

# 逢甲大學學生報告 ePaper

## 輸砂動力學移地教學報告

作者：丁遠期

系級：水利系水保組碩士一年級

學號：M9606331

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

開課學年：96 學年度 第一學期

## 中文摘要

這次前往逢甲大學的姊妹校「中國武漢大學」進行輸砂動力學移地教學參觀，進而學習對岸的水利工程知識和見識到長江三峽大壩的雄偉。這趟旅程主要藉由課堂授課和實地的工程參觀了解大陸現對水利工程努力和未來的展望，主要的授課教授邀請了武漢大學水電學院的資深教授進行一個星期的教學，從中得知目前中國大陸對水利工程的努力和發展也是不遺餘力；水利工程的發展史早在幾千年前大禹治水的年代就開始被重視，『水』的治理經過幾千年努力還是沒有辦法完全把它控制住，這說明了水利工程在當代的重要性。經過了這次的移地教學的過程中學習到了許多的觀念和知識，中國大陸在近幾年經濟快速的發展，以不在是我們想像中的落後的中國大陸，在發展的過程中最重要的工程就是「長江三峽大壩」，這是一個新的創舉，它領導著中國大陸邁入另一個新的階段。

**關鍵字：**武漢大學、輸砂動力學、長江三峽大壩

## 目 次

一、行程概述	4
二、課程介紹	7
1. 7月2日 張小峰教授 課程名稱：河流動力學基礎	7
2. 7月3日 談廣鳴教授 課程名稱：大陸江河治理開發現狀	9
3. 7月3日 曹志先教授 課程名稱：河流泥砂研究進展	11
4. 7月4日 陳立教授 課程名稱：河工模型實驗理論	13
5. 7月5日 李可可教授 課程名稱：大陸江河水利史	14
6. 7月6日 李義天教授 課程名稱：河流健康	17
7. 7月7日 熊治平教授 課程名稱：江河防洪概論	18
三、工程考察與參觀	19
1. 7月1日(日) 武漢漢口江灘	20
2. 7月4日(三) 武漢大學水工、流力試驗室參觀	21
3. 7月4日(三) 農田水利實驗場、水電站實驗室參觀	22
4. 7月8日(日) 宜昌-翁家酒館、三遊洞、中華鱘博物館參觀	23
5. 7月9日(一) 宜昌—三峽大壩工程教學及參觀	24
6. 7月10日(二) 宜昌—西陵峽之水上人家	26
7. 7月12日(四) 黃河河務局水調中心教學與參訪模型大廳和花園口	27
8. 7月13日(五) 少林寺、小浪底工程及龍門石窟	28
9. 7月14日(六) 參觀三門峽工程、虢國兵馬坑	30
四、心得	31
五、參考文獻	32

## 表目錄

表 1.1 行程表	6
-----------	---

## 圖目錄

圖 1 .都江堰工程示意圖	17
圖 2 .都江堰工程	17

## 照目錄

照 1 漢口江灘	20
照 2 泥沙模型試驗、水力學實驗室	21
照 3 農田水利試驗場、水電站實驗室	22
照 4 三遊洞、中華鱘館	24
照 5 長江三峽大壩	25
照 6 西陵峽	26
照 7 參觀水調中心、模型大廳、花園口	27
照 8 參觀少林寺、龍門石窟、小浪底工程	29
照 9 參觀三門峽工程、虢國兵馬坑	30

## 行程概述:

凌晨三點多拖著重重的行李箱，邁著大大的腳步，即將前往中國大陸進行為期 14 天的移地教學之旅。早在幾個星期前就開始策劃要準備的行李。這是我人生當中的第一次踏出國門，雖然是我人生的一小步，但卻是我邁向國際化的一大步。

隨著集合的時間的到來大家各自拖著行李，睡眼惺鬆搖搖晃晃到達集合的地點。坐上了小巴士前往中正國際機場，路上大家睡死了一遍，太陽也慢慢的升起。

經過了二個多小時終於到達了中正國際機場，雖然時間是早上六點多鐘，但機場裡面老早就擠滿了準備出國的民眾。辦好了手續後，陸陸續續登上了飛機，在飛行的途中飛機因為遇到亂流而有所搖晃，就好像在坐雲霄飛車一樣，真是虛驚了一場。

