

逢甲大學學生報告 ePaper

報告題名：輸砂動力學 —— 移地教學心得報告

作者：翁儷容

系級：水利系水保組碩士一年級

學號：M9608571

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

- (1)目的：本次前往武漢大學進行的移地教學乃是本校與武漢大學結為姊妹校後水利工程與資源保育學系正式的大規模學術交流，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。
- (2)過程及方法：此次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名勝古蹟，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，印證了本次的交流之旅。
- (3)結果：由於本次參與武漢大學移地交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。這次去參訪大陸各種課程、工程以及景點，更加開闊了我的鑑識及學識，每種不同的經歷都是不同的成長。不過就經費的部份，對我們還在就學的學生而言是個燙手的問題，雖然知道系上、系友會都有贊助我們部分的費用，但是還是一筆龐大的金額，可能下次舉辦的話，可以尋求逢甲大學的補助或贊助單位及廠商，畢竟求學的路程已經花費了家裡需多的費用，所以能省則省。再來就是，這次的行程非常的豐富且充實，但是時間太過倉促，許多景點並沒有深入了解便匆忙的帶過，帶了幾許的遺憾，所以在下次安排的行程，可能要把多項因素考量進去，如腳程、景點介紹…等花費的時間，以避免這次的遺憾。

關鍵字： 河流泥沙動力學、三峽大壩、河流

目錄

一、行程概述	4
二、課程內容	6
1. 7月2日(一) 張小峰教授：河流動力學基礎	6
2. 7月3日(二) 8：30AM 談廣鳴教授：大陸江河治理 開發現狀	7
3. 7月3日(二) 2：30PM 曹志先教授：河流泥沙研究進展	8
4. 7月4日(三) 8：30AM 陳立教授：河工模型實驗技術理論	9
5. 7月5日 李可可教授：大陸江河水利史（都江堰、大運河）	10
6. 7月6日(五) 8：30AM 李義天教授：河流健康	11
7. 7月7日(六) 8：30AM 熊治平副教授：江河防洪概論	14
三、工程考察與參觀	16
1. 7月1日(日) 武漢漢口江灘	16
2. 7月3日(二) 武漢大學—逢甲大學研究生交流	17
3. 7月4日(三) 武漢大學水工、流力試驗室參觀	18
4. 7月4日(三) 農田水利實驗場、水電站實驗室參觀	19
5. 7月4日(三) 武漢中南市場	20
6. 7月8日(日) 宜昌-翁家酒館、三遊洞、中華鱘博物館參觀	21
7. 7月9日(一) 宜昌—三峽大壩工程教學及參觀	23
8. 7月10日(二) 宜昌—西陵峽之水上人家	25
9. 7月11日(三) 湖北省漢口—河南省鄭州大陸火車之旅	27
10. 7月12日(四) 黃科會及黃河河務局教學與參訪	28
11. 7月13日(五) 少林寺、小浪底工程及龍門石窟	29
四、心得與建議	31

圖目錄

圖 2.1 床面沙粒的受力情況	6
圖 2.2 守恆定律圖	8
圖 2.3 都江堰工程佈置示意圖	11
圖 3.1 武漢江灘防洪工程考察	16
圖 3.2 武漢—逢甲研究生交流	17
圖 3.3 武漢水工、水力試驗室參觀	18
圖 3.4 農田水利實驗場、水電站實驗室參觀	19
圖 3.5 武漢街景及中南市場合影	20
圖 3.6 翁家酒館、三遊洞、中華鱘博物館參觀	22
圖 3.7 長江三峽大壩及上課合影	24
圖 3.8 水上人家參訪	26
圖 3.9 湖北省漢口—河南省鄭州	27
圖 3.10 黃科會及黃河河務局教學與參訪	28
圖 3.11 少林寺、小浪底工程及龍門石窟	30

一、行程概述

1. 課程名稱：輸砂動力學—移地教學
2. 時間：2007 年 7 月 1 日～2007 年 7 月 15 日
3. 地點：湖北省武漢大學“水利水電學院河流泥沙系”及河南省“黃河水利科學研究院”。
4. 行程安排：

