

逢甲大學學生報告 ePaper

報告題名：

赴武漢大學及黃河科技研究院移地教學報告

作者：紀怡君

系級：水利工程與資源保育學系研究所二年級

學號：M9511221

開課老師：許盈松 老師

課程名稱：輸砂動力學

開課系所：水利工程與資源保育學系碩士班二年級

開課學年：九十六學年度 第 1 學期

摘要

(1)目的：

本次前往武漢大學進行移地教學是水利系第二次正式的大規模學術交流，會體驗到許多以前未曾接觸過的大陸常識，學習到不少知識，吸收到不同的經驗與工程案例。透過實地的工程參觀讓我們對所學之知識能更進一步的加以瞭解，並能與現地經驗豐富之工程師討論工程相關之問題，從而吸取其寶貴經驗。而且經由與武漢大學研究生的聯誼與意見交換，激發對未來學習與求知慾。

(2)過程及方法：

七月一日(日)起至七月十五日(日)為期十五天「赴武漢大學及黃河科技研究院移地教學」的活動即將展開。活動由水利工程與資源保育學系的許盈松助理教授領隊，參與本次活動的老師和學生共十五人。計畫合作對象主要為本校姐妹校，中國大陸武漢大學之水利水电工程學院，另因本計畫著重於實地工程參訪見習與重點實驗室參訪，故同時需與長江流域委員會、黃河水利委員會、黃河水利科學研究院及三門峽水庫樞紐管理局及小浪底水庫樞紐管理局等管理單位之合作與協助配合。

時 間		實 習 內 容	住 宿
7月1日(日)	臺北-香港 BR851 08:20/10:00 香港-武漢 CZ3076 11:35/13:20	武漢防洪工程考察(江灘、龍王廟、漢陽南岸嘴大堤)	武漢大學
7月2日(一)	8:30—11:30 14:30—17:30	課程:河流動力學基礎	武漢大學
7月3日(二)	8:30—11:30	課程:大陸江河治理開發現狀	武漢大學
	14:30—17:30	課程:河流泥沙研究進展	
	19:00—21:00	課程:與研究生座談交流	
7月4日(三)	8:30—11:30	課程:河工模型實驗技術理論	武漢大學
	14:30—17:30	模型實驗實習:泥沙模型試驗廳、水力學實驗室	
7月5日(四)	8:30—11:30 14:30—17:30	課程:大陸江河水利史(都江堰、大運河)	武漢大學
7月6日(五)	8:30—11:30	課程:河流健康	武漢大學
	14:30—17:30	參觀武漢大學、農田水利試驗場、水電站實驗室等	
7月7日(六)	8:30—11:30 14:30—17:30	課程:江河防洪概論	武漢大學
7月8日(日)	7:30—12:00	武漢—宜昌	三峽大學
	14:30—18:00	三遊洞、白鱈豚館	
7月9日(一)	8:00—11:30	三峽工程報告	大壩培訓中心
	14:30—17:30	參觀三峽大壩	
7月10日(二)	8:30—15:30	大壩—西陵峽	武漢大學
	15:30—20:30	宜昌—武漢	
7月11日(三)	7:10—11:05	漢口—鄭州(D124)	宿海天大酒店
7月12日(四)		上午:水庫泥沙課程介紹 下午:參觀水調中心、模型大廳、花園口	住鄭州

7月13日(五)		參觀少林寺、龍門石窟、小浪底工程、	住洛陽
7月14日(六)		參觀三門峽工程、魏國兵馬坑	住鄭州
7月15日(日)	中國南方航空 CZ3073 鄭州/香港 08:50/11:40 長榮 BR870 香港/臺北 15:30/17:10	鄭州- 香港-臺灣	

(3)結果：

1. 各課程之上課簡報資料電子檔 (ppt 檔)
2. 部分課程上課教材及工程相關資料 (河流動力學基礎、大陸江河治理開發現狀、河流泥沙研究進展、河工模型試驗技術理論、大陸江河水利史、水沙過程與河流健康、三峽大壩工程等)
3. 各課程之上課全程 DV 錄影
4. 部分課程由教授老師所出之考題

關鍵字：

- 一、中文關鍵字：移地教學、河流泥沙、輸砂、三峽大壩、河川健康
- 二、英文關鍵字：off-site training、river sediment、sediment transport、three gorges dam、river health

目 次

1. 行程概述.....	6
2. 參訪工程介紹.....	8
3. 課程內容.....	13
4. 工程考察與參觀.....	24
5. 心得建議.....	32



一、行程概述

7/1

早上出發到香港轉機到武漢都已經好一段時間了，先是去了江灘、龍王廟、漢陽南岸嘴大堤參觀，這些地方都是防洪區，但做成了公園的形式，美化的工作也做的很不錯，聽說很多人都會到此地休閒，也體會到了大陸的“大”，光是走一小段的江灘就覺得累了。看到了路旁城鄉之間的差距，真的如同以前的台灣，小小的、黑黑髒髒的地方就要擠下很多人。也許是剛到大陸，還不行習慣那邊的氣候，真的好熱。參觀完後就到我們要下榻的地方，武漢大學裡的宿舍-明珠園，原以為不會很先進，但到了當地後覺得比想像中的好很多，接著就去吃飯，也吃到了很多沒吃過的菜色，蠻特別的，之後就是各自休息、活動的時間，沒想到學校裡面也有超商，賣的東西還蠻齊全的，讓大家都很開心的買了一些乾糧、水儲備著。晚上就要好好的儲備體力準備明天的課程了。

7/2

早上大家都起了個大早，上課也沒有那麼早起過，不過大家都還是準時去上了課，課程的內容不一定聽的懂，但大家還是很認的做筆記、上課，雖然今天的行程就只有上課，但初到此地也不能擅自跑出去，只有等晚上大家要去哪再一起行動了。

7/3

早上、下午依然有課，大家還是早早的就起床去買早點準備去上課了；晚上有和武漢大學研究生的座談會，見到了不同的面孔、不同腔調的人，大家自我介紹，氣氛都很不錯，吃吃喝喝的，大家還起鬨要輪流上去唱歌，武漢大學的研究生們都很熱情的接待我們讓氣氛都非常的和樂。

