

河道工程學

丁 浩 著

增 訂 本

龍門聯合書局出版

序

河道與人類生活和國家經濟關係密切，如便利航運、引水灌溉、水力發電、城市給水等，一方面藉以奠定農業基礎，和保證農業生產，另一方面供給廉價的動力，使農業國家進步到工業國家，有可靠的保證。我國處於松花江、黃河、淮河、長江和珠江等大流域中，河道分佈適宜，氣候溫和，雨量適中，給我們建立強大國家的良好基礎。不過黃河的水患，亦著稱於世界，其他河道的水利，亦未完全發展，由‘除水害，興水利’的原則，對於河道的治理，實為我國經濟建設的首要工作。

治河如同治病，治病必先瞭解病況和病源，然後對症下藥，治河則必先瞭解河性和患害的原因，然後研究治河的方法，故對於所治理河道的性質，必須澈底明瞭，始能使治河的方法，適合河道的性質，技術教育應本此項原則，始能使理論和實踐結合。有關河道工程的教材每多以歐美河道為講述的對象，不合我國實際的情況，講授頗感不便，茲本此意，根據十餘年教學經驗，參照我國現在水利建設的需要情況，結合各水利專家的意見，編著是書，藉供水利專科以上學校，講授治河工程的教材。

本書內容，共分四篇二十五章，其所敘述力求簡明扼要，若每週演講三小時，則可供一學期教學之用。另選擇有啟發性的習題，附在有關各章之後，以供讀者討論和研究。惟付印倉促，謬見錯誤之處甚多，尚請水利工程界先進教正是幸。

本書附圖承王登明先生協助繪製，特此誌謝。

江西新建 丁 浩 自序於1951年7月20日

目 錄

第一篇 河性通論	1-50
第一章 概論	1-8
1-1. 導言	1
1-2. 定義	2
1-3. 我國治河歷史	3-4
1-4. 治河工作之重要	4-7
1-5. 治河方法之途徑	7-8
第二章 河流之自然演變	9-35
2-1. 河流之分類	9-10
2-2. 河流成因之要素	10-15
2-2.1. 降水	10-15
2-2.2. 地形	15
2-2.3. 地質	15
2-3. 河道之區分	15-16
2-4. 河流之分析	16-34
2-4.1. 河道之組成	16-18
2-4.2. 流水性質	18-34
2-4.2.1. 流量	18-25
2-4.2.2. 水位	25-28
2-4.2.3. 流速	28-30
2-4.2.4. 坡降	30-31
2-4.2.5. 含砂量	31-34
第三章 河水流動之自然現象	36-39

3-1. 位能之消耗.....	36
3-2. 河水流動之情形.....	36-37
3-3. 岸土崩塌情形.....	37-38
3-4. 蛇狀河道之演變及平衡狀態之保持.....	38
3-5. 岩石河床之冲刷.....	38-39
第四章 河砂活動之情形.....	40-47
4-1. 河砂之種類.....	40
4-2. 河砂之分佈.....	40
4-3. 河砂之運動.....	40-41
4-4. 泥砂混合之分析法.....	41-42
4-5. 有關河砂研究之理論.....	42-46
4-6. 土壤分類.....	46-47
第五章 冰凌.....	48-50
5-1. 冰凌之成因.....	48
5-2. 河面封凍之影響.....	48-49
5-3. 洶凌量之測算.....	49-50

第二篇 河道測量及地基鑽探 51-68

第六章 河道測量之目的、範圍及等級	51-54
6-1. 目的及特性.....	51
6-2. 範圍.....	51-53
6-3. 等級.....	53-54
第七章 河道測量進行之步驟.....	55-57
7-1. 勘測.....	55-53
7-2. 初測.....	56
7-3. 工區測量.....	56-57
第八章 河道測量之方法.....	58-63
8-1. 勘測.....	58-60

