

年

卷

期

1

4

第

第



# 中國水利工程學會

(會址：南京太平橋北二十一號)

## 董 事 會

李儀祉	陝西西安建設廳	李書田	天津華北水利委員會
茅以昇	鎮江江蘇省水利局	陳懋解	南京建設委員會
沈百先	南京導淮委員會	張含英	葫蘆島港務處
張自立	南京建設委員會	須 愷	南京導淮委員會
孫輔世	蘇州太湖流域水利委員會		

## 執 行 部

會 長 李儀祉 副會長 李書田 總幹事 張自立

## 特 種 委 員 會

出版委員會	汪胡楨(主席)	顧世楫	朱浩元	(其餘姓名續布)
會員委員會	洪 紳(主席)	(姓名續布)		
介紹委員會	李書田(主席)	徐世大	須 愷	茅以昇 孫輔世 張含英 張自立

## 機 關 會 員

內政部 交通部 建設委員會 導淮委員會 浙江省建設廳 中央大學唐山工程學院 湖南大學 江蘇省水利局 華北水利委員會 太湖水利委員會 湖北省水利局 永定河河務局 廣東治河委員會 北洋工程學院 河北省黃河河務局

# 水利月刊投稿簡章

- (一) 本刊登載關於水利工程之論著，計劃，研究，實施狀況等文字。撰著或翻譯均所歡迎。文體新舊不拘。引據之處請註出以便閱者。
- (二) 投寄之稿請依本雜誌行格謄寫為最好。並請加標點符號。如投稿者，先將題目及大略字數示知，當將稿紙寄奉備用。
- (三) 如投寄翻譯稿件，請將原文題目著者及其來源詳細示知，倘蒙將原文寄閱尤妥。
- (四) 文中圖畫，除照相外請用黑色墨水繪製。務求清晰。
- (五) 稿件掲載與否。不能預告。原稿概不寄還。惟未登載之稿件，得因預先聲明可以檢還。
- (六) 稿後請註明姓名住址以便通信。
- (七) 稿件內容本會得酌量增刪之。如有不願者。請先聲明。
- (八) 稿件請寄交南京太平橋北二十一號中國水利工程學會出版委員會收。

## 第四期灌溉專號勘誤表

頁數	行 數	誤或漏	正
224	左 7	免爲其難	勉爲其難
228	右 13	池下泉水	地下泉水
231	左 9	未由	末由
231	左 17	是具明證	是其明證
231	右 20	未始作	未始非
232	左 7	置接	直接
232	左 10	計及冲淡	計及下游冲淡
232	左 26	放入地	放入池
232	左 27	不廢	不變
234	左 <sup>5,9,18,23</sup> 右 <sup>5</sup>	栽培	栽培
238	左 8	自渠起後	白渠起後
240	左 6	至綱	在綱
245	左 23	成度	成效
247	右 9,10	土梗	土埂
247	右 26	○・○○○七七	○・○○○○七七
248	右 6	第 期	第一期
250	右 8	龐山湖	龐山湖
257	右 13	開CDV	開CDVA
258	左 3	Factor	Factor
258	右 15	栽培	栽培
258	右 23	一與實行	一致實行
259	左 27	栽培	栽培
259	右 24	籍蜂羣	藉蜂羣
261	右 19	有春夏時	至春夏時
261	右 24	在與	在零與
262	左 8	農化	農作
263	右 25	經經	經濟
265	左 11	奉天	遼寧
265	右 27	麵粉	麵粉

頁數	行數	誤或漏	正
267	右 14	早造	早晚造
269	右 10	求水量	測水量
271	右 15	Ralius	Radius
275	右 1	Spillwags	Spillways
278	左 20	框爲短	框爲矩
280	左 19	亦日取廣	亦最廣
280	左 21	亦不避	亦不遜
280	右 1	而今爲	而分爲
281	左 22	其有	共有
285	左 22	以價	以地價
285	右 6	渠中	集中
288	右 3	土梗	土埂
291	左 4	早潦	旱潦
294	左 22	Hahanadi	Mahanadi
297	左 5	Jakan	Japan
299	左 22	Koooa	Korea
299	右 5	大規之	大規模之
307	右 20	Mezouital	Mezquital
307	右 20	Ealles	Calles
309	左 6	溉面積	灌溉面積
311	左 22	其由農民	其一由農民
312	右 23	道協會	羅水道協會
312	右 24	羅水五，〇〇〇元	五，〇〇〇元
313	左 13	約，〇〇	約一，〇〇
315	左 12	以免	以充
316	左 5	Perenniai	Perennial
316	左 20	沒有七八	設有七八
320	右 27	擬聯	據聯
322	右 4	灌溉道域	灌溉區域

# 水利月刊

第一卷 第四期

## 灌溉專號

建設委員會模範灌溉管理局主編

中華民國二十年十月

### 目 錄

編輯者言(張自立).....	224 頁
灌溉事業與中國(張自立).....	225 頁
灌溉事業與其他水利之關係(周鎮倫).....	231 頁
改良灌溉與改良農業(陶然).....	234 頁
中國古代之灌溉成績(陳澤榮).....	237 頁
我國最近之灌溉事業(陳澤榮).....	243 頁
太湖流域模範灌溉事業進行狀況(孫輔世).....	250 頁
灌溉水量之研究(劉晉禮).....	261 頁
灌溉建築物概要(黃懷楨).....	271 頁
菲律賓羣島之灌溉(陳澤榮).....	281 頁
世界各國灌溉事業之現況(陳德銘).....	291 頁

