水體，儲留 3.5 天)，水質改善後當地從乏人問津的髒亂地區蛻變成繁華的社區。



圖 8、蘇州河治理工程(夢清園)

3. 參觀東太湖綜合整治工程

29日上午前往蘇州參觀東太湖綜合整治工程，東太湖係指東山島以東的太湖水域，面積約180平方公里。多年的圍湖造田使得東太湖面積縮小三分之一，而剩下的水域又幾乎成了圍網養殖區，水體流動困難造成水質惡化，因此，蘇州從2008年啟動東太湖整治工程。

東太湖綜合整治工程是太湖流域水環境綜合治理的重點工程之一，也是太湖流域防洪規劃的重要組成部分。工程內容包括行洪供水通道工程、退壑還湖及堤線調整工程、生態清淤工程、水生態修復工程、管理設施工程等。主要工程是疏濬主水道23.3公里、支通道12.6公里，將現有7.58萬畝圍壑區中5.59萬畝退壑還湖，實施東太湖生態修復工程，疏濬污染底泥面積13.5平方公里。2008年以來東太湖綜合整治一期工程發揮階段性成果，水質明顯改善。另外東太湖大堤沿線生態修復與太湖新城景觀設計相結合，形成了生態太湖、綠色太湖的自然風光。(詳圖9)



圖 9、東太湖綜合整治工程

4. 參觀太浦閘

29 日下午前往蘇州市吳江區參觀太浦閘，太浦河西起東太湖，東接黃浦江，全長 57.6 公里，沿途跨越江蘇省、浙江省和上海市，太浦河是排泄太湖洪水，兼排區域澇水的主要控制性通道，也是太湖向下游上海等地區供水的重要通道。太浦閘自 1991 年汛期首次開閘洩洪以來效益明顯，特別是在 1991 年、1999 年流域太湖特大洪澇災害中發揮了骨幹水利工程的防洪效益。2002 年實施「引江濟太」水資源調度以來，按照「以動制靜、以清釋污、以豐補枯、改善水質」的調度方針，太浦閘保持常年開啟，十餘年來向下游增加供水 170 億立方公尺，有效改善下游生活、生產、生態用水。

太浦河工程包含河道堤防、水閘、泵站、涵洞、橋梁等建築物。其中江蘇段沿線控制工程 66 座；浙江段沿線控制工程 7 座；上海段沿線控制工程 20 座；樞紐工程 1 座(由太浦閘、太浦河泵站組成)。2012 年 9 月拆除原有閘門，新建 10 孔，每孔淨寬 12 公尺閘門至 2014 年 9 月完成。採用平面直升鋼閘門配捲揚式啟閉機，閘基、閘墩等按閘底板-1.5 公尺進行設計，設計流量 985CMS。近期按閘底板堰頂高程 0 公尺實施，設計流量 784CMS。外觀造型相當有特色，在發揮水利效益的同時，也是太湖邊一道美麗的風景，參觀當日剛好進行定期保養，讓人留下深刻的印象。(詳圖 10、11)



