

# 農田水利學

鄭肇經著

中國科學圖書儀器公司

出版

514

8732  
K-1

168827

~~443-9~~  
~~8742~~

~~243580~~  
#18

# 農 田 水 利 學

鄭 肇 經 著

中 國 科 學 圖 書 儀 器 公 司

出 版



# 農田水利學

版權所有



不准翻印

一九五二年八月初版

◀定價人民幣四萬六千元▶

編著者

鄭

肇

經

出版者

中國科學圖書儀器公司

上海(18)延安中路537號

總發行所

中國科技圖書聯合發行所

上海中央路24號304室

電話19566 電報掛號21968

分銷處

中國科學圖書儀器公司

南京：太平路32號

廣州：永漢北路204號

## 序

我國以農立國，自神農作耒耜，教民稼穡，黃帝經土設井，立步制畝，農事已興。大禹治水，防災而外，盡力溝洫；後稷教稼於邰，公劉居邠，紹述先業，其時非特農事漸盛，灌溉之事，當亦興起。至周代而井田溝洫之制大備，據周禮秋官所載：“雍氏掌溝瀆澮池之禁，利民之道在經野，凡野，夫間有遂，十夫有溝，百夫有洫，千夫有澮，萬夫有川”。遂從溝橫，洫從澮橫，以遂均水，以溝蕩水，以洫舍水，以澮瀉水，以達於川，皆所以通水於田，洩水於川也。周禮致太平之書，大旨在盡力溝洫，通於行水，得其要領，盡其精微，農田水利之盛，可以想見。按史冊所載，如楚令尹孫叔敖之作芍陂，魏鄴令西門豹之引漳溉鄴，韓使鄭國說秦而開涇渠，秦李冰守蜀而鑿離堆，均其著者。自漢以後，州郡有司，並河沿江，傍澤瀕湖，因地制宜，資灌溉，興屯墾，繼池陽之謠，遺召伯之愛者，史不絕書。惟古代溝洫之制，皆在西北之境，彼時東南荆揚之域，則所謂厥土塗泥，厥田下下者也。漢以前東南猶稱澤國，東漢之世，始有會稽太守馬臻開鏡湖以溉田；迨五胡之亂中原，黎民隨晉室以東遷，而灌溉之利漸盛。厥後吳越割據，南宋偏安，開塘穿井，日事墾闢，而東南財富遂甲於天下。降及元明清之際，農田水利莫不列為要政。近年以來，並參用新科學方法，從事興修渠堰，農田水利事業，乃益為國人所重視。全國解放以後，在我中央人民政府英明領導之下，正大力防洪排水，開渠灌溉，保障增加農業生產，國計民生，實利賴之。顧我國有關農田水利之圖籍，堪供大學與專科教學，以及施工參考之用者，殊不多觀；而歐美專著，則習尚異趣，不適國情，又屬難盡引用。著者不揣譎陋，爰蒐集有關農田水利之資料，纂輯成書，顏曰農田水利學，計分二編，上編為灌溉工程，下編為排水工程；所取資料以國內者為主，而以國外者為輔，並力求理論結合實踐，所附圖表，多為國內已公布之施工詳圖，與各地之實際經驗。復摘錄近十餘年來，有關國內農田水利工程之模型試驗成果，分列各節，或能補學理之不足，而供設計者之參考。惟著者學殖荒落，濫竽教席，隨編隨授，倉卒脫稿，舛謬疎漏，知所不免，更深感我國幅員遼闊，農田水利之地方性，關係極大，閉戶造車，出門難期合轍，尚希當代碩學，正是而匡糾之，不勝企禱之至。再本書承顧濟之先生校閱，嚴義順先生多方協助，中國科學圖書儀器公司承受付刊，次子玉龍分任繕校之勞，均可感也，合併誌謝。

