

經濟部所屬事業單位從事兩岸交流活動報告書

## 第 20 屆海峽兩岸多砂河川整治與管理研討會 報告書

研提單位：台灣自來水公司

職稱姓名：台灣自來水公司副總經理 王國堅

台灣自來水公司南化暨鏡面水庫管理所主任 林文俊

參訪期間：106年9月10日至106年9月16日

報告日期：106年10月6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 20 屆海峽兩岸多砂河川整治與管理研討會
- 二、活動日期：106 年 9 月 10 日至 9 月 16 日
- 三、主辦（或接待）單位：黃河水利委員會
- 四、報告撰寫人服務單位：台灣自來水公司

貳、活動（會議）重點

- 一、活動性質：詳後述
- 二、活動內容：詳後述
- 三、遭遇之問題：無
- 四、我方因應方法及效果：無
- 五、心得及建議：詳後述

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

王國堅、林文俊

106 年 10 月 5 日

# 目 錄

## 第一章 交流活動基本資料

壹、活動名稱

貳、活動日期

參、主辦（或接待）單位

肆、報告撰寫人服務單位

## 第二章 活動（會議）重點

壹、活動性質

貳、背景與目的

參、活動內容

肆、心得及建議

## 第一章 交流活動基本資料

### 壹、活動名稱

第 20 屆海峽兩岸多砂河川整治與管理研討會。

### 貳、活動日期

104 年 9 月 10 日至 9 月 16 日。

### 參、主辦（或接待）單位

黃河水利委員會。

### 肆、報告撰寫人服務單位

台灣自來水公司副總經理 王國堅

台灣自來水公司南化暨鏡面水庫管理所主任 林文俊

## 第二章 活動（會議）重點

### 壹、活動性質

海峽兩岸多砂河川的交流機制由黃河研究會和臺灣水利界共同發起，並於 1998 年開始合辦「海峽兩岸多砂河川整治與管理研討會」，分別在大陸和臺灣輪流舉辦研討會，作為兩岸水利人員交流平臺。今年此項交流活動已邁入第 20 屆，為水利界建立起兩岸專業人員之友好情誼及技術交流平臺，透過這個平臺交流的海峽兩岸水利專業人才，已達 3,500 人次。

本屆研討會安排考察黃河上游及西寧市流域治理建設，交流海峽兩岸河川生態治理、防洪減災、水資源有效管理、水土保持等技術經驗與成果。藉以交流水利高新技術應用與發展經驗，以作為因應氣候變遷多砂河川治理技術參考。

考察行程安排如下：

時間	日 程
9 月 10 日 星期日	桃園機場→河南鄭州→青海西寧 臺灣代表團報到
9 月 11 日 星期一	參觀青海湖水文站
9 月 12 日 星期二	參觀光伏產業園區、考察龍羊峽水電站
9 月 13 日 星期三	考察北川河流域治理、湟水河流域治理 第 20 屆海峽兩岸多砂河川整治與管理研討會會議 報到
9 月 14 日 星期四	第 20 屆海峽兩岸多砂河川整治與管理研討會
9 月 15 日 星期五	考察拉希瓦灌溉工程、貴德黃河主流防洪工程
9 月 16 日 星期六	青海西寧→陝西西安→上海→桃園機場

## 貳、背景與目的

黃河是大陸第二大河，發源於青康藏高原巴顏喀拉山北麓海拔 4,500 公尺的約古宗列盆地，流經青海、四川、甘肅、內蒙古、陝西、山西、河南、山東等 9 省(區)，自山東省墾利縣注入渤海，河道全長 5,464 公里，流域面積 79.5 萬平方公里(包括內流區 4.2 萬平方公里)；其水資源具有年際變化大、年分配集中、空間分佈不均等大陸北方河流的特性，同時具有水少砂多，水砂異源、水砂關係不協調等特有的個性，此雖臺灣河川特性不同，但因臺灣地質特性亦於部分河川流域造成土砂複合型危害具異曲同工情形，因此土砂所引起之各項水資源運用均需藉由相互技術和經濟交流，彼此透過交流合作與技術溝通，經由雙方最新建設與研究成果發展，相互吸收相關經驗，以利臺灣後續治理與管理多砂河川整治參考與應用。

今年研討會在大陸舉辦，主要參與單位為治理黃河之研究團體-黃河研究會，在臺灣則為大學院校水利學術人士及水利工程實務界，本次研討會並廣邀國內具豐富河川治理經驗之水利機關、學術單位及工程界之菁英共同參與，藉著相關論文發表研討及現地工程參觀活動等方式，進行學術、技術與經驗之交流。

## 參、活動內容

### 一、參加第 20 屆多砂河川整治與管理研討會

研討會於民國 106 年 9 月 14 日召開，共有黃河研究會、青海大學、青海水利學會、台灣代表團成員共 200 多位專家與會。本次研討會以水生態建設與水資源管理為主題，圍繞「水土保持生態建設」、「氣候變遷影響與應對」、「水資源高效可持續利用」及「水利工程建設與管理」四個子議題，共收錄了海峽兩岸專家學者共 63 篇論文。並由海峽兩岸專家代表陳肇成總工程司、王光謙院士

分別進行「台灣水庫防淤策略及規劃推動」、「天空河流的發現、概念及其科學問題」兩個專題演講，並於分場次研討會中，邀請海峽兩岸專家共發表「台灣河川區域種植劃設研究」等 20 篇論文。本公司與會代表王國堅及林文俊亦共同以「南化水庫因砂導流潭之芻議及探討」為題，提出專題報告(內容詳附件)。



圖 1 攝於研討會場(青海大學圖書館) 圖 2 筆者以「南化水庫因砂導流潭之芻議及探討」為題，提出專題報告



圖 3 研討會現場代表團合影

時 間	議程	
0900-0930	<b>開幕式致辭</b> 我方代表團致詞 青海大學代表致詞 黃河水利委員會致詞	
0930-1030	<b>專題演講</b> 台灣水庫防淤策略及規劃推動 陳肇成 天空河流的發現、概念及其科學問題 王光謙	
1030-1100	<b>集體合影及茶歇</b>	
1100-1200	<b>海峽兩岸專家論壇</b> 主題：生態建設、水資源管理、兩岸水利科技交流 嘉賓：王瑞德、王光謙、薛松貴、許盈松、張世豐、張金良	
1200-1330	午餐	
	<b>第一會議室</b>	<b>第二會議室</b>
1330-1500	<b>生態建設和水土保持專題</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 黃河下游灘區再造與生態治理 黃委設計公司 張金良董事長</li> <li>● 安全基礎生態導向優質水環境治理工程研究 台北水源特定區管理局 劉秀鳳副局長</li> <li>● 黃河入海水沙與黃河口萊州灣生態響應關係研究 黃委水文局 谷源澤局長</li> <li>● 濁水溪流域整體經理策略</li> </ul>	<b>氣候變化影響與應對專題</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 黃河流域源區與上中游空中水資源特徵分析 三江源生態與高原農牧業國家重點實驗室 李家葉博士</li> <li>● 智能防災物聯網-河水預警監測及應變系統 臺灣昕傳科技股份有限公司 李成偉總經理</li> <li>● 黃河流域水庫淤積及泥沙資源利用技術推廣應用 黃河水利科學研究院 王道席院長</li> </ul>