## 編 輯 者 言

張 自 立

中國水利工程學會水利月刊，雖出版伊始，以內容豐富，又適值全國災聲一片，各界對於水利問題，格外重視，已極一時之風行。本刊主編汪君胡楨，以灌溉為水利中最重要之一部分，在生產落後之我國，尤應竭力提倡，因請本局發行專號，用意良佳，烏得不免為其難，以承乏斯期。

查建設委員會，自本年四月後，雖奉令將水利行政事項，移交內政部主管，但模範灌溉事業，仍歸繼續辦理，經呈准國府，於本年七月設立模範灌溉管理局，以專責成。惟以國家財政支絀，致事業之發展，未能盡如所期，本局同人，至深愧恨。在此時期內，除將已辦事業，盡本會財力之所及，積極整理外，對於全國模範灌溉區，亦已有相當之籌劃，一俟中央財力稍裕，即當與各地方政府，共商進行，以期普遍，此可為國人告者也。

水利灌溉，為積極興利之事業，與消極之防災工程，關係甚切。灌溉之利興，水災旱患，雖不能盡免，至少亦可減除其一部分。為喚起社會注意起見，因為「灌溉事業與中國」一文，政府對於灌溉事業應取之方針，文中亦略有貢獻，一得之愚，幸閱者諸君有以教之。

灌溉事業，本為水利之一端，與其他

水利如洩洪航運給水以及發展水力等，在在均有密切之關係。周君一文，敘述甚詳，洵為研究有素之作。

我國今日，民生凋敝已極，改良農業以求增加生產，自屬根本要圖，但不若改良灌溉之事半功倍。陶君一文，開發其理，足徵灌溉事業之改良，實為改良農業之先驅。

陳君澤榮兩文，列舉我國古代灌溉成績，及近代灌溉事業，孫君一文，述本局在太湖流域所舉辦模範灌溉之現況。前賢偉績，固堪師仰，然若政府與人民，均能一致努力，急起直追，採用近代科學方法，極研究提倡之能事，常不難復古代之舊觀。

灌溉之需水量，各地不同，世界各國，均根據實地測驗，作有系統之研究，我國亦間有記載。劉君一文，舉例列表，足為灌溉工程設計之參考。

近來世界各國，對於灌溉事業極為重視，大都由中央政府，設立專管機關主持辦理，其所採政策，雖各有不同，要皆以謀農民利益為原則，而不以營利為目的。其發展情形，閱陳君所編一文，大可得其概況。至菲利濱羣島，向來產米甚豐，皆屬灌溉之功效，并能利用山地，建築偉大之灌溉工程，可資借鏡。

# 灌溉事業與中國

張自立

年來我國受帝國主義者經濟之壓迫，國勢岌危，民生日艱，幼稚之工商業既受不平等條約之束縛，無由發展，而數千年恃以立國之農業，復因農民拘守舊法，益以旱潦刀兵之諸種災禍，日見淪替，產量銳減。據前北平農商部之調查，自民三以迄民七，我國粳米田之面積，由五萬三千餘萬畝減至一萬四千餘萬畝，計減少百分之七十，生產量由二十萬七千萬担減至二萬五千餘萬担，計減少百分之九十。（表一）農民之數，在民三民八間減少三千餘萬戶之多。（表二）民八迄今，國內所受天災人禍之影響，當更數倍於曩昔。食之者衆，而生之者寡，以致米麥糧食爲吾民

日用所必需者，亦漸次仰給於國外之輸入。據海關之統計，在民九至民十九之十年中，米入超由百十一萬担增至一千九百餘萬擔，增加幾達十九倍。（表三）民十九之米入超，約值二萬八千餘萬元之鉅。又據大公報所引統計數字，（見該報二十年八月九日社評）謂我國全國食米者，約三萬二千六百萬，每人年以三擔計，共需九萬八千餘萬擔，而產米之量僅爲七萬五千萬擔，不敷約二萬三千餘萬擔，尙不過現在輸入額十二分之一。此時若不積極改良農業，廣闢荒地，增加生產，以圖補救，則輸入洋米之量，必將日甚一日有加無已。

表一 粳米田之面積及其產量

年 別	面 積	產 量
民國三年	5,320,000畝	20,670,000擔
民國四年	3,410,000畝	19,150,000擔
民國五年	2,140,000畝	4,820,000擔
民國六年	2,000,000畝	4,630,000擔
民國七年	1,440,000畝	2,520,000擔

表二 農戶

年 別	農 民 戶 數
-----	---------

民 國 三 年	5 9 4 0 , 2 3 1 5 戶
民 國 四 年	4 6 7 7 , 6 2 5 6 戶
民 國 五 年	5 9 3 2 , 2 5 0 4 戶
民 國 六 年	4 8 9 0 , 7 8 5 3 戶
民 國 七 年	4 3 9 3 , 5 4 7 8 戶
民 國 八 年	1 9 5 4 , 8 5 2 9 戶

表三 米麥及麵粉之入口

年 別	米 入 超	麥 入 超	麵 粉 入 超
民 國 九 年	111,0000 擔		
民 國 十 年	1059,4000 擔		
民 國 十 一 年	1911,10000 擔		
民 國 十 二 年	2237,20000 擔	195,5000 擔	569,8000 擔
民 國 十 三 年	1315,6000 擔	500,5000 擔	650,2000 擔
民 國 十 四 年	1260,0000 擔	679,3000 擔	212,3000 擔
民 國 十 五 年	1870,0000 擔		
民 國 十 六 年	500,6000 擔		
民 國 十 七 年	1260,0000 擔		680,0000 擔
民 國 十 八 年	1082,4000 擔	486,1683 擔	
民 國 十 九 年	1989,2784 擔		