96 年 7 月 1 日 (日) 3:30 AM 從台中的家裡出發，因為大家要在 4:00 AM 於逢甲東側門口集合，出發至中正機場搭乘 8 點多 AM 的班機抵達香港，再搭機經由香港 13:20 PM 抵達武漢天河機場，當天下午由李老師帶領參觀武漢洪工程(江灘、龍王廟、漢陽南岸嘴大堤)後，入住武漢大學明珠園招待所休息，接下的自由活動讓我們慢慢認識了新環境。下列表 1.1 說明在大陸的 15 天行程：

表 1.1 參觀行程及課程安排

7 月 1 日 (日)	啟程 逢甲-桃園機場-香港-武漢	許裕雄學長
7 月 2 日 (一)	河流動力學基礎	張小峰教授
7 月 3 日 (二)	大陸江河治理開發現狀	談廣鳴教授
	河流泥沙研究進展	曹志先教授
	武漢-逢甲 研究生交流座談會	
7 月 4 日 (四)	河工模型實驗技術理論	陳立教授
	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)	大陸江河水利史	李可可教授

	(都江堰、大運河)	
7月6日(五)	河流健康	李義天教授
	參觀武漢大學、農田水利 實驗場、水電站實驗室等	張申澤 王富慶 李進平
7月7日(六)	江河防洪概論	熊治平副教授
7月8日(日)	武漢—宜昌	三峽大學
	三遊洞、中華鱘館	
7月9日(一)	三峽工程報告	三峽大壩培訓中心
	參觀三峽大壩	
7月10日(二)	大壩—西陵峽	武漢大學
	宜昌—武漢	
7月11日(三)	湖北省漢口—河南省鄭州	黃委會、黃科院
7月12日(四)	上午課程：小浪底水庫泥沙研究 下午課程：工程參觀包括參觀水 調中心、模型大廳、黃河花園口 水文站	黃科院 張俊華 總工
7月13日(五)	參觀少林寺、小浪底工程 及龍門石窟	黃委會、黃科院
7月14日(六)	參觀三門峽工程、虢國兵馬坑	黃委會、黃科院
7月15日(日)	賦歸 鄭州-香港-臺灣	許裕雄學長

二、課程內容

1. 7月2日(一) 張小峰教授：河流動力學基礎

8:30AM 前就於“明珠園”出發抵達我們上課的教室，第一堂課上的是“河流動力學基礎”，就我上課的印象，張小峰教授講授的內容跟我在大學部上的「輸砂概論」是相似的，在此分享我所吸收的心得。

授課內容是依照武漢大學張瑞瑾教授主編的「河流泥沙動力學」，利用6小時的時間講授課程的概要，分別提到了「河流水力學 基本概念」、「泥沙的起動」、「推移質輸砂率」、「懸移質運動基本狀態及含沙量延垂線分布」…等重要章節，其中在「泥沙的起動」的部分提到了，圖 2.1 泥沙起動時期床面沙粒的受力情況示意圖，在我在印象中沒在學校看過的，所以在此特地提出，它的解釋分別為：

- (1) 促使泥沙運動的力：水流推舉力 F_D ，上舉力 F_L
- (2) 抗拒泥沙起動的力：重力 W ，粘結力 N

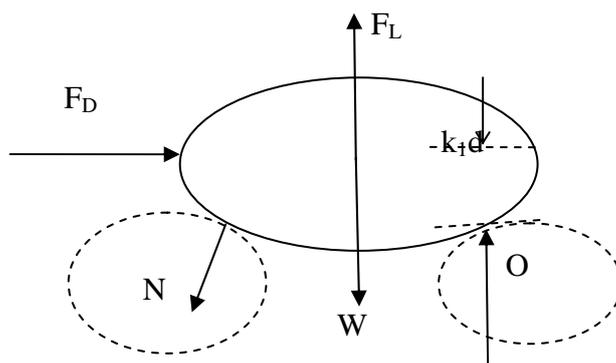


圖 2.1 床面沙粒的受力情況

利用這個簡單的圖表即可了解泥沙起動時期床面沙粒的受力情況。

2.7月3日(二)8:30AM 談廣鳴教授：大陸江河治理開發現狀

這堂課解說的是大陸江河的發展，有一點沉悶不過還是有的到一些資訊，老師說了一句古老就流傳風水用語：「山南水北為陽，山北水南為陰」這句話雖然我不是很懂，不過由這句話中得知先人的智慧是不可言喻的。

一開始先講述大禹、李冰父子等案例，陸續談到鄭國渠、白渠、都江堰及京航運河等遠古的智慧和偉大的結晶，再講述到大陸江河的治理對經濟、文化產生的影響，接著提到洪水災害對中國的影響甚大，所以有必須治理需要。