時 間	議 程	
	第四河川局 白烈燿局長 ● 青海三江源水生態文明建設的現狀與展望 青海水利廳 謝遵黨副廳長	● 氣候變遷下河岸邊坡崩塌調查評估與策略因應 臺灣禹安工程顧問有限公司 莊文南總經理 ● 三江源區乾濕變化特徵及其影響 青海大學 白曉蘭
1500-1530	茶 歇	
1530-1700	<b>水資源高效可持續利用專題</b> ● 黃河流域水資源現狀與挑戰 黃委水資源管理與調度局 喬西現局長 ● 臺灣河川區域種植劃設研究 逢甲大學海峽兩岸科技研究中心 許盈松主任 ● 黃河流域入河排污口監管長效機制的探索與實踐 黃河流域水資源保護局 李群副局長 ● 台中大甲溪河川整治與管理 第三河川局 張國明課長 ● 三江源區退化草地"黑土灘"典型分佈區動態演變 與關鍵地形特徵 三江源生態與高原農牧業國家重點實驗室 李希來 教授	<b>水利工程建設與管理專題</b> ● 黑河水資源管理與調度對流域生態文明的影響 黑河流域管理局 劉鋼局長 ● 南化水庫因砂導流潭之芻議及探討 臺灣自來水公司 王國堅副總經理 ● 河南黃河水資源開發利用的戰略思考 河南黃河河務局 端木禮明副局長 ● 基於 SOM 輔助的逐步聚類推理模型預測地下水位 青海大學 韓京成 ● 智慧水網面面觀 臺灣弓銓企業股份有限公司 黃聰霖經理
1700-1730	總結發言：陳肇成先生 薛松貴先生	



圖 4 研討會場展示天河工程開發之監測雷達及聲波增雨設備

## 二、參觀青海湖環境保育管理措施

青海湖位於大陸青海省西寧市、青康藏高原之東北部，為大陸最大之內陸湖、鹹水湖，有大陸湖泊之最之美名。流域總面積達 2.96 萬平方公里的青海湖流域是維繫青藏高原東北部生態安全的重要水系，受人類活動和全球變暖趨勢影響，青海湖流域植被退化、水土流失加劇，荒漠化擴展、生物多樣性銳減。其於監測開始時湖泊面積約為 4,477km<sup>2</sup>(1974 年量測結果)，因受到人為(如：過度放牧)及自然因素(如：乾旱、降雨量少)等影響，使得青海湖之面積急遽減少，水位持續下降，2005 年測得歷年湖區面積最低值約為 4,237.43km<sup>2</sup>，相較於 1974 年量測之結果，減少約 239.57 km<sup>2</sup>，約為 1974 年之 5.35%。另外，由於人為及自然因素的影響，除導致水位持續下降外，顯而易見的是草

地退化情形及土地沙漠化面積逐漸增加，進而造成青海湖流域之生態環境資源減少，威脅當地生態環境，尤其又以青海湖特有之「裸鯉」為最具代表性。

保護青藏高原上的這片雪域聖湖，對於調節區域內氣候條件、阻止西部荒漠化向東蔓延，改善流域內農牧民的生產生活條件具有重大意義。有鑑於此，青海省當地相關單位著手進行整體流域生態保護及綜合治理工程，分為「濕地保護與環境治理工程」、「退化土地保護與治理工程」、「生物多樣性保護工程」、「農牧民生產生活條件改善工程」及「技術支撐與管理工程」等 5 大工程類別。自實施整體流域生態保護及綜合治理工程以來，已有顯著之效果，植被恢復成效佳，林木逐漸成林，植被的恢復使得水源得以涵養、植物根系可以固土保水，達到水源涵養、減少土壤流失、調節流域氣候等效益，使得土地沙漠化程度得以趨緩。而河道治理方面改善野生動物棲息地之生存環境，恢復及營造當地珍稀物種資源，建立裸鯉洄游之生態廊道，增加裸鯉洄游之機率。另一方面，透過水利工程設施之改善與維修，強化並提高了流域整體防洪能力。而截至最近一次測量結果發現，青海湖面積達到 4,451.45 km<sup>2</sup>，與 2005 年相比，已增加 214.02 km<sup>2</sup>，可見其流域整體生態保護及綜合治理工程之成效。



圖 5 青海湖



圖 6 研習考察團隊於青藏高原合影



### 三、參觀光伏產業園區

由於青海省土地資源豐富(可利用之荒漠化土地約 10 萬 km<sup>2</sup>)且其日照條件佳，並經由長期調查資料結果顯示其全省之年總輻射量達 5,800-7,400MJ/m<sup>2</sup>，此一結果說明光伏產業極其適合於此發展，故國家電力投資集團公司投資黃河上游水電開發有限責任公司從事電站整體經營檢修維護，以及矽產品、電解鋁與太陽能電池相關之生產及銷售，生態光伏產業相關平面配置圖如圖 7 所示。

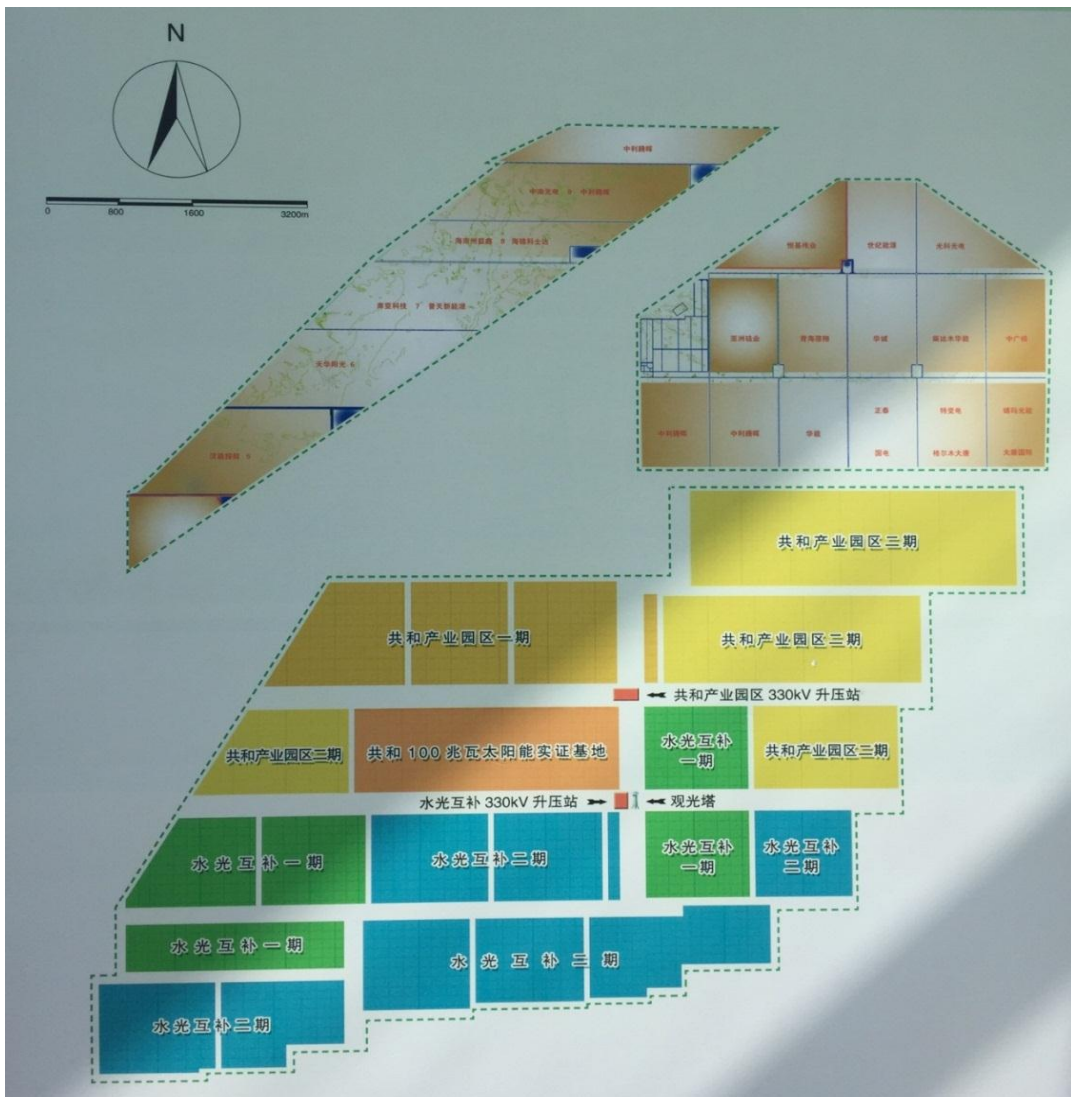


圖 7 生態光伏產業平面配置圖

另外，由圖 8 得知，光伏產業除太陽能產業外，還包含風力發電產業，統稱為新能源發展產業，目前黃河上游水電開發有限責任公司已在青海、甘肅及陝西等省先後建置 4 座風力發電廠，預估裝機容量可達 157.5MW(兆瓦)，而未來也將於海南州境內持續致力於規劃及開發太陽能及風力發電等相關產業，預計完工後可增加裝機容量約 5,200MW(兆瓦)。