欲求增加農產，不外就現有耕地加以改良而增加其生產，與開闢未墾荒地使能生產之兩途。我國蘇浙一帶，號稱東南富庶之區，而每年每畝產米之量，至多不過二擔有餘，若採用科學方法，實施改良，每年每畝增加生產量半擔，洵非難事。如耕地面積仍照前農商部糧米田面積五萬萬

畝計算，每年即可增加二萬五千萬擔。再就荒地而論，據前農商部之調查，全國約九萬萬餘畝，如政府提倡於上，人民努力於下，十年之內，盡數墾闢，則每年增加生產之量，供給全國，有餘裕矣。

夫改良農業，水利為先。米為我國之主要食品，其產量之多寡，全視水分調節

之得宜與否。麥棉亦然。是故農田之灌溉及排水設備，苟有未周，則改良種子改良肥料以及改良種植方法諸端，均將無從着手。至開闢荒地，灌溉設備，尤為重要。西美與埃及平原，其初均屬不毛之地，數十年來，美埃兩政府銳意經營，費數十萬萬元之鉅款，實施大規模之灌溉工程，而後瘠磽之區化為沃壤，人口日益繁殖，財富日益增加，今日之富庶繁榮，何莫非灌溉之賜耶。我國東西北之荒地，面積遼闊，內地各省，亦多未墾之區；據統計家數年前之調查，我國耕地已施灌溉之面積，約為三萬萬畝。近年水攻失修，渠道淤塞，堰閘毀損，此三萬萬畝中，其灌溉與排水設備，日趨窳廢，失其效能者，當已不在少數，如河套之八大渠，渭北之引涇工程，皆其明證。東南各省，素饒灌溉之利，近亦以水道荒廢，河底淤高，稍遇洪水，即遭淹浸。灌溉之利既失，洪潦之患遂增。欲為根本改決之圖，貴在能將免除潦患與振興水利之治水工程，同時并舉，方可收事半功倍之效。是故提倡灌溉事業，不僅為改良農業增加農產之先驅，在今日水利未與水災屢見之中國，尤為興利除害之要政。蓋灌溉之利苟能普及，則上游蓄水之庫，可資停蓄洪流，減小水峯，下游溝渠貫通，幹支分布，亦可獲停淤洩流

之效，而免潰堤決口之患。其有利於民生國計，豈淺鮮哉。

考之世界各國之先例，凡規模較大之灌溉工程，均視為公共事業之一種，如美國之於西美灌溉，埃及之於尼羅灌溉，以及英國之於印度灌溉之擴充與改善，莫不由其政府設立專管機關，統籌經營，始獲有今日之效果。茲分別略述其梗概於後。

- 一，美國西部之大規模灌溉工程，由中央政府與辦者共計二十四處，分布於西美十五州之境內，為美國各種國營事業中投資最鉅之企業。除巴拿馬運河外，亦為國營事業中收益最大之事業。其國庫投資總額，結至一九二九年止，共計美金二萬三千餘萬元，灌溉面積約合一千六百餘萬畝，自開辦迄今之生產總額，為美金七萬餘萬元，土地增高之價值，約為美金六萬萬元。論者謂近二十年內美國政府經營灌溉事業之結果，幾等於在其國土外增闢一州之面積，良非誣也。
- 二，埃及政府，為經營其灌溉事業，設有全國灌溉局。凡堰壩溝渠等重要工程，均由灌溉局經辦管理之。并分全國為上埃及，與下埃

及兩總管理處，復因地勢之便，每處分爲五灌溉區。自一九二〇年迄今，每年灌溉經費，平均爲美金一千四百萬元。

- 三、印度之灌溉事業，分爲主要與次要兩類，均由政府主辦，無論損失與獲利，亦由政府任之。其主要事業中，復分爲生產與防禦兩種。生產事業之工費，由政府募集公債而來，純屬商業性質，必其事業之收入，足以償付公債之利息，並能在若干年後逐漸還本者，政府方從事辦理。屬於此類之事業，凡四十有二處。防禦事業之工費，每年由政府撥款項下開支，以防災爲目的，不計收入。屬於此類之事業，凡十有一處。次要事業，由政府投資，將舊有溝渠蓄水庫等，加以工程上之改良或擴充者，凡八十五處。

總上以觀，可知各國大規模之灌溉事業，大多由政府經營。蓋以其工艱費巨，斷非私人財力所能負擔，且河流所經，影響及於各省，尤非中央機關提綱挈領通盤籌劃不爲功。我國利用科學方法與大規模之灌溉事業，方在萌芽，自非先由政府經營，以樹楷模而資提倡，斷難收效。提倡

灌溉事業所應努力及注意之點，舉其大要，約有四端。

一、籌設各省模範灌溉區，查水利灌溉，與各地之雨量土質水源水性及河流之天然形勢，有密切之關係。我國揚子淮珠等流域，雨量充裕，而潦患屢見，潰堤決口，時有所聞，本年水災損失之巨，災區之廣，尤爲數十年來所罕觀。欲興水利，首重鞏固堤防以拒洪潦，或設節制堰閘以防倒灌，遇雨水過多，仍須利用機力排水，以去積潦而免淹沒。黃河永定河等流域，雨量較稀，常苦旱患。爲灌溉農田計，或須開鑿深井，汲取地下泉水，或須建築水庫，收蓄天然雨水。其有土質鹼瘠五穀不生之處，宜仿埃及塿蓄灌溉方法，引洪蓄潦，以期化不毛爲膏壤。他或田土高仰，河水低下，則宜採用機力，戽水入田。至如濱海區域，土地中所含鹼性極巨，不宜種植，一方宜建築堤堰，拒海潮之浸入，一方宜引清沖洗，促鹼性之低降，庶幾土質得以逐漸改良，農產得以逐漸增加。此國內各河流域灌溉需要之大概情形也。