抵達香港後，因為政治的原因所以必需在此轉機，搭乘中國南方澳的飛機前往武漢，正如其名飛機真的很「澳」，好像快解體一樣，坐上去後心驚膽跳，可能是因為國內線的關係。

咻的一聲～飛機降落在武漢機場，來迎接我們的事武漢大學的李建雄老師和王放老師，帶領我們參觀江灘、龍王廟和漢陽南岸嘴大堤。這的防洪工程真是歷史的見證，記錄著不同年代洪水留下的足跡。早在大禹治水的時代，洪水所造成問題關係著整個經濟的發展和

人民的生命財產安全，直到今日治水依舊是一個重要的課題。水是捉摸不定，我們只能減少它帶來的災害卻不能完全的解決它。所以水利工程是一門很深奧的學問。

接下來 14 天的行程如表 1.1 所示，在後面有詳細的介紹：

表 1.1 行程表

授課日期	授課時間	課程名稱	授課老師
7月2日 (一)	8:30—11:30	河流動力學基礎	張小峰教授
	14:30—17:30		
7月3日 (二)	8:30—11:30	大陸江河治理開發現狀	談廣鳴教授
	14:30—17:30	河流泥沙研究進展	曹志先教授
	19:00—21:00	與研究生座談交流	楊曉嵐
7月4日 (四)	8:30—11:30	河工模型實驗技術理論	陳立教授
	14:30—17:30	模型實驗實習:泥沙模型試驗廳、水力學實驗室	陳立教授 詹才華教授
7月5日 (四)	8:30—11:30	大陸江河水利史 (都江堰、大運河)	李可可教授
	14:30—17:30		
7月6日 (五)	8:30—11:30	河流健康	李義天教授
	14:30—17:30	參觀武漢大學、農田水利實場、水電站實驗室等	張申澤 王富慶 李進平
7月7日 (六)	8:30—11:30	江河防洪概論	熊治平副教授
	14:30—17:30		
7月8日 (日)	7:30—12:00	武漢—宜昌	三峽大學
	14:30—18:00	三遊洞、白鱔豚館	
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

輸砂動力學移地教學報告

	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:講課 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、虢國兵馬坑	住鄭州
7月15日 (日)	中國南方航空 CZ3073 鄭州/香港 8:50—11:40 長榮 BR870 香港/台北 15:30—17:10	鄭州-香港-臺灣	

**課程介紹：**

7 張小峰教授 課程名稱：河流動力學基礎月 2 日

(一)與普通水力學關係

a.以天然河道為主要研究物件

b.河床是可變的

(二)學科內容

河道水流運動規律

水流與河床相互作用的紐帶-泥沙運動規律

泥沙顆粒特性

泥沙沉降特性

泥沙起動、推移質、懸移質

河床演變學

工程泥沙

模擬技術

(三)推移質和懸移質的定義

1、推移質：沿河床床面滾動、滑動或跳躍前進的泥沙

運動學特點：(1) 時走時停

(2) 在床面附近運動

(3) 主要表現形式為連續的沙波運動

2、懸移質：懸浮在水中與水流相近的速度前進的泥沙。

3、兩者關係：(1) 遵循的力學規律不同

(2) 不能截然劃分，可以相互轉化。

#### (四)推移質分類

1、沙質推移質:沖積河流，中細沙，河床床面層，全部可動

2、卵石推移質:山區河流，卵石、礫石、粗沙，河床床面層部分可動  
部分不可動。

#### (五)懸移質、床沙質及沖瀉質概念

1、推移質

2、懸移質：懸浮在水中，與水流同樣速度前進的泥沙。

3、床沙質：組成河床表層的泥沙

4、相互關係：(1) 懸移質和推移質之間

a.遵循的力學規律不同

b.不能截然劃分，可相互轉化

(2) 懸移質、推移質和床沙之間

a.懸移質、推移質是運動著的，床沙不動

b.懸移質、推移質與床沙作不斷交換

7月3日 談廣鳴教授 課程名稱：大陸江河治理開發現狀

報告內容：

- ◆ 河流與人類文明
- ◆ 大陸主要河流介紹
- ◆ 大陸主要河流開發與治理現狀
- ◆ 大陸主要河流開發存在的問題

古代四大文明皆發源于大河流域

中國—黃河            古埃及—尼羅河

印度—恒河            古巴比倫—兩河流域

(一) 大陸河流主要特點

- 1、河流眾多，地區分佈不均勻
- 2、豐富多彩的水系類型
- 3、國際河流遍佈邊境地區
- 4、水利資源豐富，經濟價值高

(二) 大陸主要河流介紹

長江—長 6300 多千米，僅次於南美洲的亞馬遜河和非洲的尼羅河，為世界第三大長河；入海水量近 1 億立方米，占全國河流徑流量的 37%，水能資源極為豐富，相當於美國、加拿大和日本三國水能資源的總和，也列為世界第三位。