圖 8 新能源發展產業規劃藍圖

而太陽能發電之原理係源自於日常照射之太陽光，利用由半導體製成之太陽能板(如圖 9)吸收之陽光轉換成電能；而風力發電則是採用風力機藉由空氣流動作用轉動葉片，將風的動能轉換成電能，最後將太陽能板及風力機所蓄積得之電能，藉由黃河上游千萬瓦級清潔能源調節控制中心，經由輸配線之電網，除供應給高壓配電用戶外，亦經由配電系統(如圖 10)將電壓轉換為低壓後供應給一般低壓用戶供民生等用途之使用，其相關能源調節控制中心規劃圖如圖 11 所示，另外，黃河上游水電開發有限責任公司於規畫園區內建置光伏實證實驗基地(如圖 12)，為太陽能光伏發電方面進行一連串之設計、安裝、運輸及維護等工作，並藉由實證實驗基地所試驗之結果，進一步針對產品改進並提升其技術。而所蓄得之能量除供給一般民生家用外，也廣泛應用於電解鋁、火力發電產業、多晶矽、太陽能電池等高科技產業使用，除朝向供電穩定之目標外，也提升整體技術能力之應用並帶動相關產業生產能力，而相關能源產業實際應用之水電站如圖 13-20 所示，有龍羊峽、拉西瓦、李家峽、公伯峽、積石峽、鹽鍋峽、八盤峽及青銅峽水電站等。