鄭肇經

一九五二年一月



# 目 錄

## 上 編 灌 溉 工 程

### 第一章 總論

第一節 灌溉之意義與功用	1
第二節 中國灌溉事業述要	4
1. 寧夏之灌溉	4
2. 綏遠之灌溉	6
3. 陝西之灌溉	7
4. 甘肅之灌溉	10
5. 四川之灌溉	10

### 第二章 土壤

第一節 土壤之成因	13
第二節 土壤分類及物理性組合	14
第三節 土壤之物理性質	16
1. 土壤之容重	16
2. 土壤之比重	16
3. 土壤之空隙率	16
4. 土壤之容水量	17
第四節 土壤之化學成分	18
第五節 土壤之化學性質	19
1. 土壤之養分	19
2. 土壤之色澤	19
3. 土壤之酸鹼度	19
4. 土壤之微生物	20

第六節 作物適宜之土壤	21
-------------	----

### 第三章 土壤水

第一節 土壤之水分與作用	24
1. 滲濾水	24
2. 毛細管水	24
3. 凝縮水	24
4. 萎謝點	24
第二節 土壤水與地下水之關係	26

### 第四章 灌溉水源及品質

第一節 灌溉水之水源	28
第二節 灌溉水之品質	29

### 第五章 灌溉水之消耗

第一節 葉面蒸發	32
第二節 科間蒸發	32
第三節 深層滲濾	37
第四節 表面流失	38

### 第六章 農作物之需水量

第一節 概論	40
第二節 需水量與生產量之關係	42
第三節 農作物之最佳灌溉水量	44
第四節 中國作物需水量之實驗	44
1. 廣州中山大學之試驗	44
2. 江蘇吳江龐山湖區之試驗	46
3. 安徽臨淮關鳳懷場之試驗	47
4. 陝西涇惠渠之試驗	47
5. 河南伊洛區作物需水量之調查	49
6. 河北石門區作物灌溉水量之調查	49

## 第七章 灌溉之總用水量

第一節 概論	50
第二節 調整施肥季節與用水量之關係	52
第三節 農作物之配合與用水量關係	55
第四節 灌溉用水量之節約	56

## 第八章 耕地規劃與灌溉方法

第一節 耕地之規劃	59
第二節 灌溉之方法	62
1. 配水制度	62
a. 連續灌溉法	62
b. 輪次灌溉法	62
c. 需索灌溉法	64
2. 施水制度	64
a. 淹灌法	64
b. 溝灌法	67
c. 噴灑法	68
d. 地下灌溉法	69

## 第九章 渠道

第一節 渠道之系統	70
第二節 渠線之設計	71
第三節 渠道之容量	73
第四節 渠道之流速	75
第五節 渠道之斷面	78
第六節 渠道之滲漏與襯工	83

## 第十章 引水工程

第一節 渠首佈置	85
第二節 引水壩	90
甲、渥奇式圪工壩	91
1. 壩之高度	91
2. 壩之形態	92



3. 防冲設施	94
4. 防滲設施	95
5. 結構分析	95
6. 護坦設施	96
乙、印度式埝石壩	97
附錄 10a 陝西渭惠渠攔河壩水流試驗述要	98
附錄 10b 陝西漢惠渠攔河壩滲漏試驗述要	101
附錄 10c 陝西黑惠渠滾水壩修復計劃試驗述要	107
第三節 進水閘	109
1. 閘門之式樣	110
2. 相對之高度	111
3. 閘孔之尺度	111
4. 閘之各部份	111
5. 閘門與啓閉機	112
附錄 10d 陝西漢惠渠進水閘模型試驗述要	114
第四節 附屬工程	115
1. 船閘	115
2. 筏道	115
3. 魚梯	116
附錄 10e 陝西漢惠渠筏道模型試驗述要	117

## 第十一章 輸水工程

第一節 概論	120
第二節 隧道	120
第三節 渡槽	122
1. 木質矩形渡槽	122
2. 木片半圓形渡槽	123
3. 頁鋼渡槽	124
4. 圬工矩形渡槽	124
5. 鋼筋混凝土渡槽	124
第四節 管道	126
甲、木片管	128