7/4~7/7

接連下的幾天是以專業為主的一直在上課，緊湊的課程也讓我們學習到了很多，不同的地區，不同的環境、氣候、風如民情，都會有不一樣的考量（相關課程內容於下一段落再行補述。）。)

7/8~7/10

結束了武漢的課程後，我們出發前往到宜昌，晚上宿三峽公司招待所，早上由三峽公司已年過七旬的李君林工程師介紹三峽大壩及下游葛洲壩之建造歷史過程及工程架構與技術問題，下午出發到三峽壩區，參觀雙向五級船閘、壩頂工程、三期工程、發電廠等（三峽大壩相關介紹如后），晚上宿三峽公司招待所。礙於時間的關係，僅能見識到西陵峽的壯麗，西陵峽自湖北秭歸香溪口至宜昌南津關，包括兵書寶劍峽、牛肝馬肺峽、崆嶺峽、燈影峽、黃貓峽等，總長約六十六公里，為三峽中最長的一個峽；石灰岩特別發達，岩洞無數，景色奇幻優美。而至於巫峽的秀及瞿塘峽的美，無奈則緣慳一面。

7/11~7/15

接下來前往河南的行程，參訪了小浪底水庫及三門峽等水庫（水庫相關介紹如後），再度見識到這些名聞遐邇的水利樞紐，另外也參觀了大陸極富盛名的嵩山少林寺及龍門石窟，少林寺的行程相當的緊湊，幾乎可以用“趕”來形容，再加上當地陰雨綿綿的天氣，因此當天的參觀行程起來不僅頗令人遺憾。至於龍門石窟的參觀行程則相對的輕鬆愜意多了，抵達時間剛好是黃昏時刻，當地的導遊說，這個時候的石窟最美，因為沿途每個石窟都運用了燈光的效果，製造光影變化所營造出的氣氛不在話下。想當然爾，這個時間伙伴們都已飢腸轆轆，而令人驚奇的是，品嚐到一頓永難忘懷的一餐，竟是洛陽水席，每道菜都有它名堂，此外，上桌的菜正如其名，如流水般接續不停，算一算一頓飯上桌的菜約莫有二十來道，令人驚奇程度可見一斑。看到了

大陸的地大物博，每個工程的規模都比台灣大很多，因為不管是土地或是人口都比台灣大很多、多很多，所以每樣工程對我們而言都很浩大，令人嘆為觀止。



二、主要參訪工程介紹

(一) 長江三峽水利樞紐工程簡介

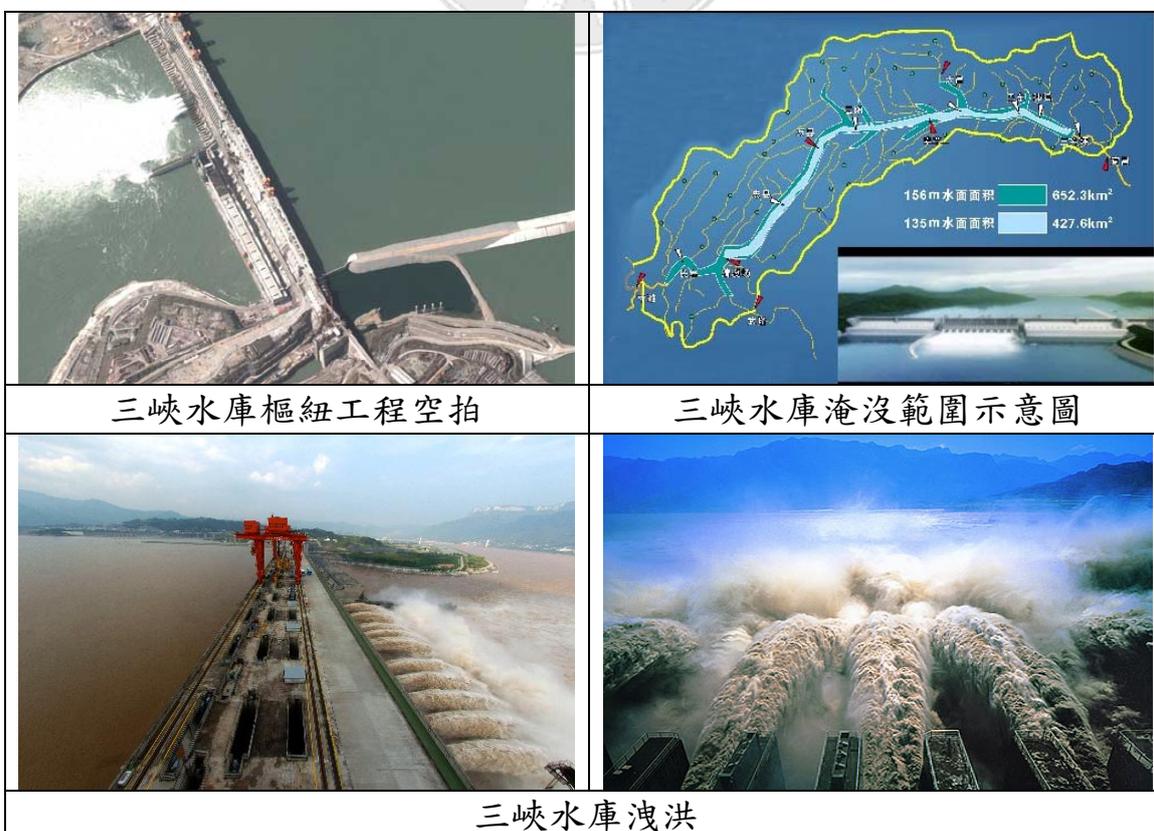
三峽工程全稱為長江三峽水利樞紐工程，三峽工程分三期，總工期 17 年。一期工程 5 年(1993—1997 年)，除準備工程外，主要進行一期圍堰填築，導流明渠開挖等。二期工程 6 年(1997—2003 年)，工程主要任務是修築二期圍堰，左岸大壩的電站設施建設及機組安裝等。導流明渠截流是二期工程轉向三期工程建設的重要標誌。三期工程 6 年(2003—2009 年)，目前進行的右岸大壩和電站的施工，並繼續完成全部機組安裝。屆時，三峽水庫將是一座長達 600 公里，最寬處達 2,000 米，面積達 10,000 平方公里，水面平靜的峽谷型水庫。