大陸人口密集，可利用的平原相對是比較少的，固“因河制宜”充分發掘河流的各種功能，以滿足經濟發展需要，沿江流域成為各區域開發熱點，大河經濟成為其經濟命脈，但「水能載舟亦能覆舟」的道理大家都是明瞭的，故就須了解其特點為何，而大陸河川的特點如下：

- (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

在課程的最後老師再以黃河為例，說明其需治理的必要，這堂課就在歷史與地理的講述過程度過了。

3. 7月3日(二) 2:30PM 曹志先教授：河流泥沙研究進展

午休過後昏昏沉沉的又到了教室，武漢悶熱了天氣，讓許多人身體都不適應，不過大家還是很認真的在上課；「河流泥沙研究進展」這堂課老師把重點著重在“河流動力學”的部份，這個部分我聽了一頭霧水，可能是見識及書籍看的不夠多，不僅連一知半解的程度都還不到，根本就是摸不著頭緒，不過老師在 PPT 裡面放了一張圖，終於有了我比較有興趣的部份，就只好分享這個部份的心得。

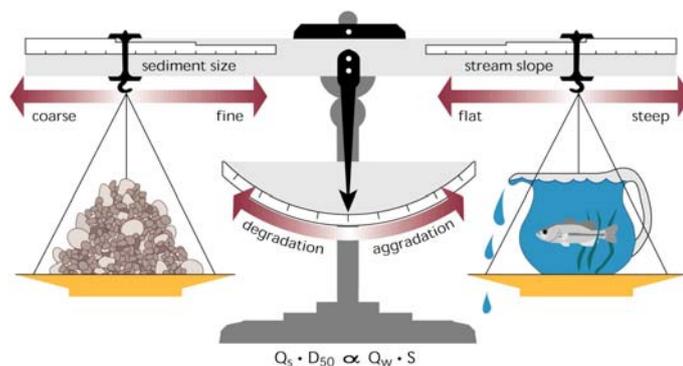


圖 2.2 守恒定律圖

- ✓ 基於流體力學基本（品質和動量）守恒定律的控制方程組
- ✓ 廣義的架構關係
 - 湍流阻力（流動與複雜不規則邊界相互作用）
 - 泥沙（河床附近泥沙交換）
- ✓ 數值方法
 - 特別是雙曲型偏微分方程方程（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. 7月4日(三) 8:30AM 陳立教授：河工模型實驗技術理論

今天的部份是講授「核工模型實驗技術理論」的部份，陳老師是一個很幽默的老師，所以這天的課感覺過的特別的快，這部份的課程共分為三個核心論敘，“河工模型的用途”、“動床模型”、“物理模型試驗關鍵技術”，這在些論述中有談到“三峽的泥沙問題”，聽到這個論點時，昏沉的我精神頓時來了，就我自己的論點，這麼大的一個橫向工程，如何做到上下游沖淤平衡的問題應該是一項很大的工程，之前就已經討論熱烈的“壩區的泥沙淤積、還有引航道的淤積”…等問題，三峽大壩雖帶來了許多偉大的創舉，但是功過相抵後，是否更加深入探討人是否一定勝天呢？

問了老師之後，老師肯定大壩帶來的便利及功能，但是亦沒有否定其所帶來的問題，就我們的專業領域，淤積、上下游的沖淤平衡等問題要如何改善是一個問題，對生態、人文歷史的破壞，更是不可以金錢來衡量，就水利而言它是一個創世鉅作，但這項工程是功是過，要等到許多年後，來由後人來見證，現在能做的就是研究改善的方法了。

下午去參觀武大的水利水電學院大型水工模型室，大約有一個逢甲的操場那麼大，其模型依原長江的等比例縮小，這種規模的實驗是我還是第一次看到，各項精密的儀器或我們還搖搖不及他們，逛了一圈除了讚嘆還是讚歎，接著去了水力學實驗室就是我們的流力實驗室，儀器精良讓我有点驚訝，而且部分儀器還是武漢大學的水利水電學院自行研發的，期待我們的技術未來能跟武大的水利水電學院並駕齊驅。

5. 7月5日李可可教授：大陸江河水利史（都江堰、大運河）

講授這堂課的老師就是傳說中“穿絲襪再穿涼鞋的人喔”，是我們偷偷觀察才知道的，不過老師人很好，講授的內容也是我所喜歡的人文歷史方面，不過還是有偷偷的打一下盹，以下是我的上課的筆記心得分享。

