

水力工程叢書

水文氣象 與壩工工程

黃毓嵩 編著

銀禾文化事業公司印行

水利工程叢書

水文氣象學 與壩工工程

黃毓嵩 編著

銀禾文化事業公司印行

水利工程叢書

水文氣象與壩工工程

編著者：黃毓嵩
發行人：陳俊安
出版者：銀禾文化事業有限公司
總經理：銀禾文化事業有限公司
地址：台北市和平東路2段96巷3之1號
電話：7005420・7005421
郵撥：0736622-3
定價：新台幣100元

新聞局登記證版台業字第3292號

1985年11月再版

■版權所有・不准翻印■

序 言

人類在生活上最重要者是三寶（氧氣、水、太陽），水亦是三寶中不可缺之一。即人類以水來耕作生產，以水為飲食生長，利用水為航運水路交通，及利用水而發電改善人類生活環境，發展工業，美化風景，提高人類之生活漸成優雅等。然而水雖如上述益於人，亦害於民，必須想盡方法防洪、制洪，以減少並至解除水災，免受其害鉅為重要。而利用水及處理水之有關水利工程包羅甚廣，難以一言而盡。

筆者從事水利工程實務歷有三十餘年及十年多來之執教經驗，以管見所及編此教材，供為大專土木、水利科系之基礎用書或為從事工程實務人員之參考書籍。又可供為參加高考、普考或特考人員之良好參考資料。

本書水利工程叢書第三冊「水文氣象學與壩工工程」之編排，分為第四篇水文氣象學，第五篇壩工學。首先以水文觀察，即水文之定義、功用、降水、水位、流速，河道內流水之測量，洪水，洪水波之傳播，洪水量之估計，及河流之固體荷載，其中包括全河砂礫之推移概況與河床之變遷情形，含砂量，沉滓種類，沉滓之重量，浮懸沉滓之沉降，懸浮載顆粒之沉降率，沉滓之產量等，及有關之氣象通論，說明氣象之功用，水之循環現象，大氣、氣壓、風、氣溫、濕度、降水、蒸發、滲漏等諸問題，如何作成天氣預報，以協助規劃設計各種壩工及有關水利工程之重要資料。並對於氣象有關之諸觀測方法及觀測用具等詳予說明，俾使參與水利工程計劃上具有水文氣象學理上之了解。次，為緒論築造水庫有關壩工之諸問題陳述，即築壩之目標，壩之功用，壩之各部名稱，壩之分類，及影响選擇各型態壩之因素，水庫位置之選擇，水庫之容量等。最後列舉最普遍實施之土壩、堆石壩及混凝土重力壩，以及必須選擇最堅固優良岩質為根基之特殊型拱壩等之規劃設計原則，所需諸材料，安定條件，附屬設施及注意事項等列為參考。

本書所論有關各種工程所用名詞與術語，均依照國立編譯館編訂於民國48年11月教育部公佈之「土木工程名詞」並附註英文原詞，便

予讀者閱讀其他書籍之統一名詞，至於所使用各種單位、長度、重量等除特殊之外均採用萬國公制爲單位。

水利工程叢書除本書外，經於民國56年8月修定再版之第一冊「灌溉工程」及第二冊「河川工程」藉此陳述內容爲參考；「灌溉工程」除有關水力學之初步學理，各種灌溉方法，尤其政府正在推行之輪流灌溉，農地重劃等之計劃，及其他渠道有關附屬各種建築物之規劃設計，各種構造物之內容講解，並列出筆者曾研究成功，經施工完竣工程之新設計方法，研究資料等。「河川工程」爲河川通性論起，對於治河上之重要方法，防洪工程之範疇，防洪方法，堤防等之設計暨施工，及完工後之堤防修守、防汛、河川工程所需材料，治河上所需建築物之講解，施工計劃，施工機械之簡介，又對於荒溪、不通航河川、通航河川及河口等之治理與方法等之理論，並略述荒溪治理上有關水土保持工程等。

再者，筆者曾於民國43、45年間著作出版之「土木水利工程用最新設計實例集」第一集上冊暨下冊及設計圖面集等共三本，承蒙各機關學校從事實務諸先生之好評與鼓勵，藉此致謝，此書雖無現存，與本水利工程叢書「灌溉工程」有密切之關係，順此奉告，同時徵求若有希望參考者，請即惠函告知，便予準備再版之榮!!並請多多惠賜指教批評與鼓勵。

除經已出版上述各書外，尚有預定續編著「耕地排水工程」、「公共給水工程」、「下水道污水處理工程」、「水力發電工程」、「港灣工程」，並有關水工結構設計計算例等，供爲從事實務先生們之參考，係因篇幅所限暫緩編述，在此先行奉告，並請原諒!!