圖 9 太陽能光電系統



圖 10 變電所之一隅



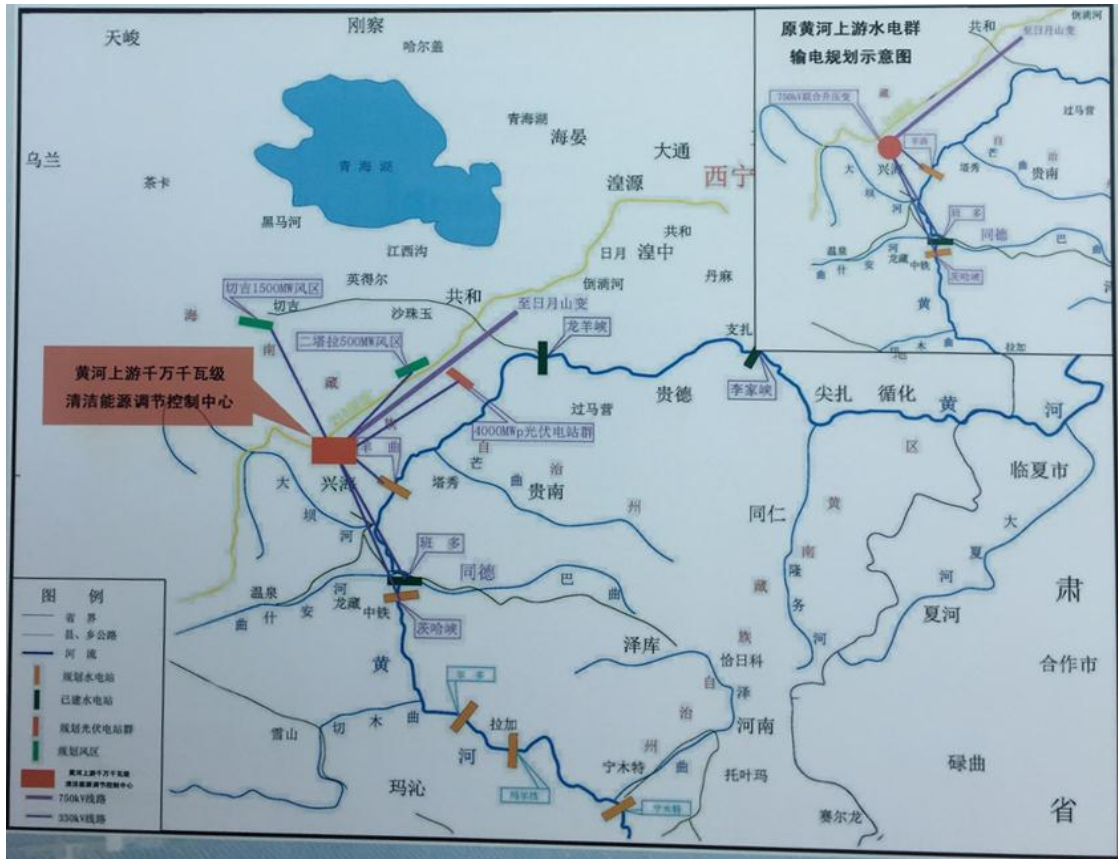


圖 11 能源調節控制中心規劃圖

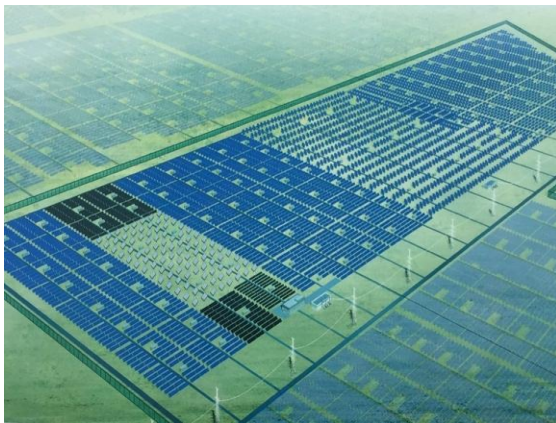


圖 12 光伏實證實驗基地圖

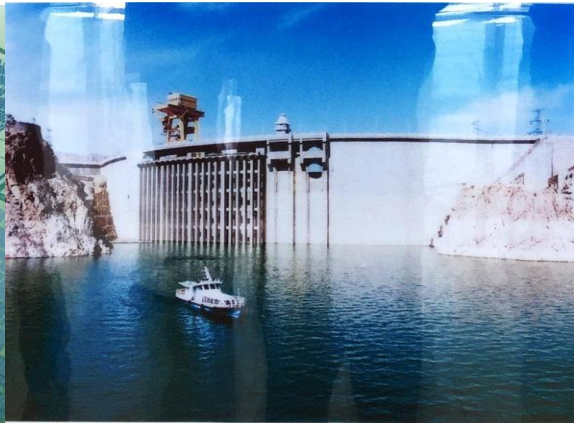


圖 13 龍羊峽水電站



圖 14 拉西瓦水電站



圖 15 李家峽水電站



圖 16 公伯峽水電站



圖 17 積石峽水電站



圖 18 鹽鍋峽水電站

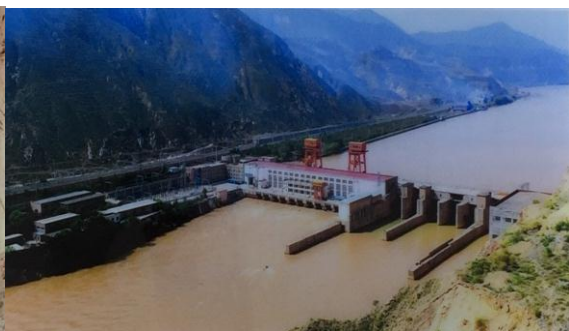


圖 19 八盤峽水電站





圖 20 青銅峽水電站

#### 四、考察龍羊峽水電站

龍羊峽水電站位於青海省共和縣與貴南縣交界，水源來源以黃河之幹流為主，距黃河發源地 1,684km，下至黃河入海口 3,376km，是黃河上游第一座大型梯級電站，水庫流域集水區面積約 131,420 km<sup>2</sup>，水庫滿水位標高 2,600m，規劃蓄水量 247 億 m<sup>3</sup>，為台灣 95 座水庫總容量的 12 倍之多，龍羊峽水電站主要除防洪功用外，還具有供水、發電、防凌、灌溉及旅遊等多功能水庫，而水電站本身背負著主要調頻及調峰廠等任務，年平均發電量約 60 億度，為大陸地區西北電網之主力電廠。壩體主要採用混凝土重力拱壩，壩長約 396m，最大壩高約 178m。由於黃河流域廣大、水資源豐沛，加上上游高程落差大等特性(由最上游之下游高程落差約為 3,114m)，形成適合發展水利發電設施之用途，因此黃河上游水電開發有限責任公司於黃河上游先後開發班多、龍羊峽、拉西瓦、李家峽、公伯峽、蘇只、積石峽、鹽鍋峽、八盤峽、青銅峽及陝西巨亭水電站等，總裝機容量可達 1,081.6kW，另一方面，隨著科技的進步，導致全球用電量持續上升，由於青海地區腹地廣大，日照條件佳等得天獨厚之優勢存在，故 2013 年著手於龍羊峽水電站開發太陽能光電產業，目前已完成兩期之太陽能光電產業，總裝機容量

約 850MW(兆瓦)，預計可提供 15-20 萬戶家庭用電需求，未來進一步  
朝向供水、電穩定無虞之目標邁進。



圖 21 龍羊峽水電站大壩



圖 22 龍羊峽水電站尾水放流口



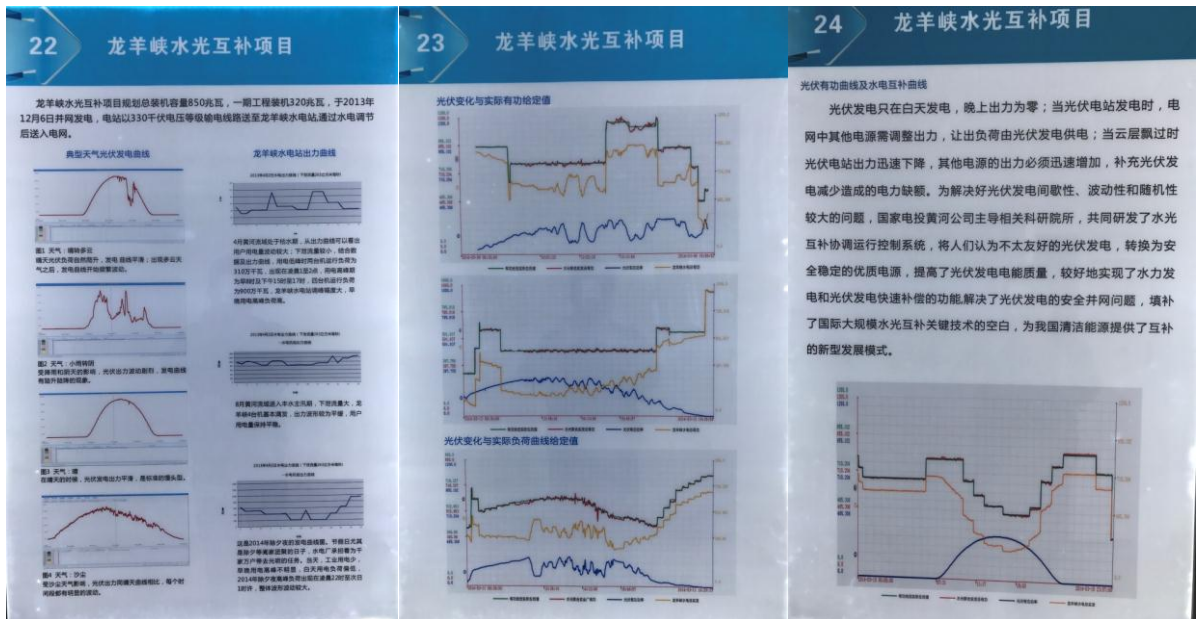


圖 23 利用龍羊峽水電能快速調節的特點，與光電互補，改善電力品質

## 五、考察北川河流域治理工程

北川河位於青海省西寧市湟水河幹流北岸，橫貫大通縣全境，為湟水一級支流，主要由寶庫河、黑林河、東峽河彙聚而成。北川河流域是西寧市最重要的飲用水水源地，承擔了西寧市目前和未來主要的飲用水供給功能。而西寧市境內北川河流域面積 42.8 平方公里，流程 11.3km，自然河床寬度 30m-100m。

本次考察之北川河流域治理工程範圍，位於西寧市核心區，主要係利用北川河流域打造親水生活空間並開發造鎮。工程內容係將北川河於康家橋下游處，設置分水閘分成內河和外河，外河成為北川河主流河道，而內河改造成人工濕地，並控制引水量流入濕地，建構成親水空間。另外本計畫並配合整個河岸周邊灘地整理，同時進行遷村重劃開發成住宅及商業區，開發區形同小規模造鎮，除了安置拆遷戶外亦兼具改善原居民之生活環境。建構人工濕地及區域開發之河道長度約 6.5 公里、面積約 6 平方公里，由北至南分為五個主題景觀區，共投入約 320 億台幣興建及重劃，計畫拆遷安置原住戶達 6000 多戶。



圖 24 北川河整治之外河段



圖 25 北川河人造濕地一景

## 六、考察湟水河流域治理工程

湟水河是黃河上游最大的支流，被稱為是「青海的母親河」，水資源總量 25.5 億立方米，更因為其流經西寧市中心，因此該河於西寧市之區段更是成為該市市民主要休憩及親水空間。然伴隨西寧市的成長與發展，原本的河道環境日益惡化、水工設施損壞。因此西寧市政府提出了清水入城的構想，修復並分段整治改善湟水河兩岸，本次考察之湟水河城區段水生態綜合治理工程，西寧市府總投資約新台幣 20 億元，整治範圍從海湖橋至共和路橋，對總長約 7.6 公里河道進行水利功能提升與改造，工程內容包含護岸修復、灘地整理、破損之橡皮壩拆除改建、景觀營造。

其河道治理之主要概念如同前述北川河段之治理方式，將其劃分為內、外河道，外河規劃成為主流河道，洪峰及高濁度之河水主要由外河疏導；分水閘內之內河則藉由分水閘控制流量，定設置一連串高 2m 之油壓倒伏壩調節流速並沉砂，改善內河水質並營造休憩環境。而當主流河道流量過大時，必要的情況下仍可將內河河道的倒伏壩降下，協助主河道疏洪。目前，相關工程已完成，沿河 30 萬 m<sup>2</sup> 的分階

式景觀水面已形成，河道景觀整潔，內河水質及濁度亦明顯改善，已達到西寧市府所提出的水清、流暢、岸綠、景美的綜合治理目標。



圖 26 主河道流速快(左)，內河道(右)整治後流速變緩，營造親水空間





圖 27 湟水河流域綜合治理工程前後對照圖

### 七、考察拉希瓦灌溉工程

貴德縣是青海省海南藏族自治州東北部的一個縣，貴德縣人口約 10 萬人，是個少數民族聚雜地方。主要為黃河水系切割孕育成高原盆地，又有高原小江南之稱。黃河之水中下游雖然混濁，但在青海段是清澈見底，因此有著“天下黃河貴德清”之美譽。