其大陸的江河水利史可分為：

(1) 自然環境：

- ✓ 地理面貌：中國三級階梯(青藏高原、黃土高原、華北平原)所以對水系產生了大江東去的局面。
- ✓ 氣候降雨

(2) 歷史背景：

- ✓ 封建制度：治河(專指黃河)與運河發展工程
- ✓ 以農為本：農業水利工程
- ✓ 土地兼併：(宋~明清)的流民，導致水利工程的無序發展

(3) 水利發展階段：

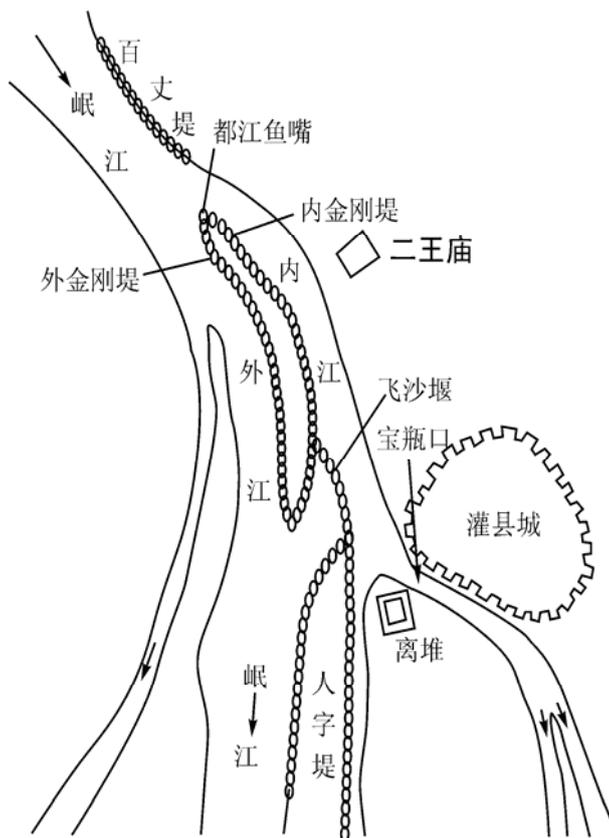
- ✓ 先秦→秦漢時代(關中漕渠)中央集權的開始→魏晉南北朝(軍事運河)→隋唐時期(轉變時期)→兩宋時代(汴京四渠)→元明清時期(最有成就的時期)。

(4) 都江堰：

都江堰渠首樞紐由魚嘴、飛沙堰、寶瓶口以及百丈堤、金剛堤、人字堤等部分組成，其中主要工程是魚嘴、飛沙堰和寶瓶口三大部分，可參考圖2.3 “都江堰工程佈置示意圖”。這些工程的位置、結構、尺寸、高低、長短、寬窄、方向、角度等的安排，與岷江河床走勢、不同季節上游的來水來沙變化等相互結合，共同組成一個有機的、完善的整體，達到巧妙地引水、分水、洩洪、排沙等目的。

飛沙堰位於內金剛堤與人字堤之間，其堰頂高程較這兩堤為低，當內江水量超過需要時，水便會從堰頂溢入外江；同時，飛沙堰築成微彎的形狀，

與其上游的內江河段形成一微彎的河道形態，水流挾帶的泥沙在彎道環流作用下，從凸岸的飛沙堰頂上翻出，進入外江。值得提出的是，飛沙堰的分洪飛沙效果，愈是在內江水量大時，愈是明顯；當內江水量超過某個最大值時，水流就會直沖飛沙堰，將由竹籠壘砌而成的飛沙堰沖毀，於是幾乎全部的上游來水都由此進入外江，從而保證了灌區的防洪安全。



都江堰工程布置示意图

圖 2.3 都江堰工程佈置示意圖

我們生活于其中的現代社會是崇尚科學技術的。現代社會在擁有了看似無所不能的現代科技時，往往對古代科技不屑一顧，進而對傳統文化不屑一顧。實際上，我國的傳統治水科技、傳統的治水文化，是歷史留給我們的一座寶庫，蘊涵著許多深刻的哲理與智慧，不應被歲月的塵土所埋沒。傳統治水文化是民族文化的重要組成部分，從治水文化的角度可以反思不同類型的文明與文化的良莠利弊。都江堰和阿斯旺就是這方面的兩個典型。如前所述，都江堰工程在建成後的 2000 餘年中，不斷改善著成都平原的生態環境，