三峽工程是中國大陸，也是世界上最大的水利樞紐工程，是治理和開發長江的關鍵性工程。它具有防洪、發電、航運等綜合效益。防洪興建三峽工程的首要目標是防洪，可有效地控制長江上游洪水。經三峽水庫調蓄，可使長江的荊江河段防洪標準由現在的約 10 年重現期距提高到 100 年重現期距。發電三峽水電站總裝機容量 1820 萬千瓦，年平均發電量 846.8 億千瓦時。它將對華東、華中和華南地區的經濟發展和減少環境污染起到重大的作用。航運三峽水庫將顯著改善宜昌至重慶 660 公里的長江航道，萬噸級船隊可直達重慶港。航道單向年通過能力可由現在的約 1000 萬噸提高到 5000 萬噸，運輸成本可降低 35-37%。

三峽工程樞紐主要建築物由大壩、水電站、通航建築物三大部分組成。大壩位於河床中部，即原主河槽部位，兩側為電站壩段和非溢流壩段。水電站廠房位於兩側電站壩段之後。永久通航建築物均佈置於左岸。大壩即攔河大壩為混凝土重力壩，壩軸線全長 2,309.47 米，壩頂高程 185 米，最大壩高 181 米。設有 23 個泄洪深孔，底高程 90

米，深孔尺寸為 7×9 米，其主要作用是泄洪。電站壩段位於大壩兩側，設有電站進水口。樞紐最大泄洪能力可達 102,500 立方米／秒。水電站水電站採用壩後式佈置方案，共設有左、右兩組廠房。共安裝 26 台水輪發電機組，機組單機額定容量 70 萬千瓦。通航建築物通航建築物包括永久船閘和升船機。永久船閘為雙線五級連續梯級船閘，可通過萬噸級船隊。升船機為單線一級垂直提升式，一次可通過一條 3,000 噸的客貨輪。

三峽工程正常蓄水至 175 米時，三峽大壩前會形成一個世界上最大的水庫淹沒區——三峽庫區。三峽水庫將淹沒陸地面積 632 平方公里，淹沒城市 2 座、縣城 11 座、集鎮 116 個，涉及到湖北省夷陵區、秭歸縣、興山縣、巴東縣和重慶市主城區及所轄的巫山縣、巫溪縣、奉節縣、雲陽縣、萬州區、石柱縣、忠縣、開縣、豐都區、涪陵區、武隆縣、長壽縣、渝北區、巴南區、江津市等。其中秭歸、興山、巴東、巫山、奉節等 9 座縣城和 55 個集鎮全部淹沒或基本淹沒。



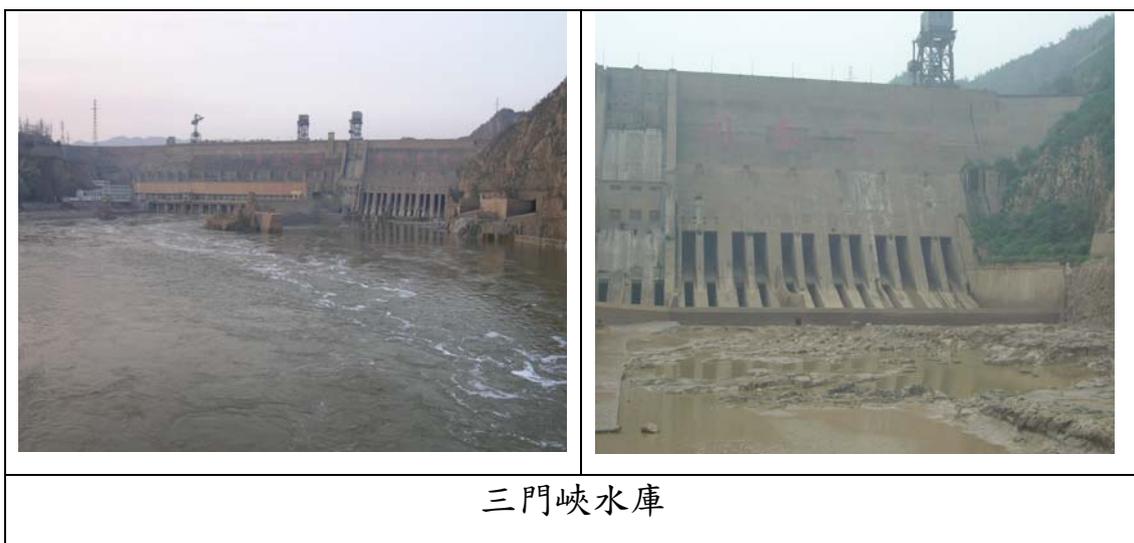
(二) 黃河三門峽水庫簡介

三門峽水庫位於黃河中游，是一座以防洪為主之多功能大型水庫。水庫控制之流域面積為 688,421km² 佔黃河全流域之 92%。平均年逕流量為 432 億 m³，其中汛期 7 月~10 月之逕流量佔 60%。平均年來砂量為 16 億噸，汛期內佔 85%。年平均含砂量為 37.8kg/m³，懸移質平均粒徑約 0.03mm。大壩上游 114km 處之潼關附近，有支流渭河匯入。交匯地帶之洪水河床約 10km 寬，而潼關之河床寬度則不到 1km。一期改建工程分別於 1968 年及 1973 年完成，工程包括：增建兩條底部高程為 290m、直徑 11m 之導水隧洞，打開 8 座已經封堵的導流底孔(底檻高程為 280m、寬 3m、高 8m)，並改建 1-4 號發電引水管為洩水排砂管，且將其進口底檻高程由 300m 降低為 287m。改建後，在水位為 305m 時，流量提高到 6,000cms，已不發生滯洪現象，此流量相當於下游河道之平灘流量。亦即對於可以安全通過黃河下游河段而不需要三門峽水庫調蓄的中小洪水，已能以低水位排洩，讓洪水穿堂而過，帶走全部來砂，甚至沖刷部份前期淤積物。爾後又於 1990 年完成第二期改建，各期改建之底孔結構及洩水能力如表 3-14。改建後(1973-1990)，採用蓄清排渾運轉方式，水庫大致保持沖淤平衡。非汛期來砂之淤積(因水庫蓄水運轉導致庫內壅水及低流速所形成)，也在汛期被沖刷，與來砂一起被排出庫外。