圖 10、太浦閘外觀

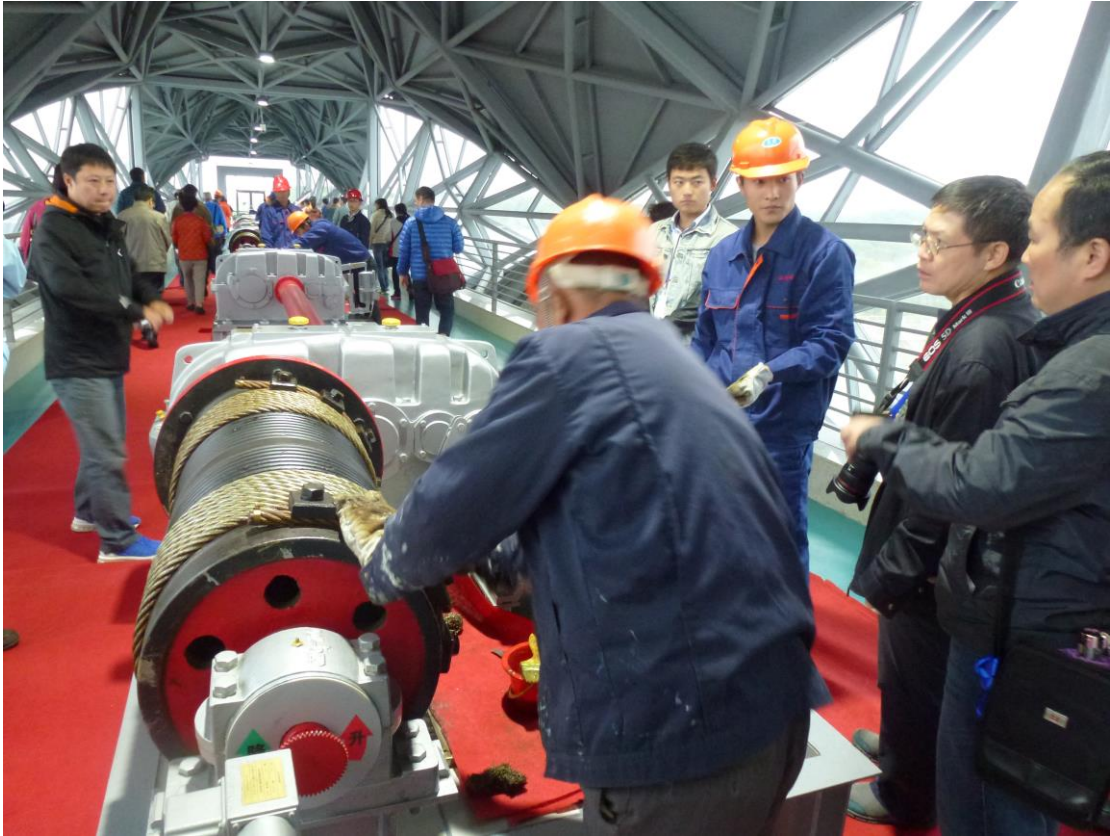


圖 11、太浦閘定期保養情形

5、參觀望亭水利樞紐

29 日下午繼續前往望亭水利樞紐，本工程是望虞河穿越京杭大運河的重要控制建築物，是太湖流域重要引洪通道，對於流域防洪、排澇、引水十分重要。1992 年開工，1993 年 12 月建成，2010 年 11 月實施更新改造工程，在維持原有工程規模不變的前提下，對閘門及啟閉系統實施改造，以及啟閉機房、中控室改建、翼牆、防護措施等，2012 年 11 月通過竣工驗收。為保持太湖正常行洪、引供水和運河通航安全，採用「上槽下洞」立交形式，以類似九曲橋外型設計，施工挑戰性極高。上部矩形槽寬 60 公尺，底高程-1.7 公尺，下部為 9 孔矩形涵洞，每孔 7*6.5 公尺，底高程-9.6 公尺；洞首設平面鋼閘門，

採用捲揚式啟閉機啟閉。

2002~2014 年共排洪 109 億立方公尺，通過「引江濟太」共調引長江水 263 億立方公尺，其中通過望亭水利樞紐向太湖引水 119 億立方公尺，改善太湖及河網水環境。在 2003~2005 年流域持續乾旱、2007 年無錫供水危機、2011 年大旱發揮了重要作用。同時第 8、9 號兩孔長年向望亭發電廠供應冷卻水，保障華東地區的電力供應。(詳圖 12、13)