灌溉效益不斷擴大，其高度的技術成就令當代國內外的水利專家們為之瞠目；同時又因工程的巧妙佈局、宏大的規模和秀麗的景色，體現出一種和諧的美學價值，成為重要的旅遊勝地。都江堰工程的成功，不僅僅是我國古代水利工程技術與管理技術的成功，更反映出我國古代文化的先進性與可繼承性。

(5) 京航大運河(可爬坡)：

- ✓ 秦漢時期：以關中為主的人工運河→關中漕渠、靈渠、江南運河、鴻溝、邢溝
- ✓ 隋唐大運河：內河航運幹線的形成，隋唐大運河是以關中為中心，分別向東北、東南延伸，呈現出“倒人字形”的佈局，溝通了當時的政治中心、經濟中心和軍事中心，連接了海河、黃河、淮河、長江、珠江、錢塘江等六大水系。

6. 7月6日(五) 8:30AM 李義天教授：河流健康

課程的倒數第二天，課程講授的是有關河川健康的部份，河川的健康已經不只是各國間的問題，因為水資源的健康已經是世界地球村的共同問題了，下列就是我上課的筆記及心得。

流域經濟是國家的經濟命脈，維護河流健康已成為各大流域江河治理基本思路，課程中提到，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，所以水沙過程與河流系統能否相互適應是維持河流健康的關鍵！所以水沙調節的必要性如下：

- ✓ 河流因未經任何治理而出現氾濫成災，危害河流自身和人類社會的健康。
- ✓ 河流的治理開發消除了自然河流的災害，更好地發揮了河流服務功能，促進自然河流向更健康的方向發展。
- ✓ 必要的水沙過程調節，不僅可發揮良好的服務功能，而且有利於河流的生態環境健康。

河流健康的主要威脅：

- ✓ 人為的直接破壞活動：森林砍伐及不合理的土地利用引起的水土流失、河流沿岸工、農業及生活污染任意排放等。
- ✓ 河流興利帶來的負面效應：水資源開發利用需求的加大，加上人們認識不足，缺乏必要的維護措施，開發利用帶來的負面效應將成為河流健康的主要威脅。

7. 7月7日(六) 8:30AM 熊治平副教授：江河防洪概論

課程的最後一天，帶著興奮的心情上最後在武漢大學課堂的日子，今天講授了大陸的防洪部份，以下是我的上課筆記及心得：

✓ 黃河概況：

1. 平均流量 580 億 m^3 ，平均含砂量 35 kg/m(1 kg=1000ppm)約為長江的 30 倍。
2. 黃河水砂來源：水量 56% 來自上游的蘭州，砂量大部分來自中遊地區，下游區域為懸河，懸河愈趨下游有越嚴重的趨向。
3. 河道型態獨特—地上懸河，下游河床比平地高出 1~3m。
4. 水土流失嚴重，泥沙主要來自黃土高原
5. 洪水災害頻繁
6. 黃河下游工程使用“上攔下排”的方式建造

✓ 長江概況：萬里長江險在荊州，且有船在地上走等的諺語。

✓ 中國江河特點：

1. 季節明顯
2. 年際(年與年的比較)變化大
3. 地域分明不均
4. 洪峰流量大
5. 大洪水的重複性、現階段性及連續性的問題

✓ 洪水災害的成因：

1. 植被破壞，水土流失加劇
2. 圍湖造田與河爭地，河胡蓄洪能力降低
3. 防洪工程標準低，抗洪能力弱
4. 非工程防洪設施不完善，難適應新時期需求
5. 蓄滯洪區安全建設不能滿足需求，運用難度大

✓ 洪水災害的對策：

1. 治水先至沙，從源頭控制泥砂入河
2. 還田于湖，還灘於河，恢復天然蓄洪空間
3. 防洪工程除險加固，提高防洪標準與抗洪能力
4. 加強非工程建設，適應新時期之要求
5. 加大蓄洪區安全建設力度