三門峽水庫 1960 年 9 月開始蓄水運轉後，淤積迅速發展。因受三門峽水庫迴水之影響，大量泥砂在渭河下游段淤積，並向上游延伸，降低了關中平原和西安市之防洪標準。為求改善淤積情況，自 1962 年 3 月起，水庫改為低水位運轉。因原始洩流設施只有 12 個底檻高程為 300m、寬 3m、高 8m 的深孔，加以深孔位置偏高，故洩流能力不足。汛期水庫水位仍然被迫升高，壅水依然嚴重，水庫淤積的

情形未能改善。分兩次進行第一期改建工程分別於 1968 年及 1973 年完成，工程包括：增建兩條底部高程為 290m、直徑 11m 之導水隧洞，打開 8 座已經封堵的導流底孔(底檻高程為 280m、寬 3m、高 8m)，並改建 1-4 號發電引水管為洩水排砂管，且將其進口底檻高程由 300m 降低為 287m。改建後，在水位為 305m 時，流量提高到 6,000cms，已不發生滯洪現象，此流量相當於下游河道之平灘流量。亦即對於可以安全通過黃河下游河段而不需要三門峽水庫調蓄的中小洪水，已能以低水位排洩，讓洪水穿堂而過，帶走全部來砂，甚至沖刷部份前期淤積物。爾後又於 1990 年完成第二期改建。改建後(1973-1990)，採用蓄清排渾運轉方式，水庫大致保持沖淤平衡。非汛期來砂之淤積(因水庫蓄水運轉導致庫內壅水及低流速所形成)，也在汛期被沖刷，與來砂一起被排出庫外。

三門峽水庫原設計是採取了泥砂控制措施。然而，由於其設計規劃過於樂觀，運行後很快出現了嚴重的淤積問題。1962 年和 1978 年間先後進行過六次研究，最終採取的方法是汛期放走泥砂、枯水期蓄水灌溉與發電的泥砂通路法。三門峽水庫的教訓，對包括三峽工程在內的許多以後興建的工程都具有指導作用。

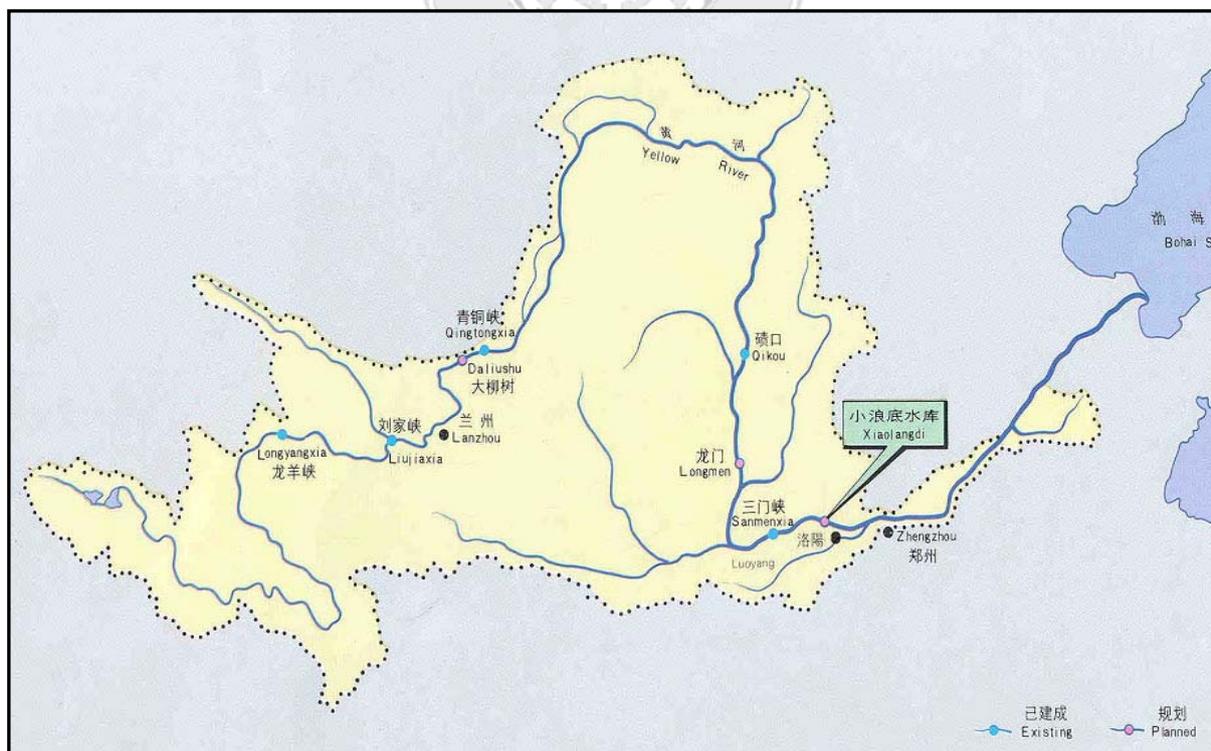


(三) 黃河小浪底水庫介紹

小浪底水利樞紐工程是黃河治理開發的關鍵性工程，工程於 1991 年 9 月 1 日正式開工，1997 年 10 月 28 日成功實現截流。2000 年初第一台機組將發電，2001 年底工程竣工。小浪底工程浩大，總工期十一年。工程位於河南洛陽以北 40 公里的黃河幹流上，上距三門峽水庫 130 公里，下距鄭州花園口 115 公里，是黃河幹流三門峽以下唯一能夠取得較大庫容的控制性工程，工程規模宏大，地質條件複雜，水沙條件特殊，運用要求嚴格，被中外水利專家稱為世界上最複雜的水利工程之一，是一項最具挑戰性的工程。小浪底工程的建成將有效地控制黃河洪水，使黃河下游花園口的防洪標準從現在的約 60 年重現期距，提高到 1000 年重現期距，基本解除黃河下游凌汛的威脅，減緩下游河道的淤積。工程以防洪（防凌）、減淤為主，兼顧供水、灌溉和發電，蓄清排渾，除害興利，綜合利用。小浪底水庫還可以利用其長期有效庫容調節非汛期徑流，增加水量用於城市及工農業用水、灌溉和發電。