拉西瓦灌溉工程位於貴德縣境內，地處黃河上游的拉西瓦水庫大壩和李家峽水庫庫尾之間的黃河南岸，為青海省黃河谷地四大灌區之



一，為青海省總體發展黃河沿岸經濟的重點水利建設項目，工程任務為提供穩定的農業灌溉用水。灌區涉及河西鎮、河陰鎮、常牧鎮、河東鄉等 76 個行政村。工程自拉西瓦水電站水庫取水，渠首接拉西瓦灌溉工程引水樞紐末端落差 48.57m。新建幹渠總長 52.27km，其中：明(暗)渠長 11.997km；隧洞 15 座，長 30.6km；渡槽 25 座，長 8.33km；倒虹吸 4 座，長 1.34km，工期為四年。設計渠道引水流量 9.43cms。幹渠沿線布置 20 條自流支渠，支渠總長 90.85km，採用混凝土襯砌明渠或壓力管輸水形式，配建支渠建築物 614 座。在眾多水工建築物中，隧洞工程因其施工環境惡劣、工序複雜而成為制約工程建設進度的主要因素。今年已完成的全長 6.06km 的一號隧洞是拉西瓦灌溉工程中最長的隧洞之一，也是唯一一條岩石類別的長隧洞，是制約工程建設工期的控制性節點工程。

工程計畫投資經費約新台幣 66.2 億元，完工後可充分利用拉西瓦電站形成的高水頭優勢，將原有提水灌溉改為自流灌溉，改善並新增貴德縣南岸黃河谷地灌溉面積 20.02 萬畝(其中：改善灌溉面積 12 萬畝，新增灌溉面積 8.02 萬畝)，灌溉面積中自流灌溉面積為 18.72 萬畝，從幹渠提灌面積為 1.3 萬畝。為區域經濟社會發展提供基礎保障，對促進藏區脫貧致富、維護地區社會和諧穩定具有重要作用。



圖 28、圖 29 拉西瓦灌溉工程明渠一景



圖 30 拉西瓦灌溉工程渡槽一景

#### 八、考察貴德黃河幹流防洪工程

2012 年黃河發生了自 1989 年以來的最大洪峰流量，且青海省全省平均降水量比歷年同期大幅增多，龍羊峽水庫建成以來首次開閘長時間泄洪，加大黃河沿線各縣防汛壓力。青海省政府當時即於黃河上游防汛抗洪工作會議中決議，要系統性的規劃啟動防洪大堤建設工程，全面提高黃河沿岸防洪能力。

2015 年 10 月青海省水利廳核定了青海省黃河幹流防洪工程，並被列為全大陸 172 項節水供水重大水利工程之一，總投資約新台幣 52.2 億元、計畫治理河道長度 138km，是青海省歷史上單項投資最大的防洪工程。貴德段黃河幹流防洪工程投資約新台幣 15 億元，佔青海省總投資約 30%，並於 2016 年 6 月正式開工。

本工程涉及貴德縣拉西瓦鎮等 5 鄉(鎮)，幹流總長 52.61km，其中新建護岸 30.42km，堤防 22.19km；新建堤頂道路 22.19km；修建穿堤涵閘 4 座；新建涵管 18 座；新建支溝溝口防護 1.87km；提灌站防護 20 座。本工程主要採用石籠護坡+石籠護腳的結構形式，提灌站防護則採用鋼筋混凝土防洪牆形式。

工程建成後，可保護人口 3,405 萬人、耕地 2.024 萬畝、草地 2.6 萬畝、林地 1.74 萬畝，將可進一步完善黃河貴德段的防洪體系，同時能有效的減緩水土流失，減少排入下游的泥沙，有利黃河流域水生態環境，以及保障群眾生命財產安全。