各地需要灌溉之情形，既如上述，政府爲提倡灌溉事業計，應首先就各地不同之需要，分別籌設模範灌溉區於各省，舉凡堤閘溝渠排水戽水等，均本科學方法，

從事設備。並於各區附設實驗場，研究灌溉水量之多寡，及其分期灌溉之方法，俾當地農民得所觀察。庶幾圖始雖艱，樂成者衆，模稜既辨，仿效可期，國內灌溉事業，或能於政府提倡指導之下，得以逐漸發展，普及全國。

二、確定獎勵灌溉事業辦法，查與辦水利獎勵條例，雖已由內政部奉本國府公布施行，其中所規定補助與貸與工程費兩種辦法，亦頗周詳。但各地人民，鮮知灌溉之利，規模稍大之施工計畫，亦非私人所能籌擬舉辦。且各地方政府，財政支絀，即使有呈請補助或貸與工程費者，恐亦無法籌撥。現在我國民智未開，科學化之公共事業，尚在萌芽，提倡指導，責在政府。茲擬確定獎勵灌溉事業辦法大綱於下。

甲、由國庫籌撥灌溉週轉基金一千萬元，為辦理模範灌溉之用。此項基金，俟各地灌溉事業基礎鞏固經費足以自給時，分為若干年歸還國庫，不計利息。

乙、各省模範灌溉事業所需之工程經費，得由中央灌溉機關會同省政府，發行債券。該項債券前三年還本付息之基金，由中央灌溉週轉基金與省政府水利經費項下，

各擔任百分之五十。三年以後還本付息之基金，則由該事業之收入項下撥付。債券清還後，再由該事業收入項下，歸還中央灌溉週轉基金與省政府水利經費項下之執款。

丙、政府或私人所辦灌溉事業，均得以該灌溉區內之土地，向國家銀行抵押借款。其借款利息，不得超過週息一分，歸還年限五年至十年。

丁、各省政府辦理大規模之灌溉工程，其施工計畫。經中央核定後，應由國庫擔任其工程費之百分之五十。

戊、凡新辦灌溉或排水工程所墾闢之荒地，應斟酌當地之情形，免納田賦十年至二十年。

三、釐訂灌溉法規，水權之確定，於灌溉事業關係密切。我國水法，向無明文規定，以故各地人民因水權糾紛，爭執涉訟者，比比皆是，甚至聚衆械鬪，經年累月，無法解決，實為灌溉事業前途之大礙。應由政府參考我國習慣及國外法規，從速釐訂有關灌溉之各種法規，如水權之確定，灌溉區之組織，徵收水費之標準等等，以資遵守，而減糾紛。

四，促成農民合作，我國農業，向爲小農制，每農戶耕植之面積，至多百餘畝，少僅三四畝。除墾闢荒地，需大規模之灌溉工程外，國內大多數之灌溉事業，每一區內，農戶不下數千百，非有賴於農民合作，鮮克有濟。然我國農民，對於合作事業，向少經驗，應由政府嚴訂法規，督促與強迫，同時並行，並設立模範灌溉合作區，樹之楷模，加以指導。庶合作之精神既具，灌溉事業，更易發展。

灌溉事業，在今日中國所處之地位，甚爲重要。而辦理模範灌溉區，實爲提倡灌溉事業所必經之過程。灌溉國營，世界各國，已多先例，我國亦應採用。確定獎勵灌溉辦法，釐訂灌溉法規，與促成農民合作，均於灌溉事業之前途，影響極巨，尤須在最短期間，由政府予以充分之注意，俾能實現。此篇所述，不過就管見所及，略舉其犖犖大者，尙望國內水利工程同志，有以教之。

## 灌溉事業與其他水利之關係

周鎮倫

昔夏禹治水而九河以疏，李裡築溝而農田以溉，天下水利之類與，未有若吾國之早者。洎乎晚近，河流塞，溝滄涇，耕田沃土，有水則成澤國，顆粒無收，遇旱則變薄磽，荆棘滿目。請看今日黃河南北，何一非災民待賑之區，民食艱難，至今已極，雖天災屢降，莫可挽回，而人事不減，實為大病。欲圖補救，舍開通溝漑以廣灌溉，其道未由。灌溉實行，不第旱災減少，農產增加，即與其他水利，亦有密切之關係。試申言之：

引水灌溉，必先開鑿溝渠，疏通河道，而後諸流匯注，乃能有容，如蓄水池然，吸收洪流，勿致氾濫。不觀漢唐之時前後套施行灌溉乎，溝渠四通，水害甚稀。及屯墾廢，渠道淤，宋明六七百年，河患乃至日亟。是具明證。此灌溉與減洪之關係也。

灌溉面積，視水量多寡為依歸。河流水量，逐月不同，溉田需水，每年有定，苟供少於求，水荒立見，故非築蓄水池以資調節不為功。有蓄水池，池水滿時，若遇需水最殷，河流不足，可引水入田，以充灌溉之用，池水盡時，若遇溪洪暴漲，

汎濫成災，可放河水入池，以減洪水之量，如美國密亞美一帶，多有行之者。此灌溉與阻洪之關係也。

整理農田，施行灌溉，則渠道縱橫，溝漑四通，即有淫潦，排洩亦易。古時甯夏中衛諸縣，不受水災者，職是之故。此灌溉與排洪之關係也。

農田灌溉，自少旱災。將見遍地綠陰，滿場青草，土以不根盤結而多罅隙，水以土多罅隙而增吸收，效如植樹，可減洪流。不若童山濯濯，一遇山洪，遂成巨浸如今日熱省之大凌河，老哈河沿岸一帶然。此灌溉與防洪之關係也。