黃河——河道全長 5484 km，流域面積 79.5 萬 km<sup>2</sup>，年平均徑流量 580 億 m<sup>3</sup>，是我國的第二大河也是世界上著名的多沙河流。

黃河發源于青藏高原巴顏喀拉山北麓海拔 4500 m 的約古宗列盆地，流經青海、四川、甘肅、寧夏、內蒙古、陝西、山西、河南、山東等九省區，在山東墾利縣注入渤海。

珠江——我國南方的一條大河，橫貫華南大地，是我國七大江河之一。珠江包括珠江流域、韓江流域、海南省，廣東、廣西沿海諸河及雲南、廣西國際河流，跨越雲南、貴州、廣西、廣東、湖南、江西、福建、海南等 8 省區，總面積為 79.63 萬平方公里，其中珠江流域我國境內面積 44.21 萬平方公里，另有 1.1 萬余平方公里在越南境內。

海河 ——海河流域包括海河、灤河、徒駭馬頰河三大水系。由薊運河、潮白河、北運河、永定河、大清河、子牙河、漳衛南運河、黑龍港水系和海河幹流組成，各水系呈扇形分佈。

7月3日 曹志先教授 課程名稱：河流泥砂研究進展

## 河流動力學研究物件與方法

### 河流動力學基本原理

#### (A)河流動力學基礎研究進展

- a.水沙兩相流
- b.河床附近泥沙交換機理與定量化模式
- c.沖積河流耦合數學模擬理論
- d.非恒定水沙動力學
- e.複合明渠水沙動力學
- f.異重流

#### (B)研究物件

- a.河道水流、泥沙運動、河道演變
- b.環境與生態學過程

#### (C)應用領域

- a.水庫泥沙淤積與大壩下游沖刷、洩洪排沙、多庫聯合優化調度、調水調沙
- b.江河洪水、泥沙災害（如極值洪水、大壩、堤岸或大型滑坡體潰決）
- c.河流系統重歸自然化（如大壩拆除）
- d.河流泥沙管理（如河道采沙、喂沙）

e. 河流建築工程（如取、排水口及橋墩附近局部沖刷、港口淤積）

f. 航道工程

g. 河流環境與生態學（水質安全）

7月4日 陳立教授 課程名稱：河工模型實驗理論

主要內容

一、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複演

二、河工模型的分類

1.定床河工模型（水流模型）

(1)正態定床模型

(2)變態定床模型

2.動床河工模型

(1)正態動床模型

(2)變態動床模型

a.幾何變態

b.比降變態

c.時間變態

三、河工模型與數學模型的互補性

1.數學模型的特點及適用範圍

2.河工模型的特點

3.預測河道演變的方法包括：實測資料的分析、河工模型、數學模型

7月5日 李可可教授 課程名稱：大陸江河水利史

1、先秦時期：

- 興建了一批效益延續至今的大型農田水利工程；
- 開鑿了幾條成為後來人工運河幹線的運河段；
- 初步形成了黃河下游的堤防體系。

2、秦漢時期：

- 農田水利中心位於黃河流域；
- 人工運河以關中漕渠為代表，連接黃河下游與關中地區；
- 開展了數次大規模的治河，其中以王景治河為代表。

3、魏晉南北朝時期：

- 農田水利的成就主要集中在軍事屯田方面；
- 人工運河的成就主要體現于曹魏時的軍事運河。

4、隋唐時期：

- 農田水利格局發生了重大的變化；
- 形成了歷史上著名的隋唐大運河，呈倒人字形佈局；
- 黃河處於歷史上著名的“八百年安流”的狀態。

5、兩宋時期：

- 農田水利：北方的淤灌；南方的圩田；

- 以“汴京四渠”為代表的人工運河；
- 歷史上著名的“三次回河之役”，均以失敗而告終。

## 6、元明清時期

- 全國形成了農田水利遍佈的情形，規模不一，門類多樣；
- 開鑿和形成了世界上著名的京杭大運河；
- 治河取得了空前的成就：
  - 元末賈魯堵口治河—歷史上唯一的汛期堵口；
  - 明後期至清前期以潘季馴和靳輔為代表的治河家大力推行“築堤束水”、“束水攻沙”的治河方略；
  - 我國傳統治河技術日臻成熟與完善。
- 近代西方水利科技開始引入。