乙、鋼筋混凝土管	129
<b>第十二章 配水工程</b>	
第一節 分水閘及斗門	131
甲、明槽式分水閘	131
乙、涵洞式分水閘或斗門	133
第二節 節制閘	134
第三節 配淤設施	134
第四節 量水設施	136
1. 溢水堰	136
2. 潛水孔	136
3. 測流槽	137
4. 水躍量水槽	137
<b>第十三章 洩水工程</b>	
第一節 概論	139
第二節 溢水道	140
第三節 虹吸溢水道	142
第四節 洩水閘	143
<b>第十四章 防淤工程</b>	
第一節 概論	145
第二節 冲刷閘	146
第三節 冲刷道	147
第四節 沉沙阱	147
第五節 沉淤槽	148
附錄 14a 陝西褒惠渠模型試驗述要	150
<b>第十五章 防冲工程</b>	
第一節 概論	153
第二節 跌水	153
附錄 15a 甘肅蘭豐渠崔家崖跌水模型試驗述要	157

附錄 15b	四川洪雅花溪渠幹渠跌水模型試驗述要	159
第三節	陡坡	165
附錄 15c	甘肅夏惠渠陡坡模型試驗述要	166
附錄 15d	甘肅滄惠渠陡坡模型試驗述要	168
<b>第十六章 交叉工程</b>		
第一節	概論	170
第二節	間隔交叉建築	170
第三節	平行交叉建築	173
<b>第十七章 蓄水設備</b>		
第一節	蓄水壩	174
甲、	重力壩	175
乙、	土壩	175
附錄 17a	甘肅河西鴛鴦池蓄水库工程述要	178
第二節	其他蓄水設施	179
甲、	挖塘	180
乙、	鑿井	181
丙、	溝洫	184
<b>第十八章 起水設備</b>		
第一節	舊式起水工具	185
1.	戽斗	185
2.	桔槔	185
3.	轆轤	185
4.	龍骨車	186
5.	筒車	186
6.	波斯輪	186
7.	龍尾車	187
8.	刮車	187
第二節	抽水機	187

## 下編 排水工程

### 第十九章 總論

- 第一節 概論····· 190
- 第二節 排水之效用····· 191
- 第三節 排水量····· 192
- 第四節 排水之方法····· 195

### 第二十章 明溝排水

- 第一節 排水溝之布置····· 197
- 第二節 排水溝之設計····· 199
- 第三節 排水溝之建築····· 201
- 第四節 溝洫之效能····· 202

### 第二十一章 暗溝排水

- 第一節 簡易暗溝排水····· 205
- 第二節 暗管排水····· 207
- 第三節 排水管之佈置····· 210
- 第四節 排水管之設計····· 212
- 第五節 排水管之附件····· 218
- 第六節 排水管之施工····· 220