增加農產，可施灌溉，振興工業，可用水電，事雖不同，為利則一。苟灌溉用水，取自河之上游，則下游流量，定必減少，妨礙水電發展，實為重大。若以灌溉所築之蓄水池，於洪流浩蕩之時，收蓄過量之水，一俟農事告成，嚴冬水涸，復縱水出池，以增電力，未始作廢水利用法。此灌溉與發展水電之關係也。

居民飲水，引自河中，取其質佳而量足也。苟河流不大，水量不充，上游因灌溉而遇水入田，下游必因溪枯而涸涸莫得

。水量足矣，而以灌溉後土中洗滌之鹵液，流入河中，用作飲料，亦不相宜。此灌溉與飲水之關係也。

處置下水，其法甚多，最經濟者，莫若流入河中，任水沖淡。然河水沖淡下水，恆有定量，流入河中之下水。少則無害，多則非經處理，不能置接流入河槽，灌溉由河取水，減少上遊河流，增厚下水密度，影響水質，實非淺鮮，故與辦上游灌溉，不可不計及沖淡下水應有之水量，而省其處理下水之費用。此灌溉與排洩下水之關係也。

同一溪河，既供澆田之水，復作航運之需，其流量必充，自可想見。若夫由溪小澗，舟楫維艱，一旦支分灌溉，導水入田，其不使溪流成涸澤者幾希。然在春雨連綿山洪暴發之期，苟能利用灌溉蓄水池之水，排洩於隆冬水涸之時，有裨航行，實難言喻。此灌溉與航運之關係也。

連朝春雨，動輒成潦，水之來也，浪花飛濺，沙礫隨流，及其退也，波濤不興，泥濘下藏。是以每經大水，舟道轉移。始則河底淤填，水流不暢，終則岸田崩潰，冲刷成洲。自古黃河屢遷，潰決無定，即屬是因。今若建築蓄水池，調節澆田之水，則濁流可放入地，任泥沈落，庶河槽不廢，洲岸毋沖。此灌溉與治河之關係

也。

河水小，水量稀，上游灌溉，不特下游澆田之水，受其影響，即洗滌上游土中斥鹵之水，亦足增高下游地中水面，使低處盡變池塘，加厚下游土內鹵鹹，使膏腴立成瘠壤。此上游灌溉與下游灌溉之關係也。

地中水面，灌溉可以增高，水面坡度，灌溉可以使陡，滲透損失，灌溉可以加多，此理之自然，無或爽者。終年晴霽，溪澗不乾，羣以山泉，潛流不息，實則地中積水，滲透無休，灌溉澆田，地中蓄水既增，水面坡度復陡，滲透損失又大，行見河內清流，終年不竭，下游取水，引用靡窮矣。此灌溉與河流水量多少之關係也。

曠野平原，澆田較易，由坡緩地，引水維艱。故能高澆出田，無不潤沾低地，所謂居高建瓴，順流而傾。此高處灌溉與低處灌溉之關係也。

高原土燥，窪地水多，犁植低原，非築排水溝渠，無以洩透水面培植稻，土不透水，空隙繁多，而後幼苗易長，收穫可加。即淫潦傾盆，溪洪暴發，亦可以上澆而增收畜矣。苟地上不耕，灌溉不興，溝渠不築，則洪流所至，收蓄無能，排洩不得，真不演成水患者幾希。此灌溉與排洩

地中蓄水之關係也。

乾燥之區，河水常形不足，灌溉需水，每多鑿井汲引，汲水愈深，地中水面愈下，附近低窪，更無水浸之虞，土中斥鹵，且有下流之勢，反之立成瘠土。如美國菲萊思諾地方，有數處良田，盡成不毛之地者，是其著例耳。此灌溉與排洩雨水之關係也。

由上以觀，農田生產，因灌溉而益增

多，治水排洪，以灌溉而益分殺，發展水電，得灌溉而益周全，求李得瓜，拋磚引玉，灌溉之有利也如是。吾國上下，苟能協力同心，殷殷提倡，啓所有之寶藏，發展所有之水利，則莽莽神州，皆成沃土，蚩蚩民衆，俱化農耕；生產既多，災亂自泯。處此民生主義實業計畫高唱入雲之秋，灌溉事業，豈可以忽乎哉。

## 改良灌溉與改良農業

陶 然

農為百業之母，舉凡衣食住行之原料莫不仰給於農，農果發達，其他經濟問題，自能迎刃而解。惟改良農業，千頭萬緒，育種專家，提倡改良種子，作物學家，創議改良栽培。前者固為根本大計，然費時較久，設不幸而受天時之影響，致有不良之結果，失去農民信仰，恢復匪易。後者雖比較安全，但確能增加生產，但須變更我國農民栽培之習慣，增加生產費用，按之現今農民之心理及經濟狀況，恐亦難實現。故為提倡改良農業之企圖，必須具有下列三原則，一曰收效速，二曰費用低，三曰不違反習慣。能備此數者，惟改良灌溉事業，差足當之。蓋改良灌溉，或修葺溝渠，或添造水閘，或利用機械，均能運用自如，功效立顯。地不論乎高低，時無分乎春夏，一經設備，旱潦無憂，而每畝灌溉費用，可自五元減至元許。且栽培一如舊貫，故農民無不樂從。觀乎江浙一帶之電力灌溉事業，日漸風行，即可證明。苟能逐漸推廣，加以政府之指導，則成效尤著，農民信仰益堅。繼而從事於改良種子，改良栽培，雖一變其習俗，亦不難順利推行矣。茲將改良灌溉之利益，列舉