本書係利用公餘課畢執筆之故，雖經多次校訂，難免有錯誤之處，撰述無常，料有疏忽不文之處甚多，尚乞請諸位先輩賢達學者，隨時惠予指正，俾予再版時，將以訂正，叩首請惠賜教!!

黃 毓 嵩 謹 識

水利工程叢書

目 錄

第四篇 水文氣象學

第一章 水文觀察	1
I. 定義	1
II. 功用	1
III. 降水	1
1. 降雨之分佈	1
(1)面積或地理之分佈：(a)算術平均法 (b)徐昇法 (c)等雨量線圖法 (d)站年法	
(2)時間之分佈	
(3)雨量及時間之分佈：(a)強雨之頻率 (b)連續時間、面積、強度、頻率之關係	
2. 地形高度與降雨量之關係	7
3. 暴雨	7
(1)暴雨種類及發生情況 (2)暴雨頻率	
(3)日雨量與時間雨量之關係 (4)雨量累積曲線	
(5)暴雨延時 (6)最大可能降雨量推算： (a)露點之調整 (b)地形標高校正	
IV. 水位	10
1. 定義	10
2. 水位之名稱及符號	10

3. 水位之變動	12
(1) 水位變動之因素：(a) 自然變動 (b) 人工變動	
(2) 水位變動之範圍 (3) 水位變動與工程之關係	
4. 觀測水位	13
(1) 自記水位站 (2) 普通水位站	
(3) 水位觀測記載人員應注意事項	
5. 水尺之裝設	14
(1) 水尺裝設之位置 (2) 水尺之裝設	
(3) 裝設水尺應注意事項	
6. 水位頻率曲線	15
7. 水位變程	16
8. 延時曲線	16
V. 流速	16
1. 定義	16
2. 流速公式	16
(1) 巴新公式 (H. Bazin formula)	
(2) 葛恩琪及庫特公式 (Ganguillet and Kutter formula)	
(3) 洽曼克公式 (G. Hermanek formula)	
VI. 河道內流水之測量	22
1. 概述	22
2. 流速之測定法	22
(1) 浮標法：(a) 浮球 (b) 水中浮標	
(c) 柵式浮標 (d) 扉式浮標	
(2) 流速儀法	
VII. 流量	26
1. 概述	26
2. 量水法	27
3. 流速面積法	27
4. 用公式計算流量	28
5. 應用流域內之雨量計算法	28

6. 水位法	30
7. 其他方法	30
8. 流量記錄可靠性之分析	30
9. 流量資料之補遺	30
(1) 自同站利用長期降雨記錄	
(2) 自一流域之一或數站流量記錄，展延至同流域之另一站	
(3) 一已知流域降雨及流量關係與比隣或附近流域之比較	
(4) 經驗公式之應用	
10. 可靠引用流量之估計	32
11. 流量延時曲線	33
12. 流量累積曲線	33
13. 過程線	33
14. 河川基流量	33
15. 逕流係數	34
VII. 洪水	35
1. 概述	35
2. 洪水期間河槽之變化	35
(1) 漲水階段 (2) 洪峯階段 (3) 退水階段	
3. 洪水預報及效果	36
4. 洪水預測之方法	36
(1) 氣象資料法 (2) 雨量法 (3) 水位法 (4) 流量法	
IX. 洪水波之傳播	38
X. 洪水量之估計	39
1. 滲入法	39
2. 洪水頻率法	39
(1) 等時間之洪峯法 (2) 超出一定量 (3) 一切洪峯法	
3. 經驗公式	40
4. 單位流量過程線法	42
(1) 單位流量過程線適用範圍	
(2) 選擇與整理實測雨量與流量記錄	

- (3)決定單位時間 (t_r) (4)分離基流量
- (5)決定超滲雨量 (6)計算退水係數
- (7)無量次曲線演繹 (8)求單位流量過程線
- (9)核對單位流量過程線
- (10)推算本河流上下游其他地點之單位流量過程線
- (11)應用單位流量過程線法
- (12)三角型單位流量過程線：(a)自河道斷面及坡度估計法
(b)由坡度流速及河長估計法
(c)採用美國加州公路及公共工程局所用公式法