## 都江堰

- 都江堰位於成都以西 60 公里的岷江中游幹流上，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。
- 都江堰是西元前 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。

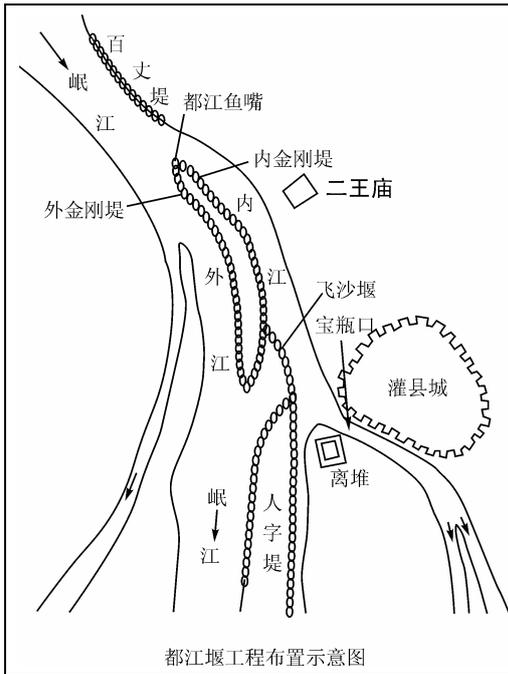


圖 1. 都江堰工程示意圖



圖 2. 都江堰工程

7月6日 李義天教授 課程名稱：河流健康

水能載舟，亦能覆舟

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。

不適當或過度的開發利用，導致河流系統某項或者多項功能的受損或衰竭，制約了河流的可持續利用，危及流域整體利益。

✘ 過度強調河流服務功能，無節制地開發利用水資源

● 河流生態環境惡化，人類無法生存

✘ 放棄河流服務功能，對河流不加治理

● 災害氾濫，生態環境惡劣，人類無法生存

水流、泥沙是河流系統最基本的物理要素，構成了河流系統的動力因數。水沙調控是世界各大河流水資源開發利用的經驗和教訓總結，更重要的是對水資源優化配置的認識突破。

7月7日 熊治平教授 課程名稱：江河防洪概論

### 一、河道水流的基本特性

- (1)兩相性
- (2)三維性
- (3)不恆定性
- (4)非均勻性
- (5)不平衡性
- (6)紊動性
- (7)阻力復染性
- (8)流速分佈不均勻性
- (9)流態特異性

### 二、河流泥砂的分類

- (1)按粒徑大小分類
- (2)按運動屬性分類

### 三、河流泥砂的基本特性

- (1)幾何特性
- (2)重力特性
- (3)沉降特性

## 工程考查與參觀

### 7月1日(日) 武漢漢口江灘

漢口江灘公園上起武漢客運港，下至丹水池後湖船廠，以大面積綠化和濱江公共休閒活動空間為主，展示城市景觀。公園分三期進行規劃建設，全部工程于2006年初完工，如今，整個漢口江灘已成為一個長達6.2公里、總面積達150萬平方米的休閒廣場，是目前中國大陸全國最大的休閒廣場。

