

150790

152640

防洪工程學

張含英著



商務印書館出版

序

防洪工程學這本書，是 1946 年冬天和次年春天，我在前中央大學（現改為南京大學）任教時所編的講義。其後又曾陸續在北洋大學和前中央大學講授。講義的原名是防洪之理論與實施。從它的原名可以看出這本書的內容是力求“理論與實際一致”，也就是符合於現代教育方法的。不過因為見聞不週和資料缺乏，還沒能圓滿地達到這個目的。可是在教學過程中，同學們曾自動地抄寫印刷，所以這本稿子也就流傳於外。因之，有許多工程師和教師們來信或面催出版，以供教學和實用參考。祇以我還打算有更多修正和補充的機會，沒敢應命。

1949年冬，又先後和這兩個大學的同學們會談，知道解放以後，政治覺悟提高，學習熱潮盛漲，於是同學們每週學習的時間經常在八十小時左右。這不祇影響健康，而且減低教學效率。造成這種偏向的原因固然很多，可是中文教本的缺乏必然也是主要的一個。因之，我想現在雖然脫離學校，設為時間所許可，仍必在這一點上為青年們服務。適然商務印書館又來索書，便把這部講義詳讀一遍，覺得雖不完備，尚有可用，遂寄以付印。不過沒來得及把新中國的建設資料搜集列入，實在是一大缺憾。我希望以後能有系統地整理這些資料，隨時補入附錄，或修改正文。

現在一般講防洪的書籍，或者偏重於“洪水的推算”，或者偏重於“工程的設施”，而這本書是等量相視的。又一般的防洪書籍很少論到“河道的沖積”，認為這是與“調整河槽”以利航行有關的知識；我的看法稍微不同。河之所以為患，固然由於流水，可是河槽的不善也實足以促其為患，所以研究防洪對於“洪水”與“河道”二者也不可偏廢。因之，便在這

本書的第二卷裏略爲論述。又爲便於說明各種理論和方法起見，這本書採取了很多外國資料，單位也有採用英制的地方，這是因爲國內的資料比較缺乏，其僅有的也缺少有系統地整理的緣故。但凡遇有我國資料之可以引證的，也都盡量收容。

防洪之事，一河有一河的問題，一地有一地的問題，所以對於任一河流的措施，要在求其自身問題的合理解決。這本書的例子雖多，但都爲說明便利引用的，僅可供研究、計劃的參考，不可無條件地採用，這是應該聲明的。

這本書採取其它書籍或記載的地方，大都附註來源。不過還有幾種被引用最多，而不能一一註明的，特把這些書名列在這本書的末後，一併和其它採用的書報，深致謝忱。

這本書即將發行，趁此把出版原委和編輯意見簡要地說明如上。

1950年初夏，張含英記於北京。

目 錄

序	1
第一卷 洪水之推算	1
第一章 緒論	1
101. 防洪之範疇	1
102. 規劃防洪之原理	2
103. 水災	5
附錄 101. 我國水災舉例	7
第二章 降雨	12
201. 降雨之原因	12
甲、地形作用 乙、熱之對流作用	
丙、接合面作用與集合狀態	
202. 雨量之觀測	14
甲、雨量站之各別重要性 乙、降雨及降雨記錄	
203. 降雨期內降率之分佈	16
204. 最大可能降雨量	19
甲、蒲勞維頓斯區法 乙、皮地斯伯區法 丙、小石區法	
丁、前三法之比較 戊、氣團分析法	
205. 降雨之頻率	35
第三章 逕流	39
301. 雨之歸宿	39
302. 雨水損失之計算法	39

303.	計算逕流之普通公式	43
304.	影響逕流之因素	44
305.	最大逕流之估計	47
306.	計算逕流之一般方法	49
	甲、包圍曲線法 乙、滲潤曲線法 丙、代表地域法	
307.	雪對逕流之影響	50
附錄 301.	滲潤曲線法	53
第四章	洪流之預測	59
401.	引論	59
402.	普通應用之公式	59
403.	水流漲落圖	62
404.	合理之計算方法	64
405.	單位漲落圖法	68
406.	單位漲落圖之繪法	69
407.	單位時間之選定	70
408.	繪製單位漲落圖誤差之來源	70
409.	複式漲落圖	73
410.	以複式漲落圖求單位漲落圖法	77
	甲、圖解法 乙、分析法	
411.	無水流記載時繪製單位漲落圖法	87
	甲、同一河道上已知另一點之漲落圖	
	乙、同一河道上並無任何漲落圖	
412.	結論	89
413.	滲漏	93
附錄 401.	無水流記載以求單位漲落圖法	95