三、工程考察與參觀

1. 7月1日(日) 武漢漢口江灘

從龍王廟到一元路 3300 多米長的江灘一帶風景宜人。“沉積”、“碼頭情結”、“拉纖”、“扛包”等新增的雕塑，將老漢口漸去漸遠的碼頭歷史重新展現在人們面前。沿線保留下來的 13 個碼頭將全部按照“一閘一景”的方式重新修建。王家巷等 6 個碼頭將轉為以旅遊碼頭為主，過去的倉儲空間開闢成特色市場或休閒娛樂場所。

長江航運的碼頭是武漢城市形成和發展的重要原因，一部碼頭史是武漢文化特色的典型反映和成因之一。這條黃金水道使漢口的碼頭一直非常興旺，直到 20 世紀 90 年代，長江航運漸漸衰落，繁忙的漢口碼頭纔隨之安靜下來。



圖 3.1 武漢江灘防洪工程考察

2. 7月3日(二) 武漢大學—逢甲大學研究生交流

與武大的研究生交流，他們出乎意料的開放，不過有段小插曲，似乎他們有些人還是不喜歡我們台灣的人民把到大陸旅遊當做“出國”，而是回到祖國，這點我就不予置評了，交流了許多的意見，連我們不敢談的“政治”，他們還會把它拿到檯面上來說，真是個有趣的經驗，接著幾天有他們的陪伴，在武漢的生活更增添了幾分的色彩及經驗。



圖 3.2 武漢—逢甲研究生交流

3. 7月4日(三) 武漢大學水工、流力試驗室參觀

這天結束上午的課程，下午跟著武漢大學的陳立教授來到他們的試驗室參觀，是武漢漢口江灘的縮小模型，因為武漢是大陸的重鎮，人口、工業等在武漢都具有舉足輕重的地位，所以需要觀察長江在武漢這段的變化，以預防一切的災害。

接著去參觀了他們的水力試驗室，就是我們所說的流力實驗室，他們的流力試驗室設備非常的先進，比我們的更加精良且新穎，最特別的是他們的實驗室不僅只有本科系的學生參予，其他系所的同學如果有興趣都可以去登記參予，不懂得還可以請教老師，這是個值得我們學習的地方。



圖 3.3 武漢水工、水力試驗室參觀

4. 7月4日(三)農田水利實驗場、水電站實驗室參觀

參觀完校內的設施之後，接著就搭著小巴士，由李老師帶著我們到了武大的農田水利實驗場、水電站實驗室參觀，一路參訪到處都充滿驚奇，原來試驗的器材可以這麼先進這麼的大規模。



圖 3.4 農田水利實驗場、水電站實驗室參觀

5. 7月4日(三)武漢中南市場

上了幾天的課，我們集體終於到武漢市去逛逛了，首站到了中南市場，我們搭了“的士”到了，聽說後來的同學因為等不到的士搭了他們的巴士，到了武漢的街道，真相我們的高雄和台北，不過他們比我們差的是禮貌及開車乘車的禮儀，一整路都在按鳴喇叭，如果在多待在那邊的話，我可能會腦神經衰弱吧。



圖 3.5 武漢街景及中南市場合影

6. 7月8日(日) 宜昌-翁家酒館、三遊洞、中華鱘博物館參觀

這天我們離開了武漢大學，出發到了宜昌縣，先到中午吃飯的餐館別外洞天翁家酒館，這麼特別的餐館還是第一次來到翁，整個餐廳都是天然洞穴，我們就像古人一樣，一邊是溪流一邊是山洞，就在裡面飲用著美食，真是特別的午餐。

享用完古色古香的午餐，接著我們到了三遊洞，。它是一處開發已久的天然溶洞，風光明媚宜人。唐白居易、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。

接著到了中華鱘博物館，參觀了大陸現階段急切復育的國寶魚，為大型暖水性溯河洄游魚類，是全球分佈最南的鱘種，生長迅速、性情較為兇猛。中華鱘是淡水魚類中最大的魚，人工養殖者須7年才能分辨雌雄再取魚卵，結構特殊、全身無刺皆可利用，除了在學術研究上有重要價值外，更是高級罕見的食用魚。肉質肥美多脂，口感嫩而鮮美，蛋白質含量高，魚卵可加工成魚子醬，魚膘富含膠原蛋白製成魚膠，肝膽可入藥，軟骨亦可入菜，全身無一部位不可食，具有很高之經濟價值。