小浪底水庫是三門峽以下唯一能取得較大庫容的控制性工程，控制黃河流域面積的 92.3% 和近 100% 的含沙量，開發目標以防洪、防凌、減淤為主，兼顧供水、灌溉和發電，水庫總庫容 126.5 億 m^3 ，其中防洪庫容 40.5 億 m^3 ，調水調沙庫容 10.5 億 m^3 ，淤積庫容 75.5 億 m^3 。淤積庫容可以取得使黃河下游河床 20 年內不抬高的減淤效益，為合理利用淤積庫容，儘量延長興利庫容的使用壽命，取得最大的減淤效益，合理的調度運用方式成為小浪底水庫減淤運用的關鍵。小浪底水庫入庫水沙條件受控於三門峽水庫出庫水沙過程，三門峽水庫運行方式直接影響小浪底水庫的沖淤變化。三門峽水庫非汛期蓄水，將入庫沙量全部淤積在庫內而清水下泄，到入汛前期，為了預泄防洪庫容，

降低水庫水位敞泄排沙，有大量泥沙排出庫外，進入小浪底水庫，是小浪底水庫發生淤積的主要時段。由此，小浪底水庫在入汛前期應和三門峽水庫聯合調度運用，當三門峽水庫泄洪排沙時，小浪底水庫相應降低水位洩洪排沙。



小浪底水庫與三門峽水庫地理位置示意圖

三、課程內容

7/2 河流動力學基礎-張小峰

1. 武漢當地河川泥沙的流失很嚴重。
2. 長江的逕流量大，但泥砂量不大。
3. 黃河的逕流量小，但泥砂量很大。
4. 葛洲壩的拆除工程是不易的，因為葛洲壩是一項很重要的紀念。
5. 泥砂沉速的定義：靜止清水中等速下沉時的速度。

狀態：滯性狀態、過渡狀態、紊動狀態。

6. 泥沙啟動(均勻沙)的定義：位於群體中的床沙，在水流作用下，由靜止狀態變為運動狀態的臨界水流條件。

運動力有：水流推舉、上舉力。

抗拒力有：動力、黏結力。

7. 啟動條件判別標準問題(具有模糊性)

(1) 克雷默定義(適用於實驗室)

- A. 弱動(3 倍均方差)
- B. 中動(2 倍均方差)
- C. 普動(1 倍均方差)

(2) 方法二：以推移質輸砂率小於另一數值或等於零時所對應的水流條件為起動條件。

8. 泥沙黏結力的表現與沙粒之間的空隙的厚度有很大關係，也與沙粒在水平面上的投影、沙粒所受的鉛直下的壓力有關。

9. 止動和揚動流速定義—止動：泥沙由運動轉入靜止的臨界流速。

揚動：泥沙由運動轉入懸浮的臨界流速。

10. 推移質輸砂率定義：在一定的水流及床沙組成條件下，單位時間內通過過水斷面的推移質數量。

11.推移質定義：沿河床面滾動、滑動、跳躍前進的泥沙。

特點：(1)時走時停

(2)在床面運動

(3)主要表現形成為連續的沙波運動

12.懸移質定義：懸浮在水中與水流相近的速度前進的泥沙。

13.推移質與懸移質的關係：(1)遵循力學規律不同

(2)不能截然劃分，可以相互轉化

14.床沙：組成河床表層的泥沙(不移動的)

15.懸移質的基本定律：(1)懸移質連續方程——含沙量分布

(2)懸移質動量方程——反映速度分布

(3)懸移質能量方程——水流挾沙力



7/3(上)大陸江河治理開發現狀-談廣鳴

1. 古代四大文明皆發源於大河流域：中国——黃河
古埃及——尼羅河
印度——恒河
古巴比倫——兩河流域
2. 都江堰：修建在岷江出山口沖積扇頂端上的自然分水工程，有 1000 萬畝，既無堰壩排水，又乏閘門控制，兩千多年來一直發揮著巨大引水防洪作用。
3. 內河通航：長江、珠江、松花江。
4. 中國最早的跨流域調水：連接長江、珠江水系的運河。
5. 中國大陸河流眾多，河流總長度達到 43 萬 km，長度在 1000 km 以上的河流就有 20 多條，流域面積超過 1000 km² 的有 1500 多條，100 km² 以上的河流約 50000 條。
6. 河流中大量的泥沙，沉積在低窪地帶和河口，形成了平原和三角洲。大陸東部幾個平原和三角洲就是由幾條大河建造的，現在已成為中國發展農業的精華地帶。
7. 河流眾多，逕流量十分豐富，空間分布卻呈現東多西少，南豐北欠的不平衡性。東部濕潤地區的河流，其逕流量占中國總逕流量的 95.55%。西部廣闊的干燥和半干燥地区的河流，逕流量只占總逕流量的 4.55%
8. 長江：長 6300 多千米，世界第三大河，入海水量 9800 億 m³，發源於青藏高原，流域面積 180 萬 m²，占全國的 1/5。
9. 長江流域通航里程近 3000km，水通貨運量占全國河貨運量的 40%，大宗貨物還是靠貨運。
10. 黃河近年的輸沙量變少的原因：(1)水少了，沙也跟著變少了

(2)上游水保變好了

11.黃河 56%的水量還自蘭州以上，90%的沙量來自河口鎮至三門峽區間。

12.黃河以北是海河，水少，所以需要加強水資源系統。

13.長江是貫通中國東西的交通大動脈，有“黃金水道”之稱，其戰略地位和開發利用價值十分顯著，保持長江航道暢通和安全對中國經濟社會發展具有非常重要的促進作用；目前中國對長江航道已進行了許多系統的整治。

14.中國河流開發存在的問題：

(1)工農業及生活污染物對河流造成污染(2)超量引水使得河流發生斷流(3)大壩的修建造成了壩上游淤積和下游沖刷(4)人為穩定流路導致防洪壓力增加(5)水電粗放型開發，缺乏規劃(6)梯級水電站集中蓄水對中下游影響。