5. 統計法 50

6. 合理化公式法 50

XI. 抄台灣省流域面積、地形及各種地區與洪水量等之關係表 51

第二章 河流之固體荷載..... 54

I. 全河砂礫之推移概況與河床變遷情形 54

II. 含砂量 54

1. 概述 54

2. 懸移質測定應注意事項 56

3. 懸移質粒徑分析 56

4. 含砂量施測值之統計分析 56

5. 含砂量記錄可靠性分析及校正 57

6. 含砂量率定曲線 57

III. 沉滓之種類 57

1. 礦物質沉滓粒徑分類 57

2. 按輸送力學性質分類 58

(1)浮懸載 (2)河床載 (3)流洗載 (4)溶解載 (5)泥流

IV. 沉滓之重量 58

V. 浮懸沉滓之沉降 59

VI. 懸浮載顆粒之沉降率 59

VII. 沉滓之產量 61

第三章 氣象通論	62
I. 定義及功用	62
II. 水之循環現象	62
1. 空中水	62
2. 地面水	63
(1)地面逕流 (2)滲漏地下水 (3)重還空中水	
3. 地下水	64
(1)濕潤水 (2)淺層水 (3)深層水	
III. 大氣	65
IV. 氣壓	65
V. 風	66
1. 定義	66
2. 風向、風速及風壓	66
3. 風級及名稱	66
VI. 氣溫	68
VII. 濕度	69
VIII. 降水	69
1. 定義	69
2. 降水之成因	69
(1)因低氣壓 (2)因地形 (3)因相對流	
3. 影響雨量之因素	70
(1)緯度與降雨量 (2)風系與降雨量 (3)海拔與降雨量	
(4)近海內陸與降雨量 (5)地形與降雨量	
4. 降雨量之研究	70
(1)年降雨量 (2)月降雨量 (3)日降雨量 (4)時間降雨量	
5. 降雨強度	72
IX. 蒸發	73
1. 概述	73
2. 種類	74

(1)水面蒸發：A. 水面蒸發之現象	B. 影響水面蒸發之因素	
(2)地面蒸發：A. 地面蒸發之現象	B. 影響地面蒸發之因素	
(3)植物截留：A. 阻隔蒸發之現象	B. 影響阻隔蒸發之因素	
(4)蒸散：A. 與濕度之關係	B. 與日光之關係	
	C. 與風之關係	D. 與土壤水份之關係
	E. 與植物種類之關係	
(5)蒸發機會：A. 與降水之關係	B. 與阻隔之關係	
	C. 與滲漏之關係	
X. 滲漏		80
1. 滲漏之現象		80
2. 滲漏與地質之關係		80
XI. 天氣預報		81
1. 定義		81
2. 種類		81
(1)全國預報	(2)地方預報	
3. 氣象報告		81
XII. 地震與風速		83
第四章 氣象觀測法及觀測器		84
I. 氣壓之觀測		84
II. 日照		84
III. 風之觀測		86
1. 風速及風向		86
2. 風圖		86
(1)定義 (2)風向圖 (3)風速圖 (4)風力圖		
(5)合成風向圖、合成風速圖及合成風力圖		
(6)四季風圖及強風圖		
IV. 氣溫之觀測		87
1. 概述		87
2. 溫度計		87

V. 濕度之觀測	88
VI. 降雨之觀測	89
1. 觀測法	89
2. 觀測器	90
(1)雨量計 (2)自記雨量計 (3)雨量計觀測上應注意事項	
VII. 蒸發之觀測	92
1. 觀測法及注意事項	92
2. 蒸發量	93
3. 觀測器	94

第五篇 壩工學..... 96

第一章 總 論 96

I. 概述	96
1. 定義	96
2. 目標	96
(1)防洪 (2)灌溉 (3)發電 (4)公共給水 (5)航運	
(6)養魚暨野生動物 (7)調節河流蓄水	
3. 功用	98
(1)儲蓄水量 (2)抬高水位 (3)控制洪水 (4)緩慢流速	
4. 壩之各部名稱	99
II. 種類	99
1. 由形狀 (Form) 分類	99
(1)天然水庫 (2)人工水庫	
2. 由蓄水容量 (Storage capacity) 分類	100
(1)水池 (2)水庫	
3. 由建築材料 (Building materials) 分類	100
(1)土壩 (2)堆石壩 (3)混凝土重力壩	
(4)混凝土拱壩 (5)埤壩 (6)其他壩型	

4. 由使用目的 (Use object) 分類	100
(1) 蓄水壩 (2) 引水壩 (3) 攔洪壩	
5. 由水力設計 (Hydraulic design) 分類	101
(1) 溢流壩 (2) 非溢流壩	
6. 由結構 (Structure) 分類	101
(1) 實壩 (2) 空心壩 (3) 拱壩	
7. 由性質 (Nature) 分類	102
(1) 活動壩 (2) 固定壩 (3) 輓壩 (4) 固結壩	
8. 8. 由施工法 (Construction method) 分類	102
(1) 輓壓型土壩 (2) 水填型土壩 (3) 半水填型土壩	
(4) 圪工壩 (5) 堆石壩	
Ⅲ. 影響選擇各種壩型之因素	104
1. 壩型選擇	104
(1) 選擇壩型之研究事項	104
(2) 選擇最優壩型時，應注意事項	104
2. 各項因素	104
(1) 地形 (2) 地質 (3) 可採材料 (4) 溢洪道址及大小	
(5) 地震 (6) 施工排水 (7) 其他問題	
3. 壩型比較	106
(1) 土壩 (2) 堆石壩 (3) 混凝土重力壩 (實體)	
(4) 混凝土空體重力壩 (5) 拱壩 (6) 壩壩	
Ⅳ. 水庫位置之選擇	108
1. 庫址	108
2. 水源及流域種類	109
(1) 水源 (2) 流域種類	
3. 地形	109
4. 地質	110
5. 淤積	111
6. 工程費	112
(1) 需力設備 (2) 輸送設備 (3) 工人	