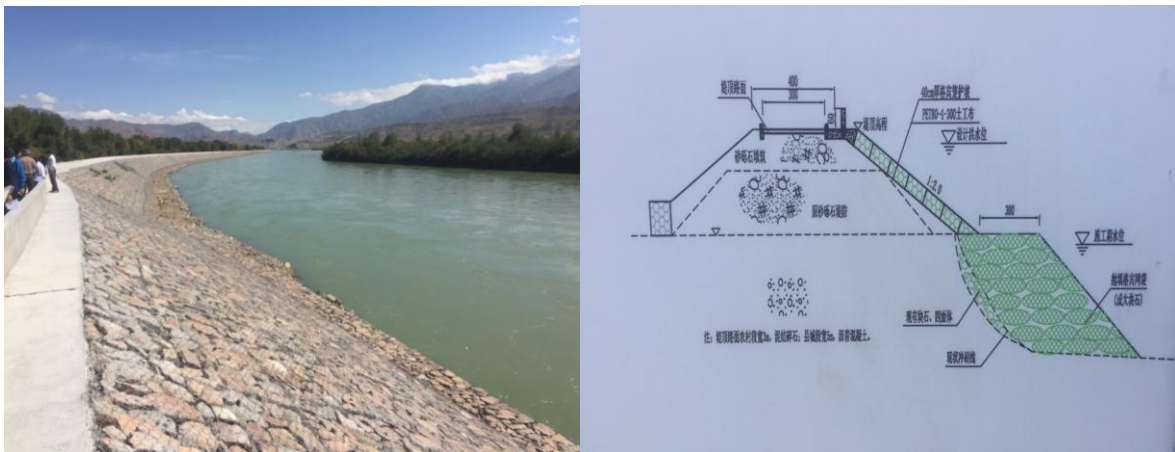


圖 31 貴德黃河幹流防洪工程堤防基礎形式一

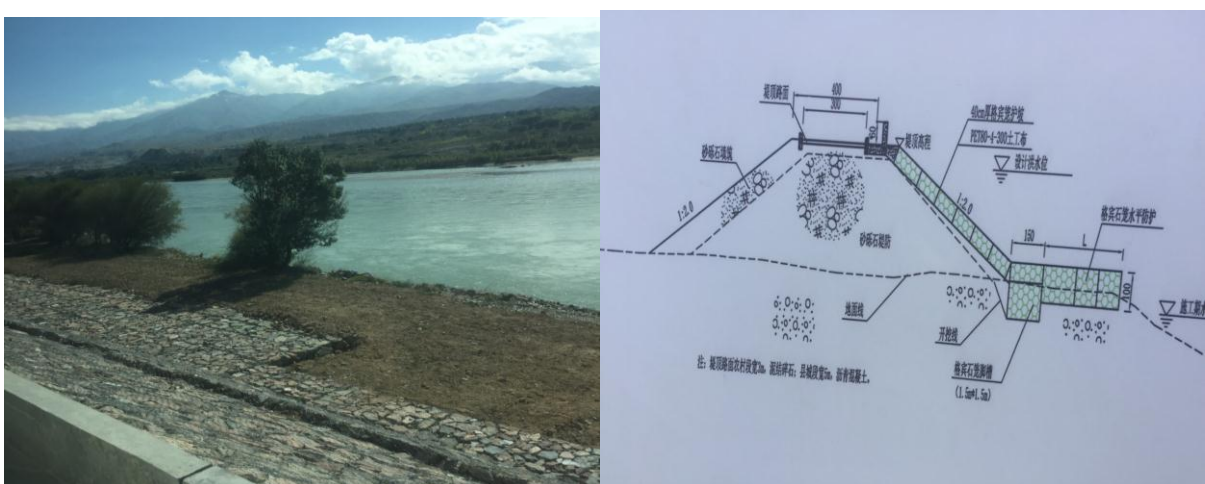


圖 32 貴德黃河幹流防洪工程堤防基礎形式二



#### 肆、心得及建議

- 一、大陸對於青海湖流域整體治理工作相當重視，亦積極投入多項治理方案，多管齊下，持續改善當地生態環境、減少土地沙漠化之面積、促進並恢復青海湖水產資源和生物多樣性，營造合適生物之棲所，而且目前已顯現具體成效，其多管齊下的改善政策，顯見跨部門合作與力量整合的重要性，值得我們借鏡。
- 二、台灣在降雨、水文、水資源利用等相關基礎資料的蒐集與監測站的建置向來較為詳實，面對未來氣候變遷不確定因素，我們應該更加發揮精緻化的優點，充分利用相關基礎資料，掌握氣候環境變化趨勢，事先擬定中、長期的因應政策，將遠比事後亡羊補牢為佳。
- 三、青海省平均年降雨量不足 300mm，黃河主流的水資源亦必須宏觀調控分配給下游各省使用，因此連發展農業都受限於水資源不足而產生侷限。為了改變這種情勢，青海大學投入天河工程的相關研究，希望能建構天上富含水氣的氣流流動模型，並配合地面人工增雨作業擷取水資源來利用。雖然該構想與氣流模型目前仍在驗證階段，但其研發中的聲波增雨設備，確實屬創新思維，具有無汙染風險、即時性、操作簡便、影響範圍大等優點。台灣水庫於枯早期亦必須經常性的進行人工增雨作業，所以雖然該設備青海大學仍在研發中，但值得長期關注其發展動態，評估是否適合引進台灣使用。
- 四、近年來因科技產業之興起，能源之利用與需求量逐漸增加，各國不斷開發並利用天然資源轉換可供相關產業利用，大陸地區亦投入大量資源支持相關產業之開發及設置，如光伏產業即是一例。由於青海得天獨厚之地利條件(日照條件充足及腹地廣大)，使得光伏產業適合在此發展，於區域內設置大量之太陽能板；並利用太陽能板的設置，減緩蒸散作用、使草地能自然復育、避免沙漠化，可說是利

- 用自己的劣勢條件轉化為優勢並改善環境的措施，值得我方參考。
- 五、青海省也藉由開發綠電的過程中，一併規劃發展成綠能產業園區及相關產業鏈，綠電的發電能量除供一般民生用途外，太陽能板產業、儲能電池研發、多晶矽煉製、電解鋁等相關產業鏈一併發展進駐，除邁向供電穩定之目標，亦促進產業及社會經濟發展，可謂一舉數得，擴大開發的效益。
- 六、太陽能與風能發電的最大隱憂即為電力品質不佳，十分容易因為快速的氣候變化(雷陣雨、風速改變)造成供電不穩，而青海的電力管理措施卻發揮創意，利用原本的水力發電系統可快速調節發電量的特性來彌補，大幅改善綠能發電品質，亦可減少發展儲能設備的成本，以及能量形式轉換的損失。而台灣在未來將推動提高綠能佔比的大方向下，此種作法值得我們思考，未來綠能發電除了利用儲能設備外，是否可能再搭配現有水電系統形成複合式系統，提升綠能發電品質與運用效率。
- 七、因應人民生活水準的提升，大陸地區亦逐漸重視營造城市內的親水空間，使人民的生活與文化能和河川更親近。然此等公共設施要成功的關鍵因素，除了初期闢建的硬體建設投資外，更重要的是要能有足夠的資源進行長期維運，確保公共設施的服務水準能一直維持一定品質。而此等河岸親水空間的維護，在台灣幾乎都是由政府部門編列預算進行維管，而本次所考察之青海北川河人工溼地，當地政府規劃將來完工後濕地公園雖是開放免費進入，但園區中的遊樂設施將採委外標租給民間經營。採用此種公私協力的方式，除了減省公部門的維護成本與維護項目，更可利用私部門經營的靈活度，有效活化與利用設施；此種親水空間採 OT 經營的做法，亦值得台灣參考。

- 八、為了使有限的水資源均能妥善加以利用，大陸目前正開始推行掌水工制度，希望能藉由該制度巡查回報，讓公部門掌握河川情資；但黃河流域全長 5454km 要完全掌握各地河川情資確有困難，因此目前仍在整合各區狀況，希望黃河流域掌水工制度能於三年內全上綫。
- 九、與台灣相較，因為青海地區居民多數生活條件仍屬落後，相關徵地拆遷過程中，為搬遷戶安排之新居住地的生活用水、用電、道路基礎設施條件均不低於搬遷前水平，所以較容易用政策引導得到民眾認可，所以實際開始推動時反而阻力不大。但台灣不像大陸，除了土地私有化外，政府資源及政策手段(不易執行安置，多以徵收補償為主)亦相對較不足，因此土地徵收、地上物補償等各項補償條件，均很難使搬遷戶於搬遷前、後獲得相同水準，容易形成抗爭或不願搬遷之釘子戶，也造成建設發展阻礙。台灣雖然法治較為完備，惟此等影響民眾財產權之行為，實在值得評估是否可於計畫規劃時，將民眾安置的方案採跨域、跨部會合作的方式納入，使拆遷戶能有更多選擇，減少拆遷阻力。
- 十、貴德段黃河幹線防洪工程，相關設計條件不如台灣嚴峻，例如河道通水斷面、單寬流量、水流坡降、河床性質、流速、急降雨水沙運移等，其現地條件均不若台灣嚴苛。本工程位於黃河上游，特色就是現地取材，以蛇籠坡面、拋石做前堤基礎保護減少使用混凝土材料，且現場堤防外觀平整、品質可見當時施工用心。但此等觀念與水利治理工法台灣早已廣泛使用，且工程品質上也極力推動三級品管，各項品控逐級建立標準化作業及自主檢查、查核，這些都是目前台灣制度上的強項；若加上目前推動的水環境計畫，未來一縣市一亮點的計畫完成後，友善的河川空間配合環淨生態營造，若再加

強基層人員施造細膩度，成效與品質定能擠身國際。

十一、此次研討會交流，黃河研究會和青海省水利單位經過長期的籌劃，全程熱誠、鄭重，除了水利專業交流外，更促進了兩岸水利人的情誼。透過此次研討會與參訪，可深刻體會到青海省對於青海湖區整體生態治理工程、天然資源及能源產業方面重視及努力，以及戮力一心、急起直追的企圖心。雖然台灣在水資源管理及水利治理上仍較為精緻化，且因為雙方自然環境條件的不同而各有擅長，但其企圖心與多項公私協力、跨域整合的創意仍有值得我方學習及效法，彼此均達到互相學習成長的目的，期待下次有機會能再次造訪交流，拓展雙方視野與創新思維，使兩岸水利專業都能持續精進。

附件

## 南化水庫因砂導流潭之芻議及探討



### 簡報大綱

- 一 南化水庫概要
- 二 南化防洪防淤整體綱要計畫
- 三 南化水庫潛壩規劃檢討
- 四 因砂導流潭之芻議及檢討
- 五 檢討與對策





## 一、南化水庫概要(1/2)



### 南化水庫特色

- 台灣最大公共給水水庫
- 越域引水水庫
- 2009莫拉克颱風單一颱風淤積量1,708萬 $m^3$ 佔庫容1/10，相當土壤侵蝕模數20萬 $t/km^2$ ，大於黃土高原3-5萬 $t/km^2$

供水 ← 水源開發調度 → 防淤



2

## 一、南化水庫概要(2/2)



### 南化水庫主要設施介紹

- 原總庫容1億5,800萬立方公尺
- 現況庫容 9,500萬立方公尺 (2016年11月)
- 壩高87.5公尺、壩頂長511公尺
- 集水區面積108平方公里
- U型溢流堰(位於表層)
- 溢洪道長481.45公尺
- 斜依式取水工
- 取水口標高EL.170、157、144、131公尺