7/3(下)河流泥沙研究進展-曹志先

1. 河流動力學研究對象：
 - (1)河道水流、泥沙運動、河道演變
 - (2)環境與生態學過程
2. 河流動力學研究方法：
 - (1)實驗研究方法
 - A.水槽實驗：水沙運動基本規律
 - B.物理/實體（比尺）模型：實際工程
 - (2)理論研究方法
 - A.水流挾沙力理論（恒定、均勻水流，飽合、平衡輸沙）
 - B.河流數學模擬理論（復染水沙過程）
- 3.河流數學模擬理論：
 - (1)基於流體力學基本(質量、動量)守恆定律的控制方程組
 - (2)廣義本構關係：湍流、阻力、泥沙
 - (3)數值方法：特別是雙曲型偏微分方程(激波與接觸不連續性的捕捉)，計算流體力學領域的熱點課題。
- 4.強沖積河流：其水流、泥沙運動和河床演變之間的相互作用強烈。
- 5.現有數學模型近似地適用於輸沙強度小、河床演變非常緩慢的弱沖積河流。
6. 水庫多目標管理：發電-防洪-航運- -生態。

7/4 河工模型實驗技術理論-陳立

1.河工模型的用途

- (1)河道演變發展趨勢的預測
- (2)河道水流運動、河床沖刷淤積過程的復演

2.河工模型的分類：(1)定床河工模型（水流模型）

A.正態定床模型

B.變態定床模型

(2)動床河工模型

3.河工模型的特點：

- (1)特點：成本高、週期長、方案少、自然水流、直觀
- (2)適用於短河段、不同時程河道演變預測（二維、三維問題的研究）

4.動床模型：當河床變化主要由於懸移質運動造成時，採用懸沙模型；當河床變化主要由於卵石、礫石造成時，採用推移質泥沙模型。

5.模型設計原則：(1)清水模型、渾水模型原則的確定

(2)正態模型、變態模型原則的確定

(3)整體模型、局部模型原則的確定

(4)懸沙模型、推沙模型原則的確定等等

6.控制技術：水位、流速、流向、河床變化、含沙量、泥砂級配、流場的測量。

7/5 大陸江河水利史（都江堰、大運河）-李可可

1. 自然環境

(1) 地理地貌：三大階梯式的地形，對河流水系形成影響

(2) 氣候降雨：大陸季風型氣候，降雨不均，洪旱頻發

2. 歷史背景

(1) 封建制度：主要影響治河與運河工程

(2) 以農為本：主要影響農田水利工程

(3) 土地兼併：導致水利工程的無序開發

3. 都江堰：都江堰位於成都以西 60 公里的岷江中游支流上，是一座大型的無壩引水工程，以其歷史悠久、規模宏大、設計巧妙、效益久遠而享譽中外。是公元前 256 年由秦國蜀守李冰創建的長江流域水利開發的第一項巨大工程。

4. 古今人工運河：(1) 曹魏及其以前的人工運河概況

A. 先秦：局部的人工運河

B. 秦漢時期：以關中為中心的人工運河

C. 魏晉南北朝時期：曹操開挖的北方運河

(2) 隋唐大運河—內河航運幹線的形成

(3) 北宋運河—圍繞政治中心向四周幅射式佈局

(4) 元代-京杭大運河

5. 中國古代五千年文明，是建立在水利的基礎之上的。

6. 中國古代的水利無論是規模、還是形式，無論是科學理論還是工程技術，無論是水利思想還是水利文化，都達到了相當高的水平。

7/6 河流健康-李義天

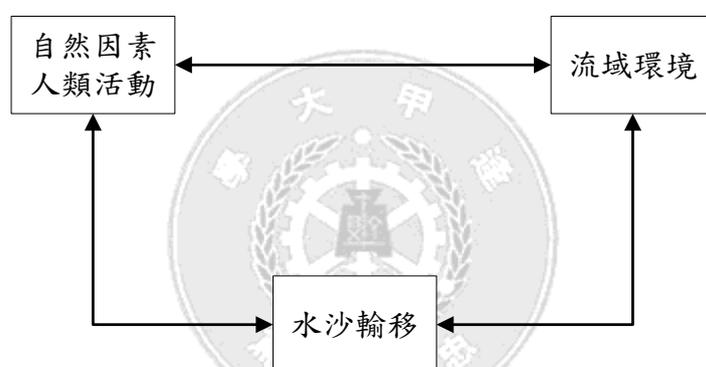
1. 河流及水資源是獨特的、流動的、不可替代的寶貴資源，它需要流域資源需求各方的共同維護和精心保養。

2. 河流健康=河流服務功能+河流生態環境：

(1) 過度強調“服務”，無節制地開發利用水資源(X)→生態惡化，人類無法生存

(2) 放棄“服務”，對河流不加治理(X)→災害氾濫，生態環境惡劣，人類無法生存

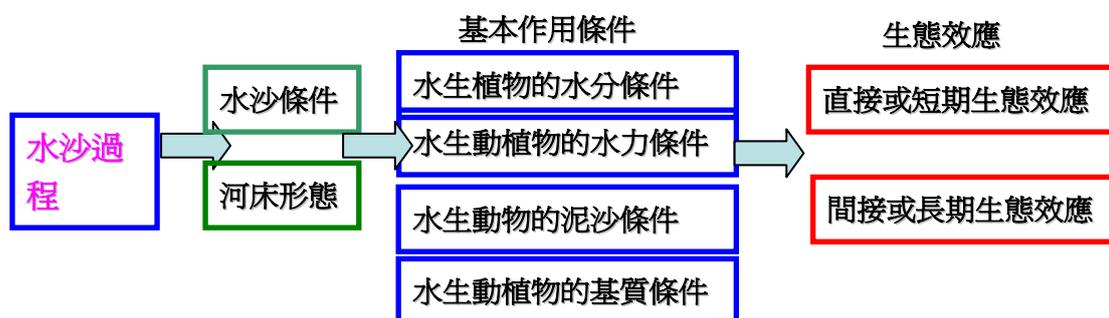
3.