圖 3.6 翁家酒館、三遊洞、中華鱘博物館參觀

7. 7月9日(一) 宜昌—三峽大壩工程教學及參觀

終於等到這天了，期待了好久的三峽大壩，一早先上了三峽的簡介，下列是我的筆記心得。

三峽工程是中國，也是世界上最大的水利樞紐工程，其閘門規模之大可稱為天下第一門，是治理和開發長江的關鍵性骨幹工程。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。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。

✓ 樞紐佈置

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。大壩大壩即攔河大壩為混凝土重力壩，壩軸線全長 2309.47 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。

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。單級閘室有效尺寸為 280×34×5 米，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 3000 噸的客貨輪。5

✓ 水淹範圍

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，



圖 3.7 長江三峽大壩及上課合影

8. 7月10日(二) 宜昌—西陵峽之水上人家

今天起了個大早，到了西陵峽參訪湖北宜昌的長江三峽人家風景區，三峽庫區周邊旅遊景點十分集中，自然風光尤以溪流、幽谷見長，也是土家民俗、保存最為完整的地區。蓄水之後從水路到達這些景點十分方便、舒適，再加上新開發的以大壩為中心的工程核心景區，以及保持原貌的兩壩之間的西陵峽段，新三峽旅遊內容更加豐富多樣，主要景區景點有：西陵峽、九畹溪、神農溪、巫峽、瞿塘峽、白帝城、神農溪、瞿塘峽、燈影峽、大壩核心景區、毛公山。

三峽人家（石牌）風景旅遊區 位於長江燈影峽，是新開發的旅遊風景區，由三峽人家、龍進溪、天下第四泉、燈影洞、石令牌、石牌古鎮…等景點組成，三峽人家又分為山上人家、水上人家、溪邊人家、今日人家。

三峽人家，依山傍水，非常的美麗，沿路的美景，還有古老智慧的“懸棺”，傳統的三峽吊腳樓點綴於山水之間，有好久沒看見的古帆船、烏篷船安靜地泊在三峽人家門前，溪邊少女揮著棒槌在清洗衣服，江面上悠然的漁家在撒網打魚...，千百年來流傳不衰的各種習俗風情體現著峽江人民的質樸好客。走進峽江吊腳樓，峽江姑娘載歌載舞，手中的紅繡球飄飄欲落，我們也有同學被拉去當了新郎官呢！

既壯美雄奇，又秀麗的三峽，在舉世聞名的三峽大壩建成，壩區水位將抬高 175 米，以往雄奇秀美的長江三峽景色將大為改觀，惟有兩壩之間的燈影峽保持了真正原汁原味的峽谷風光；而且燈影峽融匯了三峽的雄偉、險峭、秀逸，暢遊燈影即可體會到三峽的多姿多彩，非常夢幻的一段驚異旅程，雖然腳走到快斷了，不過非常的值得。



圖 3.8 水上人家參訪

9. 7月11日(三) 湖北省漢口—河南省鄭州大陸火車之旅

昨天從水上人家回到了武漢，與許主任會合完畢，頓時覺得下半身和上半身是分離的，於是我們跑去“足浴”，把一天的辛勞都好好的整頓完，休息了一會，我們就搭車到了武漢的火車站，先去買了“肯德雞”到車上祭祭五臟廟，非常好笑的一個畫面，一群人拖著一大堆的行李箱及許主任的儀器在大陸的月台狂奔，上了車箱又拼了命的在找可以放行李的地方，在非常衝忙的步驟中我們搭上了車。

等安頓好一切，我靜靜的觀察了他們的火車設備，突然發覺“...這不是我們的高鐵嗎？”的念頭飄過，一路上的農村小鎮、鄉土民情...讓我充滿了想念台灣的思念，當我快沉入夢鄉時，嬉笑聲把我從夢鄉拉回，唉，文化的差異還是有的。



圖 3.9 湖北省漢口—河南省鄭州

10. 7月12日(四) 黃科會及黃河河務局教學與參訪

小浪底水庫人工塑造異重流獲得成功並圓滿結束水庫異重流是黃河等高含沙河流特有的水流形式。當高含沙水流進入水庫遇到庫區清水後，由於密度差而潛入清水下面形成一股渾水流。掌握異重流演進規律，可以在異重流到達水庫壩前時，打開衝沙閘門，將高含沙渾水排出庫外，對減少黃河水庫淤積有重要意義。