402. 永定河最高流量之估計	103
第五章 洪流之頻率	110
501. 引言	110
502. 頻率曲線	110
503. 等時間之洪峯法	112
504. 超出一定量之洪峯法	117
505. 一切洪峯法	118
506. 各法之比較	118
507. 繪製頻率曲線之分析法	119
508. 一次大洪之影響	125
509. 頻率之其他應用	128
附錄 501. 淮河洪水之頻率	128
502. 中國五大河之洪水頻率曲線	135
第六章 洪流之前進	152
601. 引言	152
602. 洪流前進之基本理論	153
603. 蒲爾斯法	157
604. 司廷伯法	168
605. 馬司京干法	171
606. 一段河道中間之漲落圖	181
607. 單位漲落圖與推算洪流前進法之合併應用	181
608. 水位之關係	182
609. 高水線	185
附錄 601. 漫灘水流之 n 值	192

第二卷 河道之冲積197

第七章 河岸之坍塌197

701. 羣岸與防洪之關係197

702. 河道之典型性質198

703. 河水之流動200

704. 塌岸202

705. 凸灘205

706. 流動之冲積物質205

707. 冲積河道迂迴作用之試驗210

第八章 河道之含沙量224

801. 引言224

802. 黃河之含沙量224

803. 永定河之含沙量227

804. 米蘇里河之含沙量229

805. 密西西比河之含沙量230

806. 柯蘭拉都河及其他河之含沙量231

807. 蓄水庫之壽命231

第三卷 防洪之設施235

第九章 隄之修築235

901. 隄對於洪流之影響235

902. 隄之橫斷面與位置237

903. 隄之建築247

904. 隄之防護	254
905. 決口與善後	259
906. 城市之隄工	262
附錄 901. 潘季馴論隄	262
第十章 河槽之改善	271
1001. 改善河槽與水流之影響	271
1002. 河槽橫斷面之增加	272
1003. 河槽流速之增加	272
1004. 裁彎工程	274
1005. 約翰斯城之河槽改善工程	277
1006. 落山磯之河槽改善工程	279
1007. 密西西比河之裁彎工程	281
1008. 揚子江之裁彎問題	282
附錄 1001. 密西西比河裁彎之影響	285
1002. 嵇曾筠論挑挖引河	298
第十一章 隄岸之防護	301
1101. 防洪與利航	301
1102. 護岸之功能	302
1103. 護岸之類別	303
1104. 墻工	303
1105. 壩頭	305
1106. 丁壩	307
1107. 透水丁壩	308
1108. 連續工程之效益	310

1109. 鐵梢樑	311
1110. 掘梢樑	312
1111. 混凝土簾	314
1112. 混凝土板	316
1113. 水上部分之保護	316
1114. 各種連續工程之比較	318
1115. 護岸之搶修	318
1116. 護岸對於河槽之影響	319
第十二章 洪流之分洩	325
1201. 分洩之方法	325
1202. 洩洪道與水流之關係	325
1203. 山柯門都河之洩洪道	327
1204. 密西西比河之洩洪道	328
附錄 1201. 邦內加里溢水堰	330
第十三章 洪流之節蓄	334
1301. 節蓄洪流之效能	334
1302. 水庫之要素	336
1303. 推算洪流前進情態之基本關係	337
1304. 推算洪流前進情態之方法	344
甲、試猜法 乙、顧德禮法 丙、圖解法 丁、積量曲線法 戊、積分器 己、各法之比較	
1305. 水庫之一般性質	359
1306. 壩之位置與庫之容量	362
1307. 洩水道	366

1308. 溢水道	371
1309. 壩高	373
附錄 1301. 倒漾水之約略計算法	374
第十四章 流域之保護	387
1401. 流域之保護與防洪之關係	387
1402. 逕流與各因素之關係	387
1403. 防護之方法	391
第十五章 防洪之利益	394
1501. 利益之類別	394
1502. 受災面積	395
1503. 直接損害	396
1504. 直接損害之估價	400
1505. 間接損害	402
1506. 間接損害之估價	405
1507. 免除水災後之獲益	407
1508. 提高土地之用途	410
1509. 附帶利益	412
1510. 無形利益	413
1511. 計算利益程序之總述	413
致謝聲明	415

防 洪 工 程 學

第一卷 洪水之推算

第一章 緒 論

101. 防洪之範疇 防洪爲英文 Flood control 之譯名，我國已普遍採用，且視爲水利工程門類之一。古籍所稱之治水、治河、河防、安瀾、防汛等名辭，皆有同意，惟不若防洪二字所表示之意義顯明，故取之也。