8-2. 初測.....	60-62
8-3. 工區測量.....	62-63
第九章 地基之鑽探.....	64-68
9-1. 鑽探之重要.....	64
9-2. 地層組織.....	64
9-3. 鑽探應用之器械.....	65
9-4. 鑽探之方法.....	65-66
9-5. 鑽探工作之進行.....	66-67
9-6. 地層探驗.....	67-68
第三篇 導治河道之方法.....	69-144
第十章 導治河道之目的及原則.....	69-75
10-1. 目的.....	69
10-2. 原則.....	69-73
10-3. 工作步驟.....	73-75
第十一章 束狹河身之工程.....	76-86
11-1. 河身需要束狹之原理.....	76
11-2. 河道深度限制之條件.....	76-77
11-3. 河水流速之限制.....	77
11-4. 束狹河身之工程.....	77-83
11-4.1. 橫壩.....	77-81
11-4.2. 順壩.....	81-83
11-4.3. 格壩.....	83-84
11-4.4. 斷續順壩、丁壩及鈎壩.....	84
11-4.5. 活動順壩.....	84-86
第十二章 河工材料及結構.....	87-93
12-1. 特性.....	87
12-2. 種類.....	87-89

12-2.1. 砂土類	87-88
12-2.2. 磚石類	88
12-2.3. 薪木類	88
12-2.4. 三合土類	88-89
12-2.5. 鋼鐵類	89
12-2.6. 雜料	89
12-3. 結構	89-93
12-3.1. 梢工	89-92
12-3.2. 磚石工	92
12-3.3. 土石裝包工	92-93
12-4. 材料之選用	93
第十三章 減砂防淤之方法	94-101
13-1. 含砂量與河流之關係	94
13-2. 河砂對於河道之影響	94-95
13-3. 減砂防淤之方法	95-100
13-3.1. 水土保持	95-97
13-3.2. 建築蓄水庫	97-98
13-3.3. 河道上游建築谷堰	99
13-3.4. 分水放淤	99-100
13-4. 黃河砂量之問題	100-101
第十四章 塞支強幹之方法	102-104
14-1. 塞支強幹之意義	102
14-2. 河道分支前後河面寬度之變更	102-103
14-3. 塞支壩位置之選擇	103
14-4. 塞支壩之種類及工程設計	104
14-5. 幹股護岸	104
第十五章 裁灣取直之方法	105-108
15-1. 概要	105

15-2. 裁灣之種類	105-106
15-3. 裁灣河段內水位之變遷	106
15-4. 裁灣計劃及施工方法	106-107
15-5. 新河開放及堵塞舊河道	107
15-6. 裁灣河段之泥砂淤積問題	107
15-7. 隧道裁灣	107-108
第十六章 疏浚河道之方法	109-115
16-1. 疏浚之意義及目的	109
16-2. 疏浚之方法	109-113
16-2.1. 人工疏浚	109
16-2.2. 機械疏浚	110-113
16-3. 河底主要泥砂之分類	113
16-4. 挖泥機選用之標準	113-114
16-5. 泥砂運輸之方法	114
16-6. 炸礁方法	114-115
16-7. 炸礁材料和人工估計	115
第十七章 護岸工程	116-120
17-1. 意義及目的	116
17-2. 建築方法	116
17-3. 建築位置及結構	116-117
17-4. 護岸工種類	117-120
17-5. 工程費用及養護	120
17-6. 護岸施工以前之工作	120
17-7. 碼頭護岸工	120
第十八章 堤防及決口	121-128
18-1. 定義及功用	121
18-2. 堤之種類	121-122
18-3. 堤工設計	122-123