- (1) 吸取三門峽水庫的經驗和教訓。三門峽水庫已經運用 40 多年，它的成功經驗就是採取“蓄清排渾”運用方式，解決了在多沙河流上修建水庫如何處理泥沙問題。
- (2) 研究小浪底水庫的富裕輸沙能力問題。從三門峽水庫的經驗來看，小浪底水庫有富裕輸沙能力。但是小浪底水庫到底有多少富裕輸沙能力，目前還不清楚。由於受三門峽水庫調節作用，富裕輸沙能力又受到多大影響應當研究，這對小浪底水庫保持長期可用庫容來講非常重要。
- (3) 關於壩前區形成防滲鋪蓋層問題。異重流在壩前區容易形成防滲鋪蓋層。因此建議在汛期降低庫水位運用，犧牲部分發電效益，在壩前庫段形成渾水水庫進而形成防滲鋪蓋層。
- (4) 水庫異重流與排沙問題。有關異重流問題的研究與實踐，已有很多研究成果可供參考。



圖 3.10 黃科會及黃河河務局教學與參訪

11. 7月13日(五) 少林寺、小浪底工程及龍門石窟

今天非常的興奮，要到傳說中的少林寺耶，“少林武功蓋天下”，總覺得我到了那邊我就會變成武林高手，輕功水上漂、金鐘罩鐵布衫…，不過有點掃興就是行程太短、而且又沒有武術表演，總覺得有點不太值得。

接著是小浪底工程的參觀，細雨綿綿的天氣，讓人心情有點沉悶，加上稍早非常想要認真參觀的行程完全被打亂了，讓我的心情更是心煩氣躁，不過還是努力的聽完一堂課，

小浪底水庫進行過泥沙多年調節運用。該水庫的特點是：水庫長度 1 300 m，水面寬度 30~50 m，原河道坡度 3%，泄流底孔接近原來河床，最大泄流量為 1 000 m³/s。此外在水庫末端有一座火電站，電場煤灰直接排入庫區，庫區淤積物為一層泥沙一層煤灰交互淤積。形成泥沙淤積層為相對不透水層，煤灰為相對透水層。水庫經過 3~5 年的淤積以後，由於存在透水層與不透水層交替成層淤積，因此，降低庫水位以後，發生大面積滑動，在很短時間內，庫區淤積物基本上全部沖刷完畢。這是國內第一座實現泥沙多年調節運用的水庫。

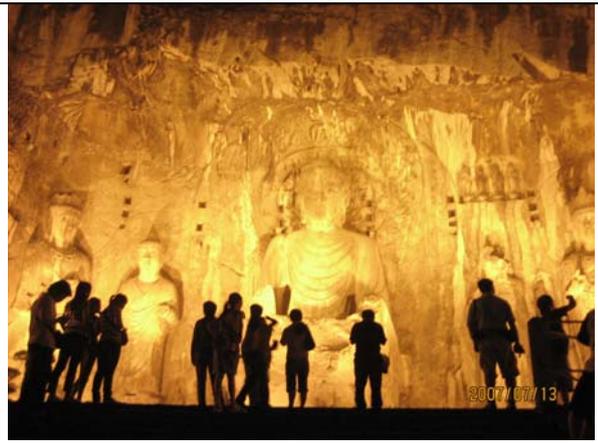


圖 3.11 少林寺、小浪底工程及龍門石窟

四、心得與建議

這次去參訪大陸各種課程、工程以及景點，更加開闊了我的鑑識及學識，每種不同的經歷都是不同的成長。不過就經費的部份，對我們還在就學的學生而言是個燙手的問題，雖然知道許老師、系上、系友會都有贊助我們部分的費用，但是還是一筆龐大的金額，可能下次舉辦的話，可以尋求贊助單位或廠商，畢竟求學的路程已經花費了家裡需多的費用，所以能省則省。

再來就是，這次的行程非常的豐富且充實，但是時間太過倉促，許多景點並沒有深入了解便匆忙的帶過，帶了幾許的遺憾，所以在下次安排的行程，可能要把多項因素考量進去，如腳程、景點介紹…等花費的時間，以避免這次的遺憾。

最後就是食宿的問題，在住宿方面就沒什麼問題了，出門在外只要舒服安全最為重要，但是在吃的部份，因為有大部分的費用還是要自己出，因為到了陌生地，需多的不方便，或是小名產之類了東西，就讓我們頭大了，還多了一項吃的費用，其實是有點吃不消的，所以建議下次可以把費用估進去。

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