### 第二十二章 機器排水····· 222

### 第二十三章 放淤

- 第一節 概論····· 227
- 第二節 放淤工程····· 228
- 第三節 虹吸管放淤····· 230

### 第二十四章 洗鹼

- 第一節 概論····· 234
- 第二節 洗鹼之方法····· 235

附 錄

(一) 度量衡比較表..... 237

(二) 參考書目..... 239

# 上編 灌溉工程

## 第一章

### 總論

#### 第一節 灌溉之意義與功用

灌溉者，乃利用人為方法，補助雨水之缺陷，以供給農田所需之水量，使農作物易於生長，而增加其收穫量也。此項人為灌水之設備，即謂之灌溉工程。蓋農作物之生長，全賴水分，以為攝取養料之媒介；水能溶解無機物，與由土壤中空氣內之細菌接觸變化，以備作物根部所吸收，再經葉面之呼吸作用，及日光之同化作用，而變成養料，運散全體，以資發育，故土中水分為作物必不可缺之原料。此項水分之來源，以雨量為主，是以農作物之生長區域，常隨雨量之多寡而異。就大體言之，全年雨量在 100 公厘以下，謂之不毛地區，不能生長任何植物；雨量在 100~250 公厘間者，謂之乾燥地區，一切農作物須恃人工灌溉，始能生長；在 250~500 公厘間者，謂之半乾燥區，如一年中之雨量分配得當，適如農作物之需要，即不需人工灌溉，而可生長乾農作物；在 500~800 公厘間者，謂之潮潤地區，可以栽植普通農作物；如全年雨量在 800 公厘以上之地區，則可種植水稻矣。然雨量豐沛之區，若降雨愆期，或霪雨為患，而不能適應農作物之需要；又或在崎嶇峻峭之山區，雨量雖足，而不能蓄積利用，仍非借助於農田水利工程，難望農產之豐收。

按我國各地之雨量，南北迥異，大致以秦嶺山脈與淮河流域為界，該地區之平均年雨量，約為 800~1000 公厘，由此而北，雨量即逐漸減少。在黃河沖積平原上之平均年雨量，約為 500~750 公厘之間，而在山西、陝西及西北各省境內，則雨量驟然減低，平均約為 300~400 公厘之間；其降雨時期，大都在夏秋之交，正當農作物發育之際，若此稀少之雨澤能如期降落，而雨量之變化，又屬無多，尚可栽植耐旱之農作物；然揆諸實際，雨量稀少之處，每年雨量之變率，往往甚大，故此等區域之內，苟無人工灌溉之設施，欲期年有收穫，實非易事。至於秦嶺與淮河以南各地之年雨量，雖在 1000 公厘以上，而主要之農作物為稻禾，其所需之水量，亦未可全恃天雨，蓋當稻禾生長之數月內，如久旱不雨，則須利用人工或機力，將河溝之水，汲入田間；或偶遇霪雨，又嫌水多，須利用人工或機力，排除田中積水。各年所降之雨，在數量與時期方面，其能適合農田之需要者，實不多觀。是以農作物所需要



之水量，除天雨以外，大都須賴人工灌溉之調節。

灌溉之目的，在求農田生產力之增進，而使作物收穫量之豐盛。食為民之本，故農田水利在國家經濟建設中，實佔最重要之地位。按我國以農立國，農民佔百分之八十以上，農田水利，素所講求。惟以近百年來，國勢衰弱，水利失修，以致災荒洊至，農產不能自給自足。考查農產之缺乏，從對外貿易之海關統計，可略見其梗概。自1870年以後，我國對外貿易，均係入超，尤以1931至1933年為甚。其原因為九一八事變之發生，與1931年之長江淮河水災。1931至1933年之農產品輸入額，約佔輸入總額三成以上，平均計佔入超總額一半以上，而1931年竟達百分之九十五之鉅。茲將農產品輸入之統計數字，表列如次：(參見表1-1)。

表 1-1 1931—1933 農產品輸入一覽表 (單位, 銀元)

品 名	1931	1932	1933
米 . . . . .	100,298,000	185,759,000	150,272,000
小麥 . . . . .	136,502,000	80,752,000	87,725,000
麵粉 . . . . .	44,520,000	54,616,000	27,755,000
棉花 . . . . .	279,010,000	185,179,000	98,851,000
砂糖 . . . . .	133,815,000	72,810,000	42,026,000
合計 . . . . .	694,185,000	579,117,000	405,930,000
佔輸入總額之百分數 . . . . .	31.09	35.42	30.16
佔入超額之百分數 . . . . .	95	66.5	49.5

表中米之輸入，來自安南、暹羅、緬甸；1933年計達二千一百餘萬担，佔全國米產量之2.5%。小麥及麵粉之輸入，仰給澳洲、阿根廷、加拿大與美國；1933年入口小麥達一千七百餘萬担，麵粉三百餘萬担，約佔全國麥產量之4.5%。棉花仰給於美國、埃及與日本；1933年輸入棉花一百二十萬担，佔全國棉產量之7%。