18-4. 堤工建築法	123-124
18-5. 堤之養護及防守	124-126
18-6. 決口種類	126-127
18-7. 堵口方法	127-128
第十九章 渠化工程	129-135
19-1. 意義及目的	129
19-2. 採用渠化工程應具備之條件	129-130
19-3. 船閘位置之選擇	130
19-4. 船室內水位升降所需之時間	130-131
19-5. 船閘之佈置	131
19-6. 船閘設計	132-134
19-7. 施工程序	135
19-8. 船閘管理	135
19-9. 我國船閘工程之歷史	135A
第二十章 蓄洪水庫及分水洩洪	136-140
20-1. 蓄洪水庫之作用	136
20-2. 蓄洪水庫之容量, 對於河道下游洪水水位降低之關係	136-137
20-3. 庫址之選擇	137
20-4. 蓄水量之計算	137-138
20-5. 水庫之容積及面積曲線	138-139
20-6. 水庫之重要工程	140
20-7. 攔水壩之基礎	140
第二十一章 多目標之治河方法	141-144
21-1. 多目標方法之意義	141
21-2. 目標與河道性質	141-142
21-3. 進行多目標治河計劃前之準備工作	142-143
21-4. 工程計劃之方法	143-144

21-5. 施工程序.....	144
-----------------	-----

第四篇 水工模型試驗..... 145-160

第二十二章 模型之定律及分類.....	145-153
---------------------	---------

22-1. 定義.....	145
22-2. 水工模型研究之問題.....	145-147
22-3. 模型之定律.....	147-148
22-4. 模型之分類.....	148-152
22-4.1. 依形態分類.....	149
22-4.2. 依河床性質分類.....	149-150
22-4.3. 依模型性質分類.....	150-152
22-4.4. 其他模型.....	152

22-5. 砂質之選擇.....	152
------------------	-----

22-6. 砂床設計之原理.....	152-153
--------------------	---------

第二十三章 製造模型之材料及方法.....	154-155
-----------------------	---------

23-1. 製造模型之材料.....	154-155
23-2. 模型之製造方法.....	155

第二十四章 模型試驗室之設備.....	156-158
---------------------	---------

24-1. 試驗所需水量之供給.....	156
24-2. 安置模型之試驗室.....	156
24-3. 引水渡槽.....	156-157
24-4. 測量儀器.....	157-158
24-5. 水流循環之設備.....	158
24-6. 照相設備.....	158
24-7. 試驗人員.....	158

第二十五章 模型試驗之進行.....	159-160
--------------------	---------

25-1. 試驗結果之期望.....	159
25-2. 試驗工作之進行.....	159

25-3. 模型試驗之限制	159-160
25-4. 模型試驗費用	160
25-5. 模型試驗佈置方法	160
25-6. 水工模型試驗歷史	160
附錄	161-167
中西名詞對照	168-173

增補目錄

2-5. 河道的基本流量	35
3-6. 河灣水面曲線及超高的求法	39
4-7. 河砂顆粒直徑與沉澱速率的關係	47
4-8. 河道挾砂與流速的關係	47
4-9. 司特伯機氏方程式	47A
4-10. 河道坡降方程式	47B
9-7. 用地震法探驗地層土壤或岩石深度的計算方程式	68
13-5. 開挖沙漠運河以減少河沙來源	101
15-8. 裁灣取直和塞支強幹在治河原則上相同之點	108
19-6.1. 閘門應力的分析	134
20-8. 淮河蓄洪水庫的概況	140
20-9. 分水的作用	140B
20-10. 採用分水洩洪的客觀條件	140C
20-11. 分水的方法	140C
20-12. 分水的計劃	140D
20-13. 分水的工程	140G
20-13.1. 滾水堰	140G
20-13.2. 分水閘	140H

20-14. 分水的管理.....	14011
20-15. 荆江分水洩洪工程.....	1401

第一篇 河性通論

第一章 概 論

1-1. 導言 文化和政治之基礎在經濟建設，而經濟建設之依靠，則為勞動力及天然資源，河道為蘊藏天然資源最豐富者。國家經濟發達之程度如何，亦繫於河道水利開發利用之程度而定，因此河道之導治，為國家經濟建設之首要工作。我國民族發祥於黃河和淮河流域，而黃淮二河每年氾濫成災，歷代雖設有治河機構，然以統治者輕視人民利益，故對於河患並未根本消除。黃河自夏禹治河至1948年凡4,230年，其決口改道約1680次，而大徙者亦有7次，氾濫之災害，雖不可詳考，然以1933年董莊決口計之，直接之損失，已達當時幣值3億元之鉅。淮河自紀元前246年至1948年，水旱災害共計1,894次，平均約每年即有一次，其為害之烈，亦可概見。解放後人民政府即大力展開治河工作，提出根治淮河方針，其要求是“除河患，興水利，為用水而治水”。一年以來治淮工作，已完成蓄洪、疏浚及整理河床工程，使淮河水災基本上消除，這是我國治河史上一個重要的成就，它給新中國今後長期治河水利建設，提供了寶貴的經驗。