防洪工程所以防範洪水，使洩流於計劃河槽之內，以保護兩岸及低地之生命產業，而祛其水患者也。若築隄禦水，護岸防決，蓄水節洪，疏水分流，以及改善河槽等工程皆屬之，故亦可稱之曰洪水之防範工程。至若洪漲之時，依平時所修之工事，而施以臨時之緊急處置，以保護隄岸免致潰決者，又稱爲搶護工程。至若水已成災，泛溢四野，或另開河道，或堵口復隄，則可稱之爲善後工程，雖已出防洪之範圍，然亦不無連帶關係也。

更有放任洪水漫流於田野之間，而僅作減輕其災害之設施者，例如遷民避水，限制用地等，雖非防洪工程，但亦多視爲防洪工作之一助。

至若預測洪水之數量，傳遞洪水警報，皆足以減輕水患，維護安全，亦即爲防洪之輔助工作。

然亦有本身雖非防洪工事，而有利於防洪者，若保育流域內之植

物，整理畝畝，改善農作方法，防制溝壑之發展等，雖為流域內土地之整理及善用，但間接影響於防洪工作。蓋以蓄水防沙皆為減低洪患之因素也。

本書雖按其重要，分別詳略，加以論述，但有者屬於防洪工程，有者僅有利於防洪，不可不察也。

102. 規劃防洪之原理 防洪二字就字面之意義言之為洪水之防範。但事實上防禦水災實無萬靈之藥。惟應就自然之環境，依經濟之原則，而定防洪之策略，以期達防範之某種限度而已。防洪問題至為複雜，非特水性善變，漲落難測，河道沖積，遷徙無常，而災區廣大，人事紛繁，防救之耗費，動需巨款，局部之整理，輒牽全河。是以選擇防護之策，須適應一切環境，以期達恰當之處理。故治病之藥，雖僅此數味，而其配合及分量，則因人因地因時而施，所謂死法活用，要在工程師發明之也。

擬具河道之防洪計劃，其內容應遵守下列之法則：（一）完善，（二）經濟，（三）最高惠益，及（四）簡單。

欲求計劃之完善，須先備知識，經驗，及參考之資料三者。故主持防洪之工程師應有河工水理之基本知識，並深切明瞭防洪方略中之原理，熟悉各重要河流之史實。更須有防洪之實施經驗；設對於所研究之河道有豐富之經驗與深切之認識者尤佳。

精確及詳密之技術資料須有多年之連續精密觀測。完善之防洪規畫所需之資料如下：河道及鄰地之精確測量，河口及天然洩洪道等地區之測量；幹支流各段之多年水位記錄；在各水位時之多年流量與含沙量記錄；河岸及河底沖積數量及變遷之記錄；曾經泛濫及可能泛濫面積之估測。但資料每難完美，是則有待於根據學理之推算及經驗之判斷矣。

防洪工事多為因經濟之需求而逐漸發展者。我國黃河之從事治理

者，四千餘年，治河之方法與技術雖不無進步，惜甚遲緩。蓋以過去防洪多以慈善救濟為目標，或視為鞏固少數人地位之工具，絕少注意於經濟之配合，與人民之要求，故河迄今而不得治，猶如上古之荒溪也。不寧惟是，即天賦優良之河道，亦多棄之不顧，任其荒廢，是皆未能重視防洪之經濟價值者也。是故完善之劃畫，仍必以經濟為基礎，始得有適當之發展也。

欲求計劃之經濟，則必使修築及維護之費用，較諸所獲之利益為低。如是則選擇防洪之方法及所防範之程度，必於計畫之時詳為攷慮。例如防範之對象為理想之大洪水乎，罕有之大洪水乎，五十年一遇之大洪水乎，抑為二十年，十年一遇之洪水乎。凡此選擇皆必根據於防洪費用及所保護之利益而定。

利益可分為直接與未來二種。直接之利益為於防洪工事修成後即可獲得者，未來之利益則須於整個計畫完成後，因所保護之田地得以開發而獲得者。後者多難臆測，且距事實較遠，故普通多以所保護田地及其他財產之直接利益為防洪之獲益。直接利益因所保護之土地及其上物質建設之價值，與夫苟受水災可能損失之多寡而定。故求直接利益必先估計已有財產之價值，及計算水災可能之損失。