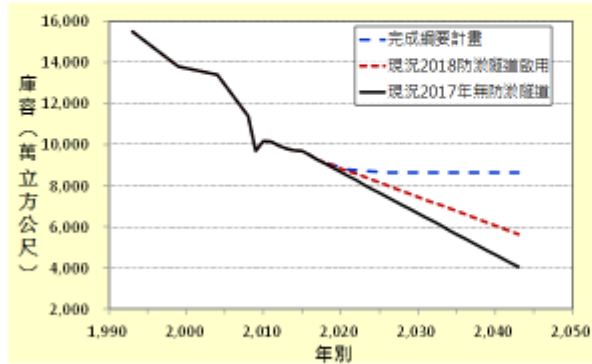


3

## 二、南化防洪防淤整體綱要計畫 (1/2)



2016年起辦理「南化防洪防淤整體綱要計畫研究」擬於2031年達水庫土砂進出平衡



- 整體考量防洪安全、有效庫容與穩定供水，提出防洪防淤整體計畫之經營策略與具體方案。
- 保持供水量48萬CMD之有效庫容應維持8229萬立方公尺以上
- 應於2020年前完成能發揮排砂功能之相關措施



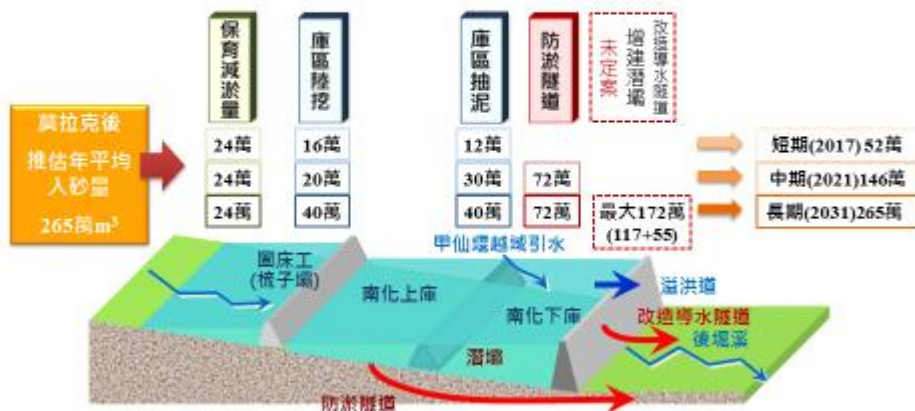
4

## 二、南化防洪防淤整體綱要計畫 (2/2)



南化水庫土砂進出平衡之土砂收支及排砂策略圖

- 平均入庫砂量265萬 $m^3$ /年



5

### 三、南化水庫潛壩規劃檢討(1/4)

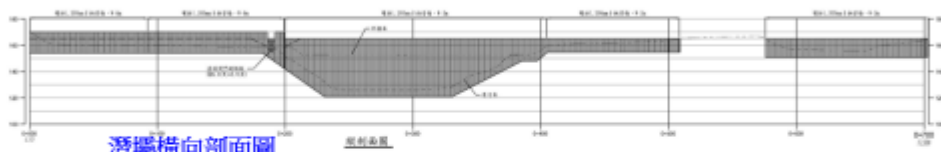


6

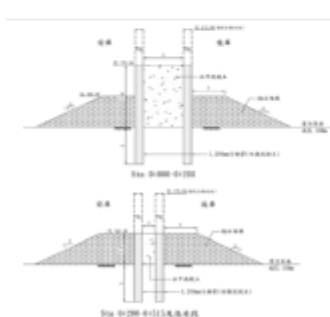
### 三、南化水庫潛壩規劃檢討(2/4)



潛壩縱向剖面圖



潛壩橫向剖面圖



#### ■ 鋼管樁

- ◆ 尺寸：Φ1200mm
- ◆ 長度：EL.170~165m至原有河床面下5m，鋼管樁最長43m(EL.165~122m)
- ◆ 鋼管樁內填混凝土

#### ■ 拋石堆填

- ◆ 高度：EL.165m
- ◆ 寬度：上下游皆5m
- ◆ 坡度：1(V):2(H)



7

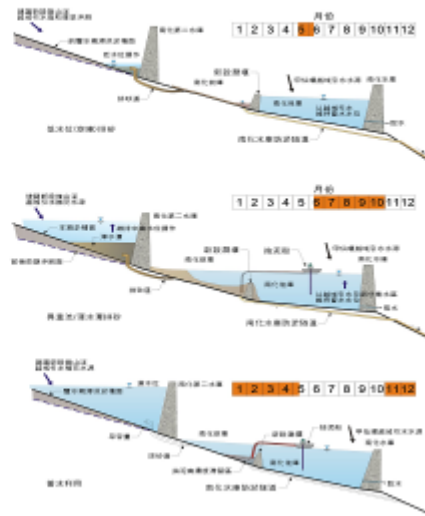
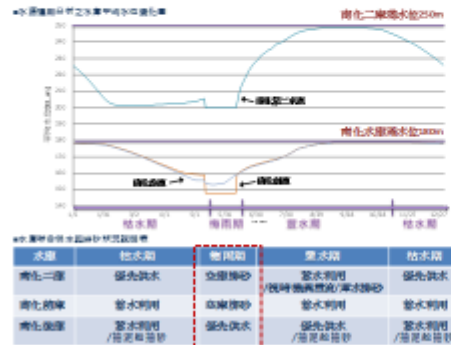


### 三、南化水庫潛壩規劃檢討(3/4)



#### 潛壩主要目的與配合措施

- 梅雨期上庫(前庫)洩空實施空庫排砂
- 梅雨期淤砂總量16%空庫排砂比61%
- 空庫排砂期下庫(後庫)庫容2,800萬噸



8

### 三、南化水庫潛壩規劃檢討(4/4)



#### 興建潛壩時機檢討

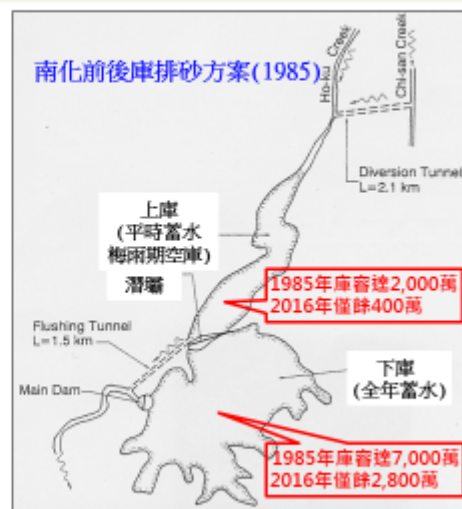
- 1985年可實施圍堰施工，目前蓄水，施工經費高及施工品質難以驗收。
- 1985年下庫蓄水量達7,000萬 $m^3$ ，目前2016年下庫蓄水量僅餘2,800萬 $m^3$ 。

1993年潛壩高程對應之上庫、下庫與潛壩以上蓄水庫容

潛壩高程 (m)	南化下庫庫容 (萬 $m^3$ )	南化上庫庫容 (萬 $m^3$ )	潛壩以上庫容 (萬 $m^3$ )
165	7,059	1,999	6,543
170	8,419	2,619	4,562
175	9,900	3,309	2,391
178	10,843	3,770	988

2017年潛壩高程對應之上庫、下庫與潛壩以上蓄水庫容

潛壩高程 (m)	南化下庫庫容 (萬 $m^3$ )	南化上庫庫容 (萬 $m^3$ )	潛壩以上庫容 (萬 $m^3$ )
165	2,831	401	6,269
170	4,097	918	4,487
175	5,489	1,621	2,391
178	6,396	2,120	988