蘇聯自十月革命後，即積極發展河道水利，如聶伯河、頓河及伏爾加河之有計劃導治，電力55萬瓩之聶伯爾水電站，即在第一個五年建設計劃內完成。蘇聯政府決定1951年起在伏爾加河，興建世界最大之兩個水電站，即200萬瓩之古比雪夫水電站及170萬瓩之斯大林格勒水電站，需用混凝土1,300萬立方公尺，工程之鉅大可以概見，除發電外，還有灌溉、航運及防洪之效能，完全符合多目標之河道水利發展。此外又興建由阿姆河至裏海；長1,100公里之土庫曼主幹運河及由烏克蘭至克里木運河，使沙漠地帶，變成肥沃繁榮地區，便利航運及發展

水力，勞動改變自然和創造世界之偉大治河工程，將於 1957 年以前完成，它可為新中國治河工程之借鏡。

1-2. 定義 有關河道工程之定義分述如次：

(1) 流域面積——地球表面上某一區域，遇降水時，其水量除蒸發和滲漏之外，完全流洩於某河流內，則此區域稱為該河流之流域面積，或簡稱流域，如黃河、長江等流域，通常以平方哩或平方公里為單位。幹河流域面積為各支河流域面積之總和。

(2) 分水線——普通流域以山嶺為界，將山嶺連成之線，稱為分水線，如大庾嶺為贛江及珠江之分水線。

(3) 河流——地球表面上一切江、河、山溪等，其水量之來去自如者，統稱為河流，如長江、黃河等是。

(4) 河道——河流經過之途徑，具有比較固定性者，稱為河道，如贛江自贛縣至吳城鎮段稱為贛江本流之河道。

(5) 河身——凡某一區段之河道，距離較短者，稱為河身，如贛江之南昌八一橋至楊子洲一段河道。

(6) 幹河——凡河流具有河源、上中下游、及河口各項特性者稱為幹河或本河，如黃河、長江等是，但若設甲河復注入乙河，而就乙河言，則甲河雖本身為幹河，亦可稱為乙河之支河。故某一幹河亦可為另一幹河之支河，如贛江可稱為長江之支河。

(7) 支河——凡缺乏河源、上中下游、及河口特性之一者稱為支河，如貢水為贛江之支河。凡一河之流量不直接注入海洋或巨大湖泊而注入另一河流者，則此河亦稱為被注入河流之支河，如贛江為長江支河。

(8) 水利——以利用天然水的資源為目的之佈置的體系，稱為水利。

(9) 水利工程——凡控制地面水及河道水之工程，稱為水利工程，普通分為防洪、灌溉、航運、水力及給水等工程。

(10) 河道工程——凡將荒廢或氾濫為災之河道，整理成為優良河

道，進而控制河道水之工程，稱為河道工程，與水利工程意義大致相同，但不研究地面水之控制及水力之利用。

1-3. 我國治河歷史 世界治河工程發達最早國家為我國，蓋我國民族發祥於黃河流域，而黃河為難治之河道，故我國河工歷史之悠久，乃為自然之趨勢；且歷朝之治河工作，均針對黃河而言，或言我國治河歷史，亦即導治黃河之歷史。我國歷朝治河之理論分述如次：