圖 12、望虞河和京杭大運河立體交叉情形



圖 13、望亭水利樞紐監視看板

6、參觀無錫市蠡湖生態修復工程

30 日上午前往無錫市參觀蠡湖生態修復工程，蠡湖是太湖伸入無錫的內湖，與太湖的梅梁湖相接，水面積 9.5 平方公里，相當於杭州西湖的 1.6 倍，環湖一周約 21 公里。在蠡湖綜合整治前，由於圍湖造田、築塘養魚，使蠡湖水面積縮小至 6.4 平方公里，水生態環境進一步惡化；不當的資源開發，兩岸植被的破壞，生活污水、農業面源污染以及工業污水的直接入湖，導致蠡湖水質比太湖、梅梁湖更差。2002 年起，無錫市按照「清淤、截污、調水、修復生態」的整治思維，全面實施污水截流、沿湖企業居民搬遷、退魚還湖、生態修復、生態清淤等工程。經過 5 年時間的綜合治理，蠡湖水面積增加至

9.1 平方公里，沿岸興建生態公園和防護林帶，水環境得到改善。2007 年起，沿主要入湖河道進行上溯整治，整治範圍擴大到 30 平方公里。如今蠡湖成為無錫市城市建設的最大亮點，為推進太湖治理提供了重要借鑒，更為其他湖泊治理提供寶貴的經驗。(詳圖 14、15)

此行同時參觀了梅梁湖泵站樞紐工程，為區域調水為主的大型綜合性水利工程，2003 年 3 月開工，2004 年 6 月竣工，由一站四閘二橋及引水渠、休閒道路等組成。一站為梅梁湖泵站，由五台 50CMS 豎井式慣流泵組成；四閘為梅梁湖進水閘、五里湖進水閘、五里湖出水閘、梁西河出水閘，均為兩孔 8 公尺閘門。(詳圖 16、17)



圖 14、蠡湖生態修復和湖岸整治工程



圖 15、太湖流域水利治理形勢示意圖



圖 16、梅梁湖泵站樞紐工程外觀



圖 17、梅梁湖泵站樞紐工程內部

7、參觀蘇州西塘河閘泵工程

30 日下午前往蘇州西塘河閘泵工程參觀，西塘河引水工程是蘇州城市水環境綜合治理的重要項目，是為保護蘇州環古城風貌，改善環城河水質之引水工程。西塘河全長約 18 公里，河面寬 50 公尺、底部寬 40 公尺，沿線建有裴家汙水利樞紐和 17 座水閘。引水工程通過整治琳橋港、西塘河、十字洋河三條河道，利用「引江濟太」所創造的有利條件，在西塘河不能自引時，可抽引望虞河水入蘇州外城河，使蘇州古城呈現「水暢其流、兩岸呈綠、河水變清」的良好風貌。西塘河引水工程的實施，改善了蘇州城市的水環境，推進了旅遊事業的發展，營造良好的居住環境，為建設江南水鄉特色和豐富歷史文化傳

統的現代化城市，提供了良好的環境和資源優勢。

裴家汙水利樞紐是西塘河引水工程的重要工程，是以引水為主的雙向泵站，兼顧排泄蘇州市澇水。設計流量 40CMS，設 5 台雙向豎井貫流泵。管制閘淨寬 30 公尺，分 3 孔單孔 10 公尺。採用升臥升式鋼閘門，配捲揚式啟閉機。泵站上游安裝 5 台迴轉式清汙機和 1 台皮帶輸送機，泵站工程於 2003 年 2 月開工，2004 年 6 月完工。(詳圖 18、19)



圖 18、西塘河閘泵工程外觀



圖 19、西塘河閘泵工程閘門

8、參觀蘇州古城區自流活水工程

30 日下午續行前往蘇州古城區河道自流活水工程，按照「因勢利導、江湖共濟、雙源引水、二點配水、活水自流、惠及周邊」的整體思維，充分利用蘇州的自然地理優勢、水資源優勢和基礎工程優勢，聯合調度週邊水系、城區水系和古城水系，實現了「自流活水、全城活水、持續活水」三個活水目標。工程包括水源工程、配水工程、輔助工程和調度控制系統四項。新闢 800 公尺河道，整合陽澄湖水源優勢和元和塘樞紐泵引優勢。配水工程把水源有效分配到全城百餘條河道，通過建設閘門、婁門兩個活動溢流堰，形成水位差，調控內城河、外城河以及相鄰片區的分流比，按需配水，並滿足環城河遊船通航需要。(詳圖 20~22)