計算水災可能之損失，應以過去水災損失之記錄為依據。精確之估計，頗非易事，蓋以人民於失望及興奮之餘，對於水災每作誇大之辭。水災損失可分直接與間接兩種。直接損失為財產之破壞及減損。間接者為事業之停頓，及生產力之減低。例如房屋之倒塌，禾苗之淹沒，牲畜之溺斃，倉庫之摧毀，公路之破壞等，為直接損失之數例。間接之損失，如工廠之停頓，商業之凋零，交通之阻礙，農產之荒廢等為其例也。計算損失之數量時，又每易重複。例如田賦常列為間接之損失，但此款則出自農產之售價。苟農田因水災荒廢未種，在收穫上計算其損失時，已將一切

包括在內，不應再將田賦損失一項各別列入矣。

又計算農產之損失，應以水災前之物價爲準，不應以水災後者爲準，因災後貨少價高也。

研究防洪之經濟問題時，常有爲人所忽視之一事，即常因防洪工事之建立，可能使農產上之損失超於所保護不稼之收入以上。例如河道自然之漫流，在沖積平原上，常因落淤而肥田。設於沖積平原上建立隄岸，則減少此等優點。尼羅河下游（Lower Nile）爲其著例。故尼羅河不須防洪，反之，且必時以淤灌；否則田地即喪失其生產力也。

是故直接之損失，於減除搶救出險之財物外可計其全價。蓋以直接之損失爲財產實際之損毀及破壞也。惟間接之損失，則須謹防重複。由此可知水災之確切損失，常較災區人民及企業家所報告之數額爲低也。

自上法所計算之實際損失，可作爲“水災可能損失”之指數。水災可能損失爲無防洪工事時所可遇之假定數目。然又每因洪水之頻率及數量而增減“損失數量”之重要性。蓋以水災頻仍者，其待救必急，雖其損失數較低，亦每列爲急要也。所受保護之土地，財產，以及“水災可能損失”之數量，皆爲鑑定所擬防洪計劃之是否合於經濟原則者也。

於上文討論中，並未論及生命之保護及損傷，蓋以專爲保全生命計，雖無防洪工事亦可由其他方法達到此目的也。如利用洪水警報之傳遞，交通工具之改良，遷居民於危險以外之地域等，皆可以保全生命。且水之漫流甚緩，即水已漫溢，亦儘有逃避之時間。惟濱河之城市及地勢過於窪下之區域，設計防洪工事，則必對於保障生命之安全加以特殊之注意也。

至若明知其經濟合算，但無資金之籌措，亦每爲一嚴重問題。然以事出防洪本身之範圍以外，茲不贅論。（利益之推算詳第十五章）

最高惠益之意義頗爲顯著，即自防洪之支出，能獲得最高之利潤是

也。因此常有誤解盡量增加保護之土地面積即爲最高之惠益者。實則防洪與墾荒不同。防洪之主要目的爲保護已有之財產。是故若犧牲有價值之小面積，而保護利益微薄之廣大面積，實非計之得也。

簡單之計劃常爲最有效而最廉價之計劃。設有同效能，等用費之簡單計劃，自可捨複雜者而不用。工程之操縱，若能採取自動者尤佳。人力操縱常生糾葛，蓋以洪漲之時，人心浮動，防洪工事之操縱，或可發生各地利害之衝突也。

就上述四項法則言之，完善與經濟爲首要。凡不合者概不得採用。最高惠益及簡單爲次要，可於數種計劃比較其長短時參考之。

擬具防洪計劃之步驟有三：（一）研究與搜集資料，（二）選定治河方法，（三）擬定工作程序。資料須包括河道、水文、經濟及居民習尚等。次即選定治河之方法，以適合河道，水文及經濟之環境。欲定實施之程序必先計劃實施後之效果，因之分別輕重緩急，列爲先後。

近代流域計劃與多目標工程盛行。是欲以全流域爲對象，將防洪與其他水利之發展統籌規畫，且每一工程常兼供數種目標者也。此等規畫之方法雖與單獨以防洪爲目標者稍異，但上述各項法則，仍爲研究該計劃內防洪事項之準繩也。

103. 水災 世有謂水災之來，近世而愈烈者。亦有謂工事愈多，水患愈甚者。雖非事實，但亦不爲無因。社會經濟愈發達，則所受損害愈嚴重。是以同一洪水，在古時不生災害，近世則不能忍受。苟任洪水漫流，棄土地而不用，則永無防洪問題之發生。因人之利水草也，利航運也，利沖積平原之肥美也，部落成焉，人烟集焉，城市立焉，所佔居之地，本爲洪水自然流溢之野，與水爭地，自有防洪之事。地方愈發展，則所需於防洪者愈急，所受水災之威脅愈烈。是故防洪工事初由居民各自爲之，既不相謀，亦無關連。久之則不免有以鄰爲壑之事，因而爭端以起。更有以