水流、泥沙是基本的物理要素。

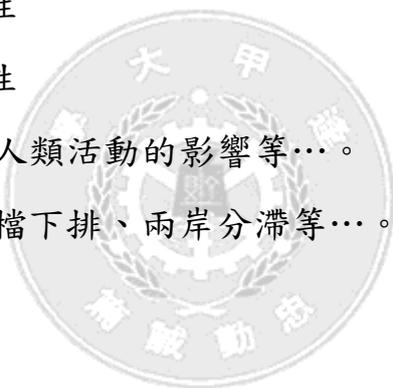
4. 水沙過程的二重性：利→水沙適量；害→水沙成害

5.



7/7 江河防洪概論-熊志平

1. 長江的水量是黃河的 17 倍，沙量是黃河的 1/3 倍。
2. 黃河年均輸沙量為 16 億噸。
3. 長將每年往外推移 200m，黃河外移 3km。
4. 中國江河洪水特色：
 - (1) 季節性明顯
 - (2) 年際變化大
 - (3) 地域分布不均
 - (4) 洪水峰高量大
 - (5) 大洪水的重複性
 - (6) 階段性和連續性
5. 洪水成災的成因：人類活動的影響等…。
6. 黃河工程分部：上檔下排、兩岸分滯等…。



7/12 水庫泥砂課程介紹

1. 半個多世紀的歷程，既是曲折複雜的研究過程，又是不斷深化的認識過程，為小浪底水庫優化調度奠定了基礎。
2. 黃河是我國第二大河，全長 5464km，流域面積 79.5 萬 km²。
 - (1) 水少沙多，水沙異源
 - (2) 水土流失嚴重
 - (3) 黃河下游河床為“ 地上懸河”
 - (4) 河勢游盪多變，主流擺動頻繁。
 - (5) 洪水威脅
 - (6) 水資源短缺
3. 水庫開發目標

- (1)水少沙多，水沙不平衡
- (2)洪水威脅→防洪(水庫攔蓄洪水過程庫容淤損)
- (3)地上懸河→減淤(水庫攔沙與調水調沙，庫區淤積形態與過程、黃河下游河床調整過程)
- (4)水資源短缺→灌溉、供水(河床調整對引水能力的影響、分流分沙比等)、發電(電站防沙問題)

4. 小浪底水庫攔沙後期運用方式研究

2004年9月水利部批復《小浪底水利樞紐攔沙初期運用調度規程》中，明確小浪底水庫運用分為攔沙初期、攔沙後期和正常運用期三個時期，其中攔沙初期與後期的界定為水庫淤積量達21億 m^3 至22億 m^3 。