照 1 漢口江灘



### 7月4日(三) 武漢大學水工、流力試驗室參觀

武漢大學裡設置的泥沙模型試驗場和水力學實驗室對河道進行河道沖積淤砂的模擬試驗，其試驗的結果可供實際的水利工程建設時的參考資料依據。

照 2 泥沙模型試驗、水力學實驗室



7月4日(三)農田水利實驗場、水電站實驗室參觀

照3 農田水利試驗場、水電站實驗室



## 7月8日(日) 宜昌-翁家酒館、三遊洞、中華鱘博物館參觀

三遊洞距宜昌市 10 公里，於山崖絕壁之上，它是一處開發已久的天然溶洞，風光明媚宜人。唐元和十四年(西元 819 年)白居易、元微之、白行簡三人曾來此尋幽訪勝，賦詩抒懷，並由白居易撰「三遊洞序」以紀其事，此洞始名「三遊」。宋代的嘉祐元年(1056 年)蘇洵、蘇軾、蘇轍父子三人也曾遊此，人們稱為「後三遊」。三遊洞形成於峭壁的中部，背倚西陵峽，面臨下牢溪，高嵐深谷，山水秀麗。洞室面積約 700 平方米，洞石褶皺起伏，形態富於變幻，或如獸奔蛇舞，或若驚濤流雲，奇麗多姿。洞的中部有鐘乳石二根並列下垂，宛如門楹，將洞隔成兩室，前室明曠，後室幽深，其旁復有一小洞頗狹窄，扶壁需佝僂前行，可至洞外俯瞰大江。洞室內外石壁上，存有歐陽修、黃庭堅、葉衡等宋人題刻十餘處和明代重刻「三遊洞序」石碑及其它詩文題刻四十餘處，另有近人柯逢時、張難先、馮玉祥等的題詞。三遊洞外山頂及其附近，還有傳為三國蜀漢封所築的城壘和張飛擂鼓台等遺跡。

興建三峽大壩，雖然可改善長江河道，減少翻船意外，用以水力發電，造福人民，但對長江原有生態卻有一定影響，中華鱘魚便是其中受影響的生物。中華鱘魚主要分布在長江幹流和沿海水域，成年的中華鱘魚可長達四米，體重超過千斤，壽命長達百歲，為二十七種鱘魚之冠，是淡水魚類中最大最長壽。