(1) 夏禹九河說——禹之治河以導水為主，如禹貢云“九澤既陂，四海會同”，又如傳曰“九洲之澤已有陂障，而無決潰，四海之水，無不會同，而各有所歸”。其治河之精神尤足為後人欽佩，蓋夏禹治河，三過家門而不入。當時禹所稱之九河為：徒駭、太史、馬頰、覆釜、胡蘇、簡、絮、鈞盤及禹津等。

(2) 兩漢不與水爭地說——以西漢賈讓三策為中心理論，三策者乃“徙民以避水為上策，引水灌田，以分水勢為中策，修築堤防為下策”。此種理論，所謂上策誠為下策，其中下二策尚有可取，但東漢王景力主“整治河槽，修築堤防，水門放淤，以減泥砂”，誠開近代河工理論之先河。

(3) 漢朝旁引說——武帝元鼎間，齊人李延年上書云“河出崑崙經中國，注渤海，其地勢西北高而東南低，可案圖書，觀地形，令水工準高下開大河，東注入海，如此則關東無水災”，此說過於荒謬，僅可視為歷史的記錄而已。

(4) 兩宋分疏說——宋真宗大中祥符年間，大學士李垂上導河形勢書三篇，主張“不以疏禹九河故道為是，應另疏一道”，此乃理論，不合實際需要，後歐陽玄則主“疏下游以暢流至海，蓋下游不暢，則因塞而決”，此為治標方法，雖不足為重，但尚有可取。

(5) 元朝疏浚塞三法說——賈魯之至正河訪記云：“治河一也，有疏、有浚、有塞三者異焉，順河之流，因而導之謂之疏，去河之淤，因而深之謂之浚，抑河之暴，因而扼之謂之塞”，此為疏塞並施，亦係治標之方

法。

(6) 明朝以堤束水說——神宗萬曆 8 年，潘季馴氏著河防一覽，對治河之方略更備，力主“堵塞旁決，以挽正流，用堤束水，以水攻砂”，一改疏浚塞並行之說，開明清治河之新途徑，潘氏言“然河非可以人力導也，欲順其性，先懼其溢，惟當繕固堤防，便無旁決，水入地益深，砂隨水去，則治防即導河也”。又言“河水旁決，則正流自微，水勢既微，則砂淤自積，民生昏墊，運道梗阻，皆由此也”。總之，潘氏治河理論，非但當時認為新途徑，即近代學者亦認為至要之學說。

(7) 清朝堤防說——清承明之策略，仍重堤防，時有斬輔者論“守險之方有三：即掃工、逼水壩及引河也”。

(8) 近代——我國近代因受國外科學知識輸入，故水工學者對於治河方法，多主張集合中外意見，以求善策，近年對於治河方法，分述如次：

(一) 搜集治河之資料，如水文及地文資料等，以作計劃依據。

(二) 研究與試驗，如美人費禮門氏建議以“嘗試”方法研究治導河道之方策。又如方修斯氏謂治河宜先試驗，其法有二：試驗於宏大之試驗場，即模型試驗，及按天然河道試驗之，即實地試驗。德人安格斯氏，曾在柏林，作黃河模型試驗多次，亦主試驗重於理論之研究。

(三) 上下游應兼籌並顧，所謂治上游所以清源，治下游所以防患。李儀祉先生則首創治河應注重上游之說，開河道治本之先聲。

(四) 固定河槽，所謂束狹河身，乃是標本兼治方法。

(五) 多目標水利發展，即在河之中上游築壩蓄水，以達防洪、灌溉、航運、水力、及給水之目的，近代河道水利之開發，多趨此法。

1-4 治河工作之重要 從下列各方面以證明治河工作之重要性。

(1) 運輸方面：

(一) 運輸量——鐵道及公路之運輸量，非但限制於車輛之大小，且

因橋樑之負荷、車道之寬狹、鋼軌之負荷、路面之良否、行車次數之多少及動力大小等之限制，更使其運輸量不能達到需要，但水道之運輸量限制條件，則較為寬裕，且具有因需要增加之可能性，此種事實頗為明顯，例如數千公噸之輪船已屬尋常，但尚無數千公噸之列車，由各國統計所得之單位旅程中，水運及陸運密度之比較（第1表），即可觀其全豹。