9

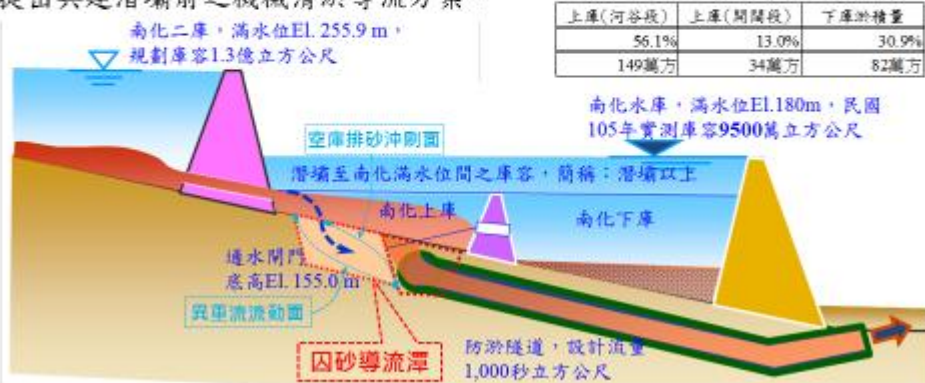
## 四、囚砂導流潭之芻議及檢討(1/5)



10

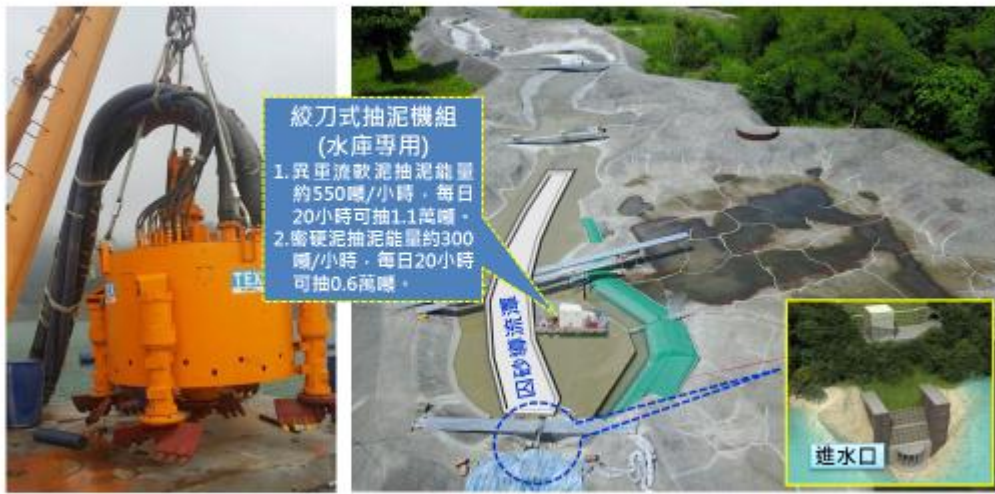
## 四、囚砂導流潭之芻議及檢討(2/5)

興建潛壩最主要功能為梅兩期空庫排砂及颱風期異重流導流，但近十年下庫淤積0.4m/年、損失庫容82萬方/年，水工模型顯示空庫排砂效果取決於流量，非於短期又流量不大之梅雨季期間可達之目標，且操作風險大，爰提出興建潛壩前之機械清淤導流方案。



11

## 四、囚砂導流潭之芻議及檢討(3/5)



12

## 四、囚砂導流潭之芻議及檢討(4/5)



比較項目	潛壩實施空庫排砂	囚砂導流潭實施渾水潭排砂
排砂效率可靠度	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 空庫排砂操作可能數年一排，壓密數年之淤砂難以排除。</li> <li>• 溯源侵蝕後會形成穩定的拋物面而非不穩定的向上曲面，穩定後並不會逐年向上溯源向下沖蝕出舊河道。</li> <li>• 梅雨期空庫排砂流量只能形成一條寬約 20m~70m 之溯源侵蝕渠道，遠小於上庫水面平均寬度 300m。</li> <li>• 溯源侵蝕渠道寬度小，庫底有明顯灘底，則異重流漫上灘地，影響防淤隧道排砂效率。</li> <li>• 每年 265 萬方淤泥必經之地，淤積量將遠大於空庫排砂沖刷舊河道之量。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 囚砂導流潭係絞刀及抽挖長 1 公里寬 100m 深約 15~10m(舊河道平均深 20m)之囚砂深潭，則原已壓密約 20m 之淤泥層，形成類似潛壩之天然阻砂屏障，導引異重流向隧道。</li> <li>• 囚砂潭首重深度，淤積愈厚排水壓密時間愈長，才能將入庫之淤土持續保持在軟弱狀態，其次流線愈長才有足夠時間落淤於囚砂潭，待開啟防淤隧道時將未壓密軟泥源源不絕排出。</li> <li>• 汛期結束被填淤之囚砂深潭，則可利用抽泥船快速抽除還來不及壓密之軟泥，週而復始做為囚砂深潭。</li> </ul>
排砂操作彈性	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 排砂隧道進水口底檻低於洞口外淤積面 20m，若操作時機不當，造成土體崩滑，瞬間大量土石逼近進水口恐有堵塞風險。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 囚砂導流潭內可全年度利用抽泥船抽吸軟泥，並自防淤隧道之豎井或通達隧道排出。依曾文水庫經驗新淤軟泥吸取能力約 1.1 萬 m<sup>3</sup>/日，汛期 6 個月 180 天即可排泥 180 萬。</li> </ul>



13



## 四、囚砂導流潭之芻議及檢討(5/5)



比較項目	潛壩實施空庫排砂	囚砂導流潭實施渾水潭排砂
經濟性	總工程經費 35 億元 行政作業 4 年、施工 4 年 以目前上庫僅餘 400 萬方庫容(至潛壩最大高程 165 公尺)，則 8 年內入庫砂量(265 萬 m <sup>3</sup> /年)恐已埋沒上庫僅存庫容	固定設備經費架設輸泥管約需 0.3 億元，工期短機械抽吸深潭軟泥可達 35 萬 ppm 更節水且全年度可作業，其單價每 m <sup>3</sup> 成本 80 元僅約空庫排砂 197 元成本之 40%，更僅為陸挖 500 元成本 6 分之 1。
施工期間風險	工程完工期最快距今約 8 年，且水下之施工品質無法有效掌控	可立即施工，抽泥工程只有計量問題沒有品質問題，施工風險可控管
水源運用	空庫排砂期需仰賴旗山溪水，旗山溪濁度亦高，將造成下庫淤積，此期間純靠甲仙堰引水將面臨供水安全顧慮	維持現況有後堀溪及旗山溪水，供水安全
下游河道影響	梅雨期流量低，空庫排砂排出之淤土恐無足夠水量衝出大海，而有停駐於河川內提高水體濁度之風險	颱風期流量高，污泥停駐於河川之風險相對低



14

## 五、檢討與對策



- 南化水庫興建之初若即興建高程165m之潛壩，由於下庫(後庫)仍有7,000萬m<sup>3</sup>庫容及甲仙堰引水可支應梅雨季前庫空庫排砂之供水調配，亦可利用潛壩形成之屏障導流颱風季節形成之異重流，是一個可以長期解決因高濁度流域減少水庫壽命的最佳方案。然而，一旦時機已過，當後庫僅餘2,800萬m<sup>3</sup>庫容時，不論興建本身或興建過程之供水調配都將無以為繼。
- 現階段興建潛壩，將衍生沉重營運成本及防淤操作風險，興建期間供水調配問題嚴重，爰提出囚砂導泥潭方案，先囚砂疏導並增強機械抽泥能量，待南化二庫興建時再併同潛壩興建以執行空庫排砂。
- 同地方民眾形成利益共同體，全年度分別自上庫囚砂導流抽泥及自下庫直接抽泥，大量抽泥將影響下游河道農民抽水水質，勢必引起下游民眾索要回饋金。但就總體經濟而言，囚砂導流成本為潛壩成本之40%，更僅為陸挖清淤1/6之成本，因此，研議每立方清淤抽泥公益支出回饋受抽泥暫置區影響地區之地方建設經費，一旦抽泥工程與地方民眾需求結合成利益共同體，水庫還砂於河的觀念才得以被落實。



15