照 4 三遊洞、中華鱘館

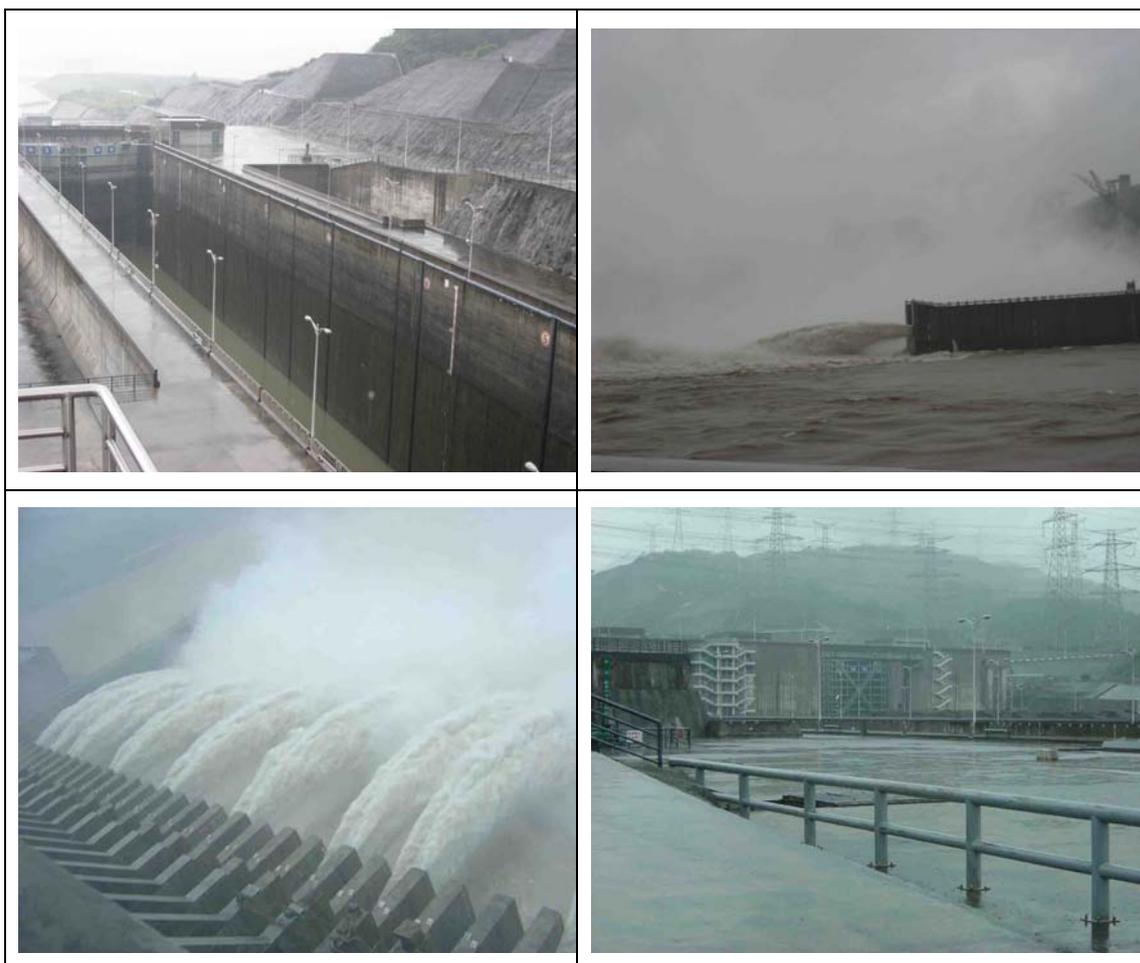


### 7月9日(一) 宜昌—三峽大壩工程教學及參觀

長江三峽自古以來，不僅是自然美景的象徵，也代表了中國自古以來的諸多航運、文化、商業等各種活動的綜合體。長江三峽，也因此成為自古兵家必爭之地。自從約二十年前，中共政府開始釋出興建長江三峽大壩的消息開始，全世界的水利界、環境界、生態界，無不對於此一人類有史以來的最大建壩工程，投諸特殊的眼光。1997年，長江截流完成；2003年，三峽大壩開始蓄水至135公尺水位線，諸多城鎮古蹟正式成為歷史，三峽大壩的所有功能，也正式開始運作。三峽大壩工程，似乎已成為長江的代名詞，也是大陸人民的希望工程。中國大陸目前持續凸顯長江三峽大壩在經濟發展方面佔有的角

色，但在大陸境內與全世界，有更多的人在感嘆其工程之浩大的同時，也對於該工程計畫所衍生的環境生態、歷史文化，甚至人權等議題，提出許多質疑。

照 5 長江三峽大壩



7月10日(二) 宜昌—西陵峽之水上人家

照 6 西陵峽



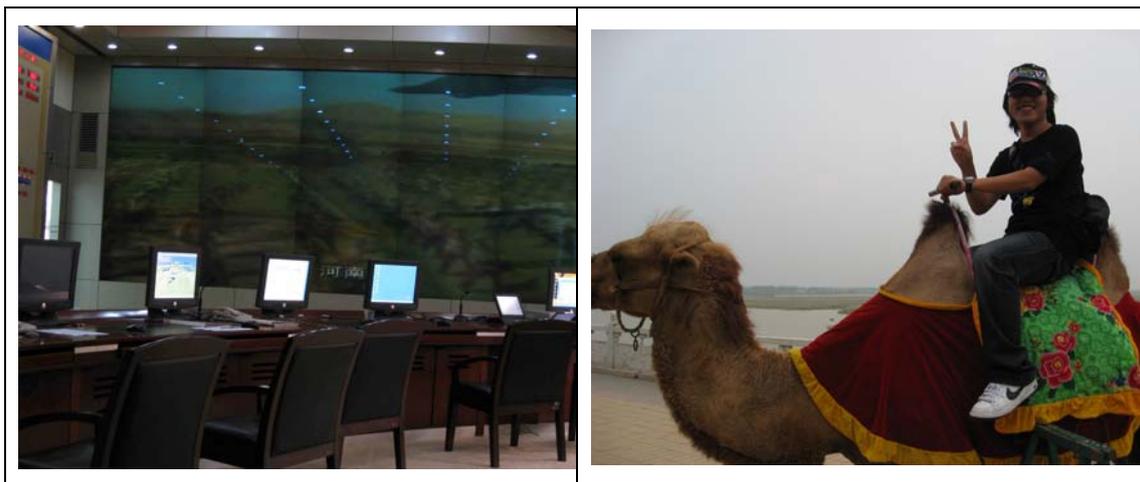
## 7月12日(四) 黃河河務局水調中心教學與參訪模型大廳和花園口

欲了解中國，必須了解黃河；欲了解黃河，一定要知道花園口。花園口是黃河的縮影，也是黃河的一個窗口。名臣、河神、鐵犀、傳說……黃河文化在花園口打下了深深的烙印，黃河歷史在花園口寫下了不朽的篇章。黃河專家說，花園口特殊的地理位置注定了其非凡的歷史。在鄭州市北郊 18km 的黃河岸邊，有一個聞名遐邇的地方花園口。花園口西距邙山 12km，北邊緊靠黃河，清代，這裏曾是黃河渡口，且因舊有花園一處，遂名花園口。