(4)施工場所 (5)擋水設備 (6)施工季節	
V. 水庫之容量	112
1. 水庫高度—面積—容量曲線	112
2. 水庫之集流量	113
3. 水庫放水量及損失量	113
(1)農業用水 (2)工商業、公共用水	
(3)壩址下游保留水量 (4)發電用水	
(5)庫面蒸發損失 (6)庫底滲漏損失 (7)呆水量	
4. 水庫盈虛運用	114
5. 經濟水庫容量	114
6. 離槽水庫	115
(1)優點 (2)間接流域與建小型蓄水庫	
7. 水庫容量之簡便求法	116
第二章 土 壩	117
I. 設計及施工之原則	117
1. 土壩安定條件	117
(1)土壩崩潰原因 (2)土壩安定準則	118
II. 安定計算	118
1. 壩下游部份計算公式	119
2. 壩上游部份計算公式	120
III. 浸潤線	121
1. 概述	121
2. 浸潤線之計算	122
IV. 坡面之安定	126
1. 孔隙水壓	126
2. 流線網	127
3. 孔隙壓與剪斷強度	128
4. 於築壩工程因壓實(Consolidation)所發生孔隙壓	129
5. 依滲漏水之孔隙壓	130

6. 因壓實(Compaction)中所發展孔隙壓(Pore pressure)	130
7. 剪斷強度	130
8. 坡面之安定	130
9. 平面滑面之假設	134
V. 滲透及貫通作用	136
1. 滲透	136
2. 貫通作用	138
VI. 土壤之性質	140
1. 土壤之性質及安定	140
2. 土質與最佳含水量及最大乾燥土重量	142
3. 築壩用土適用範圍	145
第三章 堆石壩	147
I. 概述	147
II. 基礎	147
III. 壩身材料	147
1. 為堆石材料應具條件	147
2. 常用石材及其強度	147
3. 石材之大小	148
IV. 壩身之設計	148
1. 斷面之決定	148
(1)上游處之坡度：A. 表面防水牆型 B. 內部防水牆型	
(2)下游處之坡度 (3)壩頂寬度	
2. 防水牆	150
(1)表面防水牆：A. 混凝土防水牆 B. 其他防水牆	
C. 粗石圬工層	
(2)內部防水牆：A. 土質防水牆 B. 過濾層	
3. 底部防水牆與灌漿	153
4. 滑動之安定	153

第四章 混凝土重力壩	154
I. 作用于壩身諸外力	154
1. 混凝土重量	154
2. 靜水壓	154
3. 動水壓	154
4. 上頂壓力	155
5. 地震力	157
6. 泥壓	158
7. 冰壓	159
II. 壩之內應力	160
1. 概述	160
2. 壩趾及壩跟之垂直壓應力	160
3. 水庫水位與壩身應力之關係	162
4. 壩趾之斜壓應力	163
III. 設計壩之斷面暨形態	164
1. 基本斷面形態之決定	164
2. 出水高度	164
3. 斷面之決定方法	165
4. 壩頂加寬與斷面之修正	165
5. 溢流部之形狀	167
6. 壩形與水壓力之關係	167
IV. 重力壩之安定條件	169
1. 重力壩之失事原因	169
(1) 顛覆 (2) 壓潰 (3) 滑動	
2. 顛覆之安定(Stability of reverse)及需要之壩底寬	170
3. 壓潰之安全	171
4. 滑動之安定及所需摩擦係數	172
V. 設計重力壩應注意事項	175

第五章 拱 壩	177
I. 概述	177
II. 拱壩種類	177
III. 應力計算	179
IV. 依圓筒理論之設計例	180
1. 等徑拱壩之設計	180
(1)設計條件 (2)決定中心角 (3)決定斷面	
(4)平面圖之繪法 (5)最底部之檢查	
2. 等角拱壩之設計	182
(1)提言 (2)設計條件 (3)決定中心角	
(4)決定斷面	
3. 不等徑不等角拱壩之設計	183
(1)提言 (2)設計條件 (3)決定中心角	
(4)決定斷面	
V. 細部之設計	184
1. 挖掘基礎	184
2. 接縫	185
3. 溢洪道	186