5. 主要功能

- (1)探求和揭示“原型黃河”內在的規律
- (2)為數學模型提供物理圖形及參數
- (3)“數字黃河”與“原型黃河”之間的中試環節

四、工程考察與參觀：

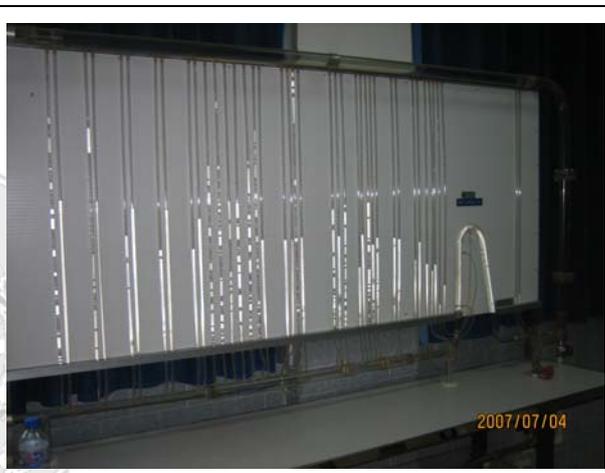


7/1 到達大陸-武漢，前往江灘、龍王廟參觀





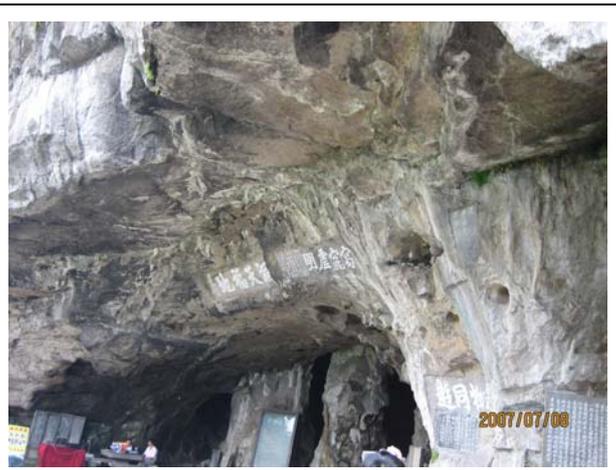
7/4 泥沙模型試驗參觀



7/4 參觀武漢大學水力學試驗教學設備



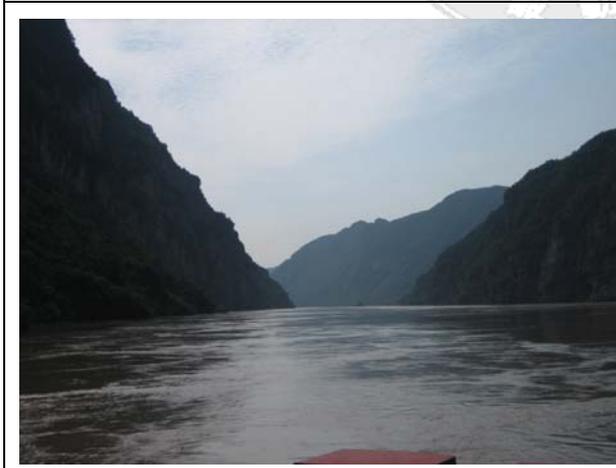
7/6 參觀武漢大學農田水利試驗及水電站實驗室設備



7/8 參觀三遊洞、白鱈豚館

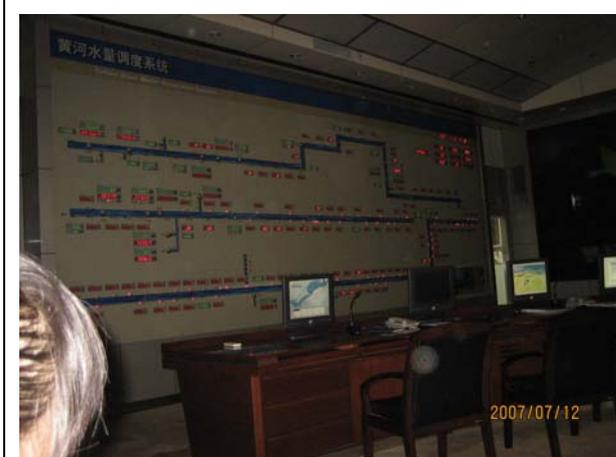


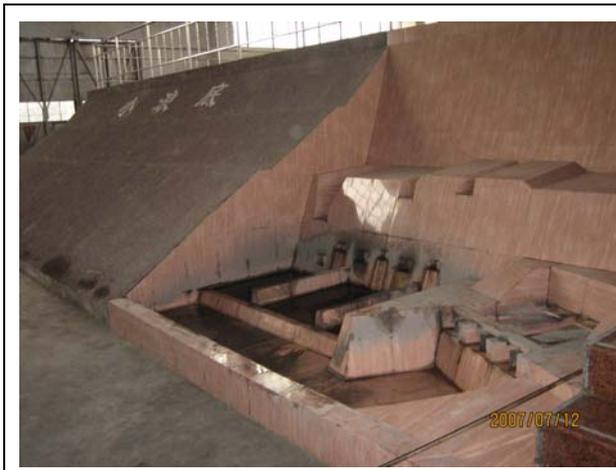
7/9 三峽大壩工程參觀



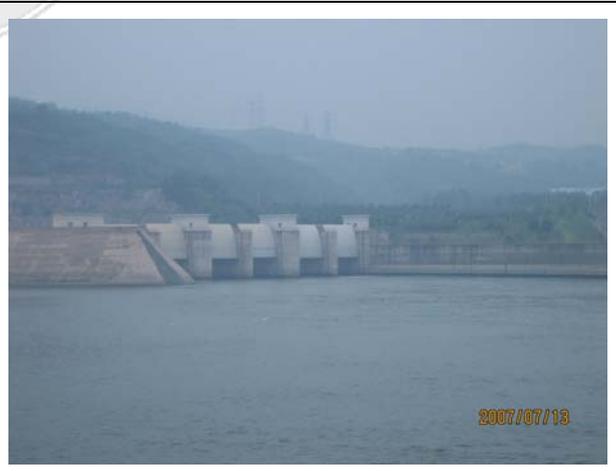
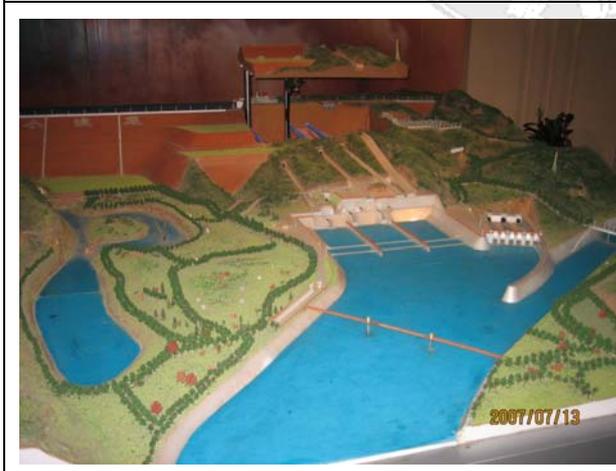


7/10 參觀西陵峽的三峽人家、水上人家



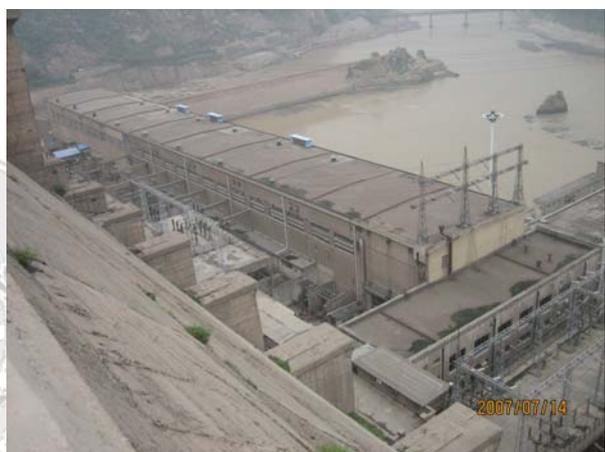


7/12 水調中心、大壩模型及工程參觀，花園口





7/13 少林寺、龍門石窟及小浪底工程參觀



7/14 三門峽工程、虢國兵馬坑

五、心得建議：

此次的大陸移地教學，行程方面是排的很充實、豐富及多樣化的，不只是在於課堂教學的部份，還安排了工程參觀，因為大陸的土地太廣闊了，當要移動至下一個行程的時候要花費很多時間在坐車上，但這也剛好是給我們一個休息的機會，只是第一個禮拜的課程真的是太滿了，一整天都要坐在教室裡上課，七月份的天氣燥熱，又來到了以前都沒有來過的新環境，難免會比較浮動，要完全靜下心來上課是有點困難的，但大家還是盡力的完成了所有的課程。

可以出去走走看看的地點感覺很不錯，也實際看到、聽到了世界聞名的三峽大壩工程的設計理念、實際工程；也學習到了黃河治理的重要理念，這真的是很難得的收穫及回憶，對身為水利人的我們是一項非常重要的學習。

這次的活動雖然是移地教學，但還是希望能有多一點的參觀行程，那也比較能滿足大家的好奇心，畢竟能出國的機會不是常常有的。

參考文獻

1. 李可可，大陸江河水利史，武漢大學教學講義，2007。
2. 李義天，水沙過程與河流健康，武漢大學教學講義，2007。
3. 曹志先，河流泥沙研究進展，武漢大學教學講義，2007。
4. 陳立，河工模型試驗技術理論，武漢大學教學講義，2007。
5. 張小峰，河流動力學基礎，武漢大學教學講義，2007。
6. 張俊華，小浪底水庫泥沙研究，黃河科學委員會教學講義，2007。
7. 談廣鳴，大陸江河治理開發現狀，武漢大學教學講義，2007。