第1表 各國水運及陸運密度比較表

國 別	陸 運 密 度 (每年每哩之哩噸數)	水 運 密 度 (每年每哩之哩噸數)	附 註
美 國	1,000,000	4,500,000	專指鐵道而言
法 國	400,000	600,000	專指鐵道而言
德 國	800,000	1,500,000	專指鐵道而言

(二)運輸費用——水運因運輸量大，設備及管理簡單，故其運輸費較陸運低廉，由各國統計水陸運輸費之比較（第2表），即可明瞭。

第2表 各國水陸運輸費比較表

國 別	陸 運 輸 費 (每哩噸運費 $\frac{1}{100}$ 元)	水 運 輸 費 (每哩噸運費 $\frac{1}{100}$ 元)	附 註
美 國	7.60	1.34	連整理航道經費
法 國	14.00	10.00	利息在內
德 國	13.50	7.00	

(三)安全及舒適——陸運常發生出軌及撞車或壓傷人畜之危險，但水運大致無此種危險發生，至於舒適方面，尤為陸運所不及，如輪船上有娛樂場及運動場等之設備，但火車及汽車即無法辦到，他如車輛震動、機聲吵鬧及坐位擁擠等，皆為陸上交通之不易免除者。

(2) 經濟方面：

(一)防止水旱災害，增加生產——河道在未進行導治工作以前，因河床不能容納最大洪水量，且無蓄水設備，則降雨期內，多氾濫成災，水量一瀉而盡。旱期內上游河道無蓄水以供調節，致旱災發生。我國各

河道因水旱災害所受之損失，誠不可以數計，即就 1933 年黃河決口之損失統計，已達 3 億元^①，1931 年淮河流域洪災，人民罹難者達 2,000 萬，佔全流域人口十分之三，被淹田地近 7,800 萬畝，估計損失約達 6 億元之巨。又如 1929 年淮河流域大旱，據統計糧食損失總價達 35,000 萬元^②。1931 年太湖流域之洪災損失，據統計亦達 10,000 萬元，1934 年太湖流域旱災損失，據統計為 11,000 萬元^③。華北河流之洪災，平均每七年一次，每次損失達 3,400 萬元^④。1931 年長江之洪災為近百年來僅有之奇災，據調查統計損失已逾 10 億元之巨，即善後工賑，亦費款數千萬元^⑤。又如 1948 年江西省水災，受災面積達 64 縣市，淹沒田地 6,098,769 市畝，房屋倒塌 19,000 棟，牲畜損失達 46,400 頭，損失之慘重，誠為江西省近數十年所罕見^⑥。以上記載不過代表我國各大河流水旱災損失之概要統計，至於無形損失，尤非數字所能估計，故導治之後，不言增產之價值，即就免除此項損失言，亦足說明治河工作對於經濟方面具有莫大之貢獻。

(二)保護陸地交通——平原區域之陸地交通線如鐵道及公路等，常因洪水氾濫而使路基淹沒，非但洪水期內阻礙交通影響生產，且因此增加工程修理及管理費用，例如 1946 年江西省公路被洪水沖毀橋樑 85 座，涵洞 32 座，水管 43 道，路面被淹 58 公里，沖塌路基及倒塌側坡土方計 10,380 公方^⑦。以此類推，陸上交通每年因水災所受之損失，為數甚鉅，河道導治後，洪水可以控制，陸上交通當可保護安全，其因水災所受之損失，當可免除。

(三)開發水力——開發水力為導治河道之主要目的，亦為治河工

① 張含英：黃河水患之控制。

② 須 愷：導淮問題（中國水利問題）

③ 孫輔世：太湖流域水利問題（中國水利問題）

④ 徐世大：華北水利問題（中國水利問題）

⑤ 宋希尚：揚子江水利問題（中國水利問題）

⑥ 1948 年 8 月 28 日江西民國日報記載。

⑦ 江西公路第 31 卷第 12 期。