於下

一，改良灌溉可以減少生產費用 稻為吾國主要食品，凡平衍多雨之地，無不宜之。但其生產費用，則較任何作物為昂，故栽培者鮮能獲利。顧其生產費用中，以灌溉費用為最巨。高仰之地，畝需五六元，低窪之區，亦需二三元。蓋農民所持以屏水者，僅一窳陋之龍骨車，早不足應蒸發之需，潦不能排過量之雨。終日勤勞，胼手胝足，而費工誤時，猶所難免。自屏水機械輸入以來，江浙一帶，靡不風從。今之購機包水者，每畝取資約二元左右，若由農民自辦或政府辦理者，每畝取費不過一元二三角之譜，所費無幾，獲益實多。近數年間，江浙稻農之得以更蘇，未始非改良灌溉之效果也。

二，改良灌溉可以增加產量。作物滋生，全恃水分，需則供之，否則涸之，端賴人工為之調節。故北方種棉，遇雨水不足時，必需人工灌溉。江南種麥，遇春旱時，苟能灌溉一二次，其收穫必有顯著之差別。至成熟時，則應排水否則難免歉收。水分之於水稻，更為重要。茲錄日本山口縣試驗場四年平均之成績於下

灌溉方法	每畝糙米產量
插秧活着後至孕穗時期不灌水	3,237石
孕穗期至出穗齊不灌水	2,896,,
孕穗期至成熟期不灌水	3,143,,
始終灌水三四寸	3,143
標準(插秧時灌水至出穗齊排水)	3,312

由此可知灌溉不得其時，與排水過遲，均足以減少產量也。

三，改良灌溉可以提高品質。生產物之品質與水分之多寡，有密切之關係。生長期中，不幸而遇亢旱，倘無人工灌溉，以資補救，勢必枯萎。縱有生產，品質亦劣。棉則絮短而易斷，稻麥則多死粒。成熟時期，遇水而不為排洩，則生產品含水過多，不耐貯藏，色質俱劣，價格因之低廉。亦有終年少雨之地，專恃人工灌溉而生產特殊品種，如埃及暨美國西南諸省之長絨棉者，洵能功參造化矣。吾國西北一帶，雨量甚稀，若能做照施行，提倡人工灌溉，亦不難變旱魃常臨之區，為棉產優良之地。

四，改良灌溉可以改良土質維持肥分。我國濱海及西北亢旱之地，土帶鹼性，平蕪漠漠，面積遼闊，棄利於地，頗為可惜。實施大規模之灌溉工程施以潤澤，則可化斥鹵為膏腴，變荒蕪為沃壤，至於低溼之區，土質黏膩，或帶酸性，不宜作物

之滋長。設能排除積水，曝以盛陽，飽收空氣，可使土粒凝集，土質鬆潤，增加吸收肥分之能力，保持肥分消失，促進肥料之分解，助長有用細胞之滋生。是故改良灌溉，與土質之改良，亦有密切之關係。

五，改良灌溉可以防除病蟲害。南方之螟，北方之蝗，及其他各種作物之病害細菌，莫不與水分之供求，關係密切。試以螟蟲之淹沒法言，非有完善之灌溉系統，與充分之原動力，不足以維持冬季長時間之淹水，他若灌溉排水之得宜，可以殺死病菌，減少傳染之機會，健全作物之生長，增加其抵抗之能力，以上兩端，不背農民習慣，不增農民負擔，推廣至易，收效亦宏。

六，改良灌溉可以促進農民合作事業之發展。本年春寒，蠶事歉收，報載江蘇吳縣，因提倡育蠶合作，資力充實，管理嚴密，能應用科學方法，調濟天時之不利，故有八九之收穫。合作制度之亟宜提倡，已可概見。促進農民之合作，當自改良灌溉事業始。蓋灌溉設備，就小規模之機力屏水而言，一機之力，能及千畝，一機之值，價逾千金，非通力合作，不易舉辦。且改良灌溉，農民有切身之利害關係，簡而易行。就此提倡，徐圖推廣，尤為順利。

改良灌溉與改良農業之關係，既如上述。我國方今生產落後，洋米充斥，不惟國家漏卮日見增巨，而衣食不給，勢將影響於民族之生存。憂時之士，咸主張提倡農業，增加生產，誠屬當務之急。不知吾華爲五千年農業古邦，人民狃於故習，拘守陳法，牢不可破，一旦改弦更張，成效

必鮮。惟灌溉於農田有不可分離之關係，成效易見，推行便利。故改良灌溉，實爲改良農業之先着。甚望政府對於國內灌溉事業，努力提倡，切實指導，用最新之方法，復古代之規模，則農業自能改良，農產亦隨之而增加也。

## 中國古代之灌溉成績

陳澤榮

灌溉之歷史甚古，如埃及意大利西班牙諸古國，皆於數千年前，已有灌溉事業。吾華以農立國，蔚然文物之邦，五千年於茲者，亦端賴於是。昔禹墾九州，盡力乎溝洫；書云濟畎澮，距川，周禮謂遂人匠之治，夫間有遂，十夫有溝，百夫有澮，千夫有澮，萬夫有川；遂注入溝，溝注入澮，澮注入川，溝洫脈絡，布於田野，旱則灌溉，潦則洩去。足見吾國古代井田之法，即已備灌溉之樞樞。