我國欲謀增加農產品，達到自給自足之地步，應注重下列三項條件：

1. 增加農具與耕畜；
2. 改良種仔與耕種方法及施肥方法；
3. 興修農田水利，即灌溉排水工程。

前兩項屬於農業方面，姑不置論。第三項乃為從事農田水利工程者之責任，亦即本書所應論列之範圍也。關於興辦灌溉事業之效益，以因素繁多，頗不易確切估計，大致表現效益之方法，不外下列三項：一為水量充裕，灌溉及時，則荒歉無慮，而農作物產量增加；一為水量豐富，改旱田為水田，可以改種價值高昂之作物；一為水源可恃，可以調整施肥季節，增加每年之熟數，而使收穫加增。惟各地氣候土壤不同，實際收益，亦各不相同。通常在土壤肥沃，氣候溫和，而旱災頻仍之區，灌溉之效益最大；反之則較小。至其收益之值，亦往往頗為懸殊，不易比較。茲舉1946年陝西灌溉渠增產之統計為例，參見表1-2。

表 1-2 1946 年陝西各灌溉渠增產情形表

渠 別	灌 溉 面 積 (市 畝)	作 物 地 之 等 級	每 畝 產 量 (市斗或市斤)	每 畝 增 產	增 產 之 數
涇 惠 渠	661,277	棉 花 I.	60 市斤	35	58
		II.	45 市斤	20	44
		III.	35 市斤	10	28
梅 惠 渠	82,696	稻 米 I.	20 市斗	12	60
		II.	15 市斗	7	46
黑 惠 渠	91,998	玉 麥 I.	25 市斗	20	77
		II.	16 市斗	10	62
		III.	10 市斗	4	40
渭 惠 渠	354,885	玉 麥 I.	33 市斗	25	76
		II.	20 市斗	10	60
		III.	13 市斗	5	38
漢 惠 渠	63,141	稻 米 I.	24 市斗	17	70
		II.	20 市斗	13	65
褒 惠 渠	124,664	稻 米 I.	25.5 市斗	18.5	72
		II.	22.5 市斗	15.5	69
渭 惠 渠	2283	棉 花 I.	60 市斤	35	58

又四川某灌溉區之面積為 21,000 市畝，1942 年依照成都區之收穫情形，及 1942 年夏季之物價，統計實施灌溉以後，每年增加之淨收益，述之如次：

“1. 原有高地 1,000 市畝為旱地，在實施灌溉工程後，可用提水灌溉。往昔之平均收穫量，為十足年之四成，計每市畝可收大熟玉米 0.85 市石，值 212 元（按成都區收穫情形及 1942 年夏物價計算）；小熟小麥 0.7 市石，值 245 元，共計 457 元。實施灌溉工程後，以十足年之八成計，可收大熟玉米 1.7 市石，值 424 元，小熟小麥 1.4 石，值 490 元，共計 914 元，則每市畝增收 457 元。其中應扣除農本及增產消費等 157 元，每市畝淨增益約 300 元。1,000 市畝共計淨增益為 300,000 元。

2. 原有旱地 10,000 市畝，實施灌溉工程後，可改為兩熟水田。往昔之收穫，以十足年之六成計，每市畝可收大熟玉米 1.27 市石，小熟小麥 1.0 市石，共計 668 元。實施工程後，以十足年九成計算，可收大熟水稻 4.05 市石，值 1,013 元；小熟小麥 1.5 市石，值 525 元；共計 1,538 元，則每市畝增收 870 元，扣除農本及增產消費等 120 元外，每市畝淨增益約為 750 元，10,000 市畝，共計淨增益為 7,500,000 元。

3. 原有冬水田 10,000 市畝，以水量不足，時患乾旱，每年收穫量以十足年之六成計，每市畝收稻 2.7 市石，值 675 元。實施工程後，以十足年之九成計，每市畝可收大熟水稻 4.05 市石，小熟小麥 1.5 市石，共合 1,538 元，除農本及增產消費外，每市畝淨增益約 750 元。10,000 市畝，共計淨增益為 7,500,000 元。