水爲攻守之具者，若決隄淹城，築壩害鄰，更足以引起利害之衝突。故防洪事業之進展多爲由地方性者，逐漸變而爲聯合辦理，或由國家主持之者。

水災之損害，雖各地不同，然與人類之威脅則殊不可輕視。語云：“洪水猛獸”喻其兇也，“水火無情”言其烈也。然水可載舟，亦可覆舟，是又在於人之善爲運用矣。

我國水患記載，雖累篇積牘，但多空疏，乏精確之統計。黃河自大禹迄今，決口改流者凡一千五百六十次，而大徙者六。三代而後每二年約一爲患。北侵津沽，南奪淮泗，受災範圍可達二十五萬平方公里，居民且六千萬。歷次之災害雖不可詳攷，然以民國二十二年之決口計，直接之損失近三萬萬元。此卽世人所稱“中國之大患也。”黃河流域爲我中華民族發祥之地，且爲政治文化之中心，三代兩漢之世，可稱極盛，未聞以水患阻止民族之繁興。惟其後則以天然之變遷，人力之未盡，黃河流域遂無當日之盛況矣。”（拙著黃河水患之控制）

揚子江水災，上古史乘鮮載。自漢高后三年，迄今二千二百餘年間，大小水災約計二百次。考其過程，愈近而愈密，愈近而愈烈。近世則以清同治九年及民國二十年爲最鉅。實以人口日繁，沿江墾殖，侵佔江田所致。雲夢七澤化爲農田，洞庭隄垸害及蓄水，皆其例也。故揚子江之防洪，亦將成爲嚴重問題矣。

美國自1900年至1908年，皆有水災，全國之損失，每年自45,675,000金元，（1900）升至237,860,000金元（1908）。而1927年密西西比河之暴洪，淹沒面積二萬三千方英里（58,400方公里），損失263,334,000金元。該河防洪所費，截至1938年六月三十日，已超出六萬四千萬金元之鉅額矣。

茲所舉例，不過略示問題之一斑。各河有其自身之歷史，自身之問

題。惟水災之威脅，則以人口之繁殖，經濟發展，而日趨嚴重亦可見也。

附錄 101 我國水災舉例

水災之統計極為困難，茲就近年各河災情略舉一二，以明概況。河患之最重者當推黃河、永定河、淮河及揚子江，其他不備述焉。

子、黃河 22 年水災 民國 22 年 8 月黃河大水，計豫省溫縣境決 19 處，武陟縣境 1 處，蘭封縣境 2 處，冀省長垣縣境決 31 處，東明縣境決 1 處，共計 54 處。其中以蘭封之四明堂，東明之小龐莊及長垣各口為災最重，水循地勢漫流，致豫東冀南魯西各區同受其害。其時綏遠陝西亦同有水災，惟較輕耳。據黃河水利委員會統計（見水利月刊第六卷第一二期），總計受災面積 35,944 方公里（惟自飛機測量災區圖，計算魯、冀、豫三省災區面積僅為 6,359 方公里），其上人民 3,996,643 口；傷亡人數 18,305 口；財產損失，計房屋 74,449,864 元（1,650,736 間），田禾 615,662,881 元（10,554,012 畝），牲畜及財物 83,394,415 元（牲畜 63,109 頭），共計 273,507,160 元。各項根據，有者為縣政府直接向該會報告，有者為參考公文或採自報紙所得。

丑、黃河 27 年水災 民國 27 年 6 月，軍事正急，決黃河於鄭縣之花園口，南汜賈魯、淝、渦、山入淮。災及豫皖蘇三省。於 36 年 3 月，始行堵口，河回故道。茲據河南省社會處統計，僅該省被淹二十縣，舊汜區為 3,690 方公里，新汜區為 1,800 方公里，共計 5,400 方公里；人口損失，原有 4,051,899 人，死亡 434,919 人，佔百分之 10 強，逃亡 1,095,325 人，佔百分之 25；土地損失，原有 13,618,826 畝，流動性水淹地 3,421,800 畝，佔百分之 25；房屋損失，原有 3,163,231 間，淹毀 2,010,320 間，佔百分之 60；挽力損失，原有 790,161 頭，死亡 615,811 頭，佔百分之 90。至於金錢折合之損失數字，茲皆從略，蓋以九年間因戰事關係，物