秦人開阡陌，溝洫之制大壞。於是因川澤之勢，引水灌田：如魏史起引漳水溉鄴，以富河內；秦鄭國引涇水以灌渭中；漢武帝用鄭當詩言，穿渠引渭以槽且溉南山下；用番係言，引汾溉皮氏汾陰下，引河溉汾陰蒲坂下；又用嚴熊言，引洛溉重泉以東，爲龍首渠。宣房既塞，用事者爭言水利；朔方、西河、河西、酒泉、皆引河及川谷以溉田。關中則有靈輶、成樂、國漳渠、六輔渠、白渠、皆灌田各萬餘頃；若小渠以及坡山逼道者，不可勝言。至唐之觀察刺史，尤以開渠溉田爲重；如太平渠之引爲金鳳渠，菊花渠；太白渠又引爲大唐渠，禮敦渠；俱皆灌田萬頃，利賴

一方。漢唐以後，雖不乏開渠引河之工作，然多不及古人規模之偉大。

我國自古溝洫渠川之利，皆在西北之境。東南荆揚之域，則所謂厥土塗泥，厥田下下者也。漢以前，猶稱澤國。東漢五年，始有馬臻開鏡湖，周圍三百餘里，溉田約九千餘頃。及五胡之亂中原，生齒墮晉室以東遷，民衆而利始興。厥後錢鏐竊據，南宋偏安，日事墾闢，開塘穿井，而財富遂甲於天下。元明以來，天下皆仰給於東南，而西北之產，乃日見其乏。故言我國古代灌溉之成績者，皆探討於秦、秦、隴、蜀之區。茲就其規模較大，而散見於史乘地誌者，分區略述之。

### 一、渭水平原

渭水平原，即尚書禹貢所云厥土黃壤，厥田上上者也。土地沃肥，爲周秦漢唐帝王之都，亦即我國水利灌溉歷史最古之區。其最重要者，爲鄭白二渠：

鄭渠於秦始皇初，韓開秦好興事，欲疲之，乃使水工鄭國說秦，令鑿涇水自中山西抵瓠口爲渠，並北山東注洛三百餘里以溉田。中作而覺，秦欲殺之，國曰，渠成，亦秦之利也，卒使就渠。渠成，用注

墳閘之水，溉烏嚮之地四萬餘頃，收皆畝一鐘。（六斛四斗曰一鐘）於是關中沃野千里，秦以富強，因名曰鄭國渠。

漢趙中大夫白公，復奏穿渠引涇水，首起谷口，尾入櫟陽，注渭中，袤二百里，溉田四千五百餘頃，因名曰白渠。

當時民樂其利，因為之歌曰：田於何所，陽池谷口，鄭國在前，自渠起後，舉鍾為雲，決渠為雨，涇水一石，其泥數斗，既溉且糞，長吾禾黍，衣食京師，億萬之口。於此可見兩渠之富饒也。

後漢遷洛，鄭白兩渠漸廢，陵夷以迄兩晉十六國時代，涇水流域，皆為戰地。宇文周以後，渠堰之利復起。唐永徽中，兩渠灌溉，約有萬頃，大歷中減至六千頃。當時涇水東行注白渠，灤而為三，以沃關中，是唐代白渠之利仍不廢。至宋道初，二渠灌田不及二千頃。宋熙甯七年，涇陽令侯可議鑿石渠，引涇水，東南下流以合白渠。迨大觀四年，疏涇水入渠，溉田二萬五千九十餘頃，是即為之豐利渠。

降及元代，新渠堰壞，導疏益艱，乃

復治舊渠口，聚成，溉田四萬五千餘頃。明洪武中修築涇陽洪渠諸堰，成化中鑿石通水，引涇入渭，謂之廣惠渠，白渠之利得以不廢。水分三限，皆立斗門，凡一百三十五處。清康熙間，知縣王際有率縣丞張青穀修築岸堤，整理版閘，民受其賜。

## 二、漢中平原

漢中平原，由沔褒而東，迄於洋縣，漢水兩岸，氣候溫和，水量豐富，適於灌溉。其水利之最著名者為山河大堰，堰在褒城縣東，引褒水，為漢代蕭何所創，山河即蕭何之訛音。堰凡三道，灌田在十萬畝以上，分水之堰，計數十處，其由堰而灌田者，每堰又各有小渠數十道，類古川渝溝洫之制。昔諸葛武侯屯兵漢中，漢川之南鄭、城固、洋縣、西鄉，周圍四五百里間，無不興之水利，而蓄洩灌溉，立法詳盡。故當時以區區之地，足供十萬衆之軍糧。漢中各堰壩，多屬蕭鄧侯曹平陽侯所創，其後武侯武安又因其舊加以修治，故該處水利，遂為東南渠堰所不能及。茲列表如左：

渠 或 堰	水 源	灌 溉 面 積	縣 名	附 註
山 河 大 堰	褒 水	十 餘 萬 畝	褒 城	有堰三道漢蕭何所創
流 珠 堰	廉 水	未 詳	褒 城	在漢南水
南江順池黃道等八大池	溝 水	每池數千畝	南 鄭	在漢水北天台山下

芝字黃土堰等	冷水河	一萬數千畝	南鄭	漢水南
班公堰	冷水河	一萬畝	南鄭	清嘉慶年班逢揚所築
五門揚填堰 等八大堰	沂水	五門堰五萬畝 揚填堰二萬畝	城固	漢水北宋楊從義所成
上官棗兒上盤 下盤等十數堰	大沙河	四萬畝	城固	漢水南
洋縣各渠	小沙河蒲河	十萬畝	洋縣	宋武安王令楊從義修治
金洋堰	洋川	一萬畝	西部	
沔縣諸堰	舊河黃沙河 養家河等	每堰六萬畝	沔縣	漢水南北漢武侯時所創
周鄉九軍壩等		三萬畝	鎮巴	
羅紋大堰 黃安等	漢江	一萬餘畝	甯光	
月河各渠	觀音仙溪等水	二萬二千餘畝	漢陰	
大貴坪豐口獅 子等十八壩		五萬畝	平利	
千工永豐 大濟等堰	傅家河恆河	七萬畝	安康	
石泉各渠	池河珍珠河等	二千餘畝	石泉	
商縣各渠	溪澗	數萬畝	商縣	