該灌區計田 21,000 市畝，實施灌溉工程以後，每年淨增益共計 15,300,000 元；而地價

之增值，尙未計入”。

綜觀我國最近二十年來，興辦新式灌溉工程之經驗，如灌溉工程之費用，以1937年之物價爲標準，大致地形平坦而有規律，一渠系所灌土地面積在100,000市畝以上者，每畝之平均工程費爲2~3元。其灌溉面積較小，地勢崎嶇陡峻者，工程費須增加一至二倍。若灌溉面積在10,000市畝以下，地形複雜，引水困難者，工程費須增加二至三倍。以一般情形而論，除少數具有特殊情形之工程外，最習見者，爲所估灌溉區之一年淨增益，即足抵償全部工程費用。其需二年以上之淨增益，始足抵償全部工程費用者，已屬少見。

根據以上所述之實例，可見我國需要灌溉事業之迫切，以及舉辦灌溉工程效益之宏大。現在全國解放，自須向社會主義工業化之目標邁進，將來大規模多目標之水利建設事業中，按照我國氣候條件，農田水利工程應佔首要之地位。而蘇聯先進國家最近實施之偉大水利建設，如窩爾加河之古比雪夫與斯大林格拉之兩大水力發電站；裏海北岸地區之灌溉與供水工程；阿姆河至克拉斯諾沃斯克之土庫曼主幹運河工程；土庫曼西部、裏海南部、阿姆河下游及卡拉·庫姆沙漠西部之灌溉工程；以及關於聶伯河卡霍卡夫水力發電站、南烏克蘭運河、北克里木運河與烏克蘭南部、克里木北部之灌溉工程等，其可以灌溉之土地面積，共達二千五百萬公頃之鉅，並須於五六年間全部完成。此種史無先例之偉大建設工程，實爲我國將來水利事業之模範。復以我國勞動人民之衆，土地幅員之廣，農田水利事業具有光明之前途，燦爛之遠景，可預卜也。茲舉溝通蘇聯歐洲部分周圍諸海之窩爾加河頓河間通航運河(1952年完成)及其灌溉系圖爲例，以資參證。(參見圖1-1)

## 第二節 中國灌溉事業述要

按我國舊式灌溉之制度，大別之可分爲二類，一爲“自流灌溉”，凡所引用之水源，具有相當之高度，其水流可因重力自流入於農田者屬之。一爲“汲水灌溉”，凡水源地勢較低，不能自流注入農田，而必須使用抽水機或其他戽水方式，汲水升高灌田者屬之。我國之灌溉工程，屬於自流灌溉制者，例如寧夏、綏遠、陝西、四川之灌溉渠道。屬於汲水灌溉制者，最爲普遍，其水源或取諸江河湖溝，或取諸井泉，全國人口稠密，稻田茂盛之區，除成都平原以外，幾盡爲汲水制之灌溉。例如洞庭湖區、鄱陽湖區、長江沿岸、裏下河區、太湖流域、津沽平原、珠江三角洲等處。換言之，我國稻田約三億畝，每年產稻達四千萬噸，大都均採用汲水灌溉。惟西北各區，雨量稀少，需要灌溉最爲迫切，而興辦灌溉又屬最早，特爲世人所注目耳。爰就灌溉工程最爲著稱，統計資料較爲完備者，擇要臚舉如次：

1. 寧夏之灌溉 寧夏河渠之利，遠在公元以前三世紀，秦渠始於秦代，相傳信而有徵。漢武帝經略朔方，屯墾實邊，開御史、尙書、光祿等三渠，今皆無存。惟今之漢渠與漢延渠，乃漢之遺跡也。唐代開唐徕渠，相傳就古代之光祿渠重修者。元代頗興水利，相傳中衛之