花園口地處黃河下游沖積扇的上端，歷史上黃河曾多次在此附近決口。近 40 年來，隨著國家經濟建設和治黃建設的發展，花園口發生了巨大的變化。通過多次大規模地堤防培修和險工改建，花園口的堤防，平均加高了 2.2m，原有的險工全部改建成為砌石壩岸，堤防和險工的抗洪能力大為提高。

照 7 參觀水調中心、模型大廳、花園口





### 7月13日(五) 少林寺、小浪底工程及龍門石窟

中國嵩山少林寺「禪宗祖庭」少林寺是天下第一名剎，因坐落在少室山下的茂密叢林中，故名「少林寺」。少林寺位於嵩洛文明之腹地，經過千餘年的歷史沉澱，具有豐富的文化底蘊，時至今日，這座千年古剎仍盡顯芳華。

龍門石窟位於洛陽市區南面 12 公里處，是與大同雲崗石窟、敦煌千佛洞石窟齊名的我國三大石窟之一。龍門是一個風景秀麗的地方，這裡有東、西兩座青山對峙，伊水緩緩北流。遠遠望去，猶如一座天然門闕，所以古稱“伊闕”。現“伊闕”，自古以來，已成為遊龍門的第一景觀。唐詩人白居易曾說過：“洛陽四郊山水之勝，龍門首焉”。

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 年一遇，提高到千年一遇，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。

照 8 參觀少林寺、龍門石窟、小浪底工程



### 7月14日(六) 參觀三門峽工程、虢國兵馬坑

由三門峽工程採用“蓄清排濁”的運用方式，非汛期下泄清水，黃河下游由淤變沖；汛期集中排沙，在一定程度上適應了黃河下游對泥沙“多來多排”的特性，使黃河下游河道的泥沙淤積量有所減少，估計平均每年少淤約 6000 萬 t。三門峽水利樞紐調水調沙的運用實踐，為在多泥沙河流上修建大型水庫開創了先例，提供了極為寶貴的經驗。

照 9 參觀三門峽工程、虢國兵馬坑



## 心得與建議

參與這次交流的學生每個人都有不一樣的新體驗，對中國大陸的看法也改變了許多，從中學習到不少的知識，見識到中國大陸的工程技術的偉大和大壩的雄偉，這一切的一切真是令大家嘆為觀止。在這之中參觀了不少的工程案例，也吸收到不同的經驗。透過這次的移地交流讓每個人都有所成長，不僅是在知識上的增長，在心靈上更是有所成長。往往只有在書本上能看到的知識和風景，這次的教學之旅中一一呈獻在大家的面前，激發了大家對未來的學習和求知的慾望。「讀萬卷書，不如行萬里路」這句千古名言，映證了這次的交流之旅。從一開始的不熟悉，到後來大家都成為了好朋友，也認識了不少的大陸同胞們，真是一趟收豐滿滿的旅行。

由於這次參與武漢大學移地教學的對象大部分都是水利方面相關的在學學生，在旅費方面對部分的學生而言算是一筆不小的負擔，希望學校方面能有所補助。在課程方面大致上沒什麼太大的問題，只是在口音方面有所障礙。在最後幾天的行程安排上蠻精緻的，但是有少許的急促。大致上是一次蠻不錯的移地教學之旅。

## 參考文獻

1. 武漢大學 — 河流動力學基礎 PPT — 張小峰
2. 武漢大學 — 大陸江河治理開發現狀 PPT — 談廣鳴
3. 武漢大學 — 河流泥沙研究進展 PPT — 曹志先
4. 武漢大學 — 河工模型試驗技術理論 PPT — 陳立
5. 武漢大學 — 大陸江河水利史 PPT — 李可可
6. 武漢大學 — 水沙過程與河流健康 PPT — 李義天
7. 黃河科學研究院 — 黃河泥沙研究
8. 黃河委員會網站及簡介
9. 武漢大學 — 河流泥沙動力學 張瑞錦主編
10. 張小峰等《水利學報》90 年第 10 期
11. Cao et al. (2004). Journal of Hydraulic Engineering, ASCE, 130(7), 689-703.
- 12.3. Cao et al. (2007). Proc. 32nd IAHR Congress, July 1-6, Venice, Italy.
13. 鄭州旅遊網站
14. 武漢旅遊網站