圖 20、蘇州古城區自流活水分布及流向示意圖



圖 21、蘇州古城區自流活水工程閘門溢流堰



圖 22、蘇州古城區自流活水工程婁門溢流堰

參、心得及建議事項

(一)、心得

1. 本次研討會技術參訪以長江之太湖流域為主軸，該流域遭遇水利重大問題為河湖污染、流域防洪、水資源調控與管理、水系連通與調度、流域綜合管理及水信息化等問題。採取對策則為：推動流域綜合治理、加強流域管理、強化科技支撐、落實基礎工作及保障措施等。國內於 95 年開始推動易淹水地區水患治理計畫，後續再於 103 年起推動流域綜合治理計畫。相較之下，太湖流域治理策略係結合生態環保、防洪及水資源等面向之綜合治理。而國內的計畫，則是將防洪水及水資源區分為不同計畫，生態部分於水資源開發計畫尚能予以考量，而環保業務則屬環保署權管。政府刻正推動組織再造，藉由機關整併調整，期能將事權予以整合，發揮整體治理之成效。
2. 國內目前推動之曾文水庫、南化水庫、石門水庫防淤隧道工程，對於水庫淤積之活化預期將發揮明顯效益。曾文水庫工程創新採用象鼻管引水鋼管，其施工挑戰性藉由本次專題報告讓兩岸水利人員都留下深刻的印象。
3. 蘇州河從魚蝦絕跡、兩岸環境髒亂的情形，藉由污水截流及環境綜合整治，使得 2010 年水質改善市區河段魚蝦再現。尤其設置滯洪池之後，利用景觀水體生物淨化系統，將水質改善讓當地從乏人問津的髒亂地區蛻變成繁華的

社區。國內目前也設置了許多滯洪池，對於景觀改善及提供民眾休憩空間也發揮效益。若能於都會區確實達到出流管制及逕流分擔目標，於適當地區設置滯洪池，相信對於都市永續發展當可發揮異曲同工之妙。

- 4.東太湖綜合整治利用退墾還湖策略，除了水質明顯改善外，與都市景觀設計相結合，形成了生態太湖、綠色太湖的自然風光。另外蠡湖實施污水截流、沿湖企業居民搬遷、退魚還湖等整治作為，讓蠡湖成為無錫市城市建設的最大亮點，更為其他湖泊治理提供寶貴的經驗。反觀國人心態，仍存在與水爭地情形，必須藉由都市計畫手段，搭配流域綜合治理，方能與水共榮共存。
- 5.望亭水利樞紐為保持太湖正常行洪、引供水和運河通航安全，採用「上槽下洞」立交形式，以類似九曲橋外型設計，相當有特色。國內水利工程設計，亦可因地制宜融入地方特色，必能更受地方歡迎而達到雙贏目標。
- 6.西塘河利用「引江濟太」所創造的有利條件，使蘇州古城呈現「水暢其流、兩岸呈綠、河水變清」的良好風貌。西塘河引水工程的實施，改善了蘇州城市的水環境，推進了旅遊事業的發展，營造良好的居住環境，為建設江南水鄉特色和豐富歷史文化傳統的現代化城市，提供了良好的環境和資源優勢。國內水資源開發可參考其成功經驗，做整體性的規劃。

(二)、建議事項

- 1.兩岸水利科技交流即將邁入第 20 年，期待未來能在海峽兩岸及全球水利人的持續努力下，讓水利科技更加精進，相關現存水利問題順利解決以造福民眾。
- 2.水利工程建設若能兼顧都市發展、環境保護等議題，對於區域整體發展將有正面助益，惟主管機關涉及不同部會及縣市政府等眾多單位，建議組成專案小組方式建構溝通平台，有效整合意見以提升效率。
- 3.辦理工程規劃設計時，建議融入人文及地方特色，避免過於僵化設計，方能與當地結合增加附加價值並提高地方接納程度。