### 三、河套平原

河套者，係內蒙古鄂爾多斯兩翼六旗地，黃河包繞於外，其南大部曰前套，西北分枝處曰後套，東西千餘里，南北長處亦近千里，純屬黃河沖積地層。秦始皇三十二年，使將軍蒙恬將兵十萬，略取河南地，遷徙貧民實朔方，號曰新秦，是為墾植套地之始。始皇崩，天下大亂，匈奴起而奪之。秦人經營僅二三年，稍有萌芽，

復荒蕪。至漢武帝再逐匈奴，收河南之地，置朔方郡於西河，朔方等處，引河灌溉，經營不遺餘力，後世因之，開元中，設置屯田。元和六年，韓重華復謀整頓，募人屯墾，東起振武，西至雲中，北連中受降城，出入止河六百里，屯墾相接，溝渠四通。趙宋而後，河套之地，盡為蒙人所佔，變為游牧之場。漢唐屯墾之制，至是盡廢。故宋明之代，河患日亟，滿清入關

之初，更有私墾之禁。至乾隆間，始有秦晉貧民輾轉遷越包頭而至後套，築室耕田，方有萌芽。光緒年間，復弛墾禁，派貽穀前往主辦墾務，將後套各廢渠，逐一勘收加修，有幹渠，支渠，子渠之稱，以幹統支，以支統子，若網至網，渠名計有七十餘種，灌溉面積總計約七百八十萬畝。其渠之最著者，有塔布、長濟、老郭、義和、豐濟、綱目、永和、永濟八大幹渠，然又皆近代之建設也。

#### 四、甯夏平原

甯夏，爲西夏都城，黃河自皋蘭以東入峽，曲折以達中衛，傾瀉於廣野，無潰決之虞，饒灌溉之利。漢唐以來，開渠灌田，總野錦陸，鱗次相接，所謂黃河千里，唯富甯夏。循漢唐溝渠舊跡，拓拔氏據西夏，益其利而成之。有明中葉，邊患日亟，該處棄置境外，變爲牧場，墾制漸廢。清世宗時雖提倡重施灌溉，然已非漢唐之舊跡矣。茲將歷代渠工，擇其重要者列述之：

秦渠 創始於秦代，屬靈武縣，在青銅峽黃河東岸漢渠口南開口，設正閘二空，長一百二十里。清康熙年，經李山重修，以石斲底。光緒年又重修，大小支渠二百三十一道，共溉田十萬畝。

漢渠 創於漢代，屬金積縣，渠口在

青銅峽黃河東岸。設水閘二，流經一百五十里，支渠有九，共溉田七萬餘畝。清代屢經修治。

漢延渠 創自漢代，在甯朔，甯夏、平羅三縣。明甯夏道汪文輝修葺，清代屢經修補。至乾隆二十四年，甯夏道王延贊大修，利賴至今。本渠開口於甯朔縣陳俊堡二道河，至甯夏王澄堡歸入西河，長二百三十里，大小陡口四百七十餘道，大支渠十三道，溉田十四萬三千餘畝。

唐棟渠 創自唐代，在甯夏，甯朔，平羅三縣。渠口在黃河青銅峽之西岸，寬十八丈，深七尺。至明汪文輝在甯朔之唐瑞地方渠口二十里處，設石渠一座，外建退水閘四座，水乃就範。清康熙之間，均有修建工程。本渠長三百四十三里，大小橋梁十二道，陡口四百四十六，最大支渠有九，溉田四十八萬餘畝。

美利渠 本渠在中衛縣，爲元初董文用郭守敬等所開。清康熙四十二年，副將袁鈴開墾疊埽。四十五年同知高士鐸加鑿渠口，砌石成湃。嘉慶間又重修，本渠自石龍口尾開口引水，計長一百二十里。此外連同太平衛北復盛等渠，共溉田十萬畝。

七星渠 在中衛縣，創於何代，無可考證。清康熙間創閘二空，暗洞二道，以

後亦屢有工程。自泉眼山寬口引河水東流，延長一百四十里，連同附近各渠，共灌田九萬六千畝。

昌澗渠 本渠於清雍正四年開築，在不羅縣。厥後屢經重修，水乃足用，計長一百三十六里，溉田二萬五千畝。

大溝渠 本渠在甯夏、甯朔、靈武三縣，當漢唐兩渠之中。舊有一小渠，名賀蘭渠，康熙四年，同知王全臣將舊渠而擴大之，自後屢經重修。光緒三十四年，知府趙維熙以紅柳編製大筐，中盛毛石，壓迫水埤五里之遙，至是渠流乃順軌。本渠長七十二里，大支渠三十道，小支渠環洞八十道，共灌田三萬畝。

惠農渠 本渠在甯朔、羅夏，平甯三縣。清雍正四年，侍郎通知單疇書創建是渠，其後屢經改修。自青銅峽之下俞家嘴南花灣進水，共長二百六十二里，大小陡口一百三十六道，共溉田四十五萬畝。

## 五、成都平原

成都平原之水利，創於秦代。斯時蜀守李冰鑿離堆，（在今灌縣城西）避沫水之害，穿二江（南即岷江北即沱江）於成都平原，令岷江自汶川縣南流，經灌縣城西北，南出灌口，其正幹南流，過崇慶、新津，而入眉山縣，是曰南江。其由正幹劈分出離堆，而東南歷新繁、郫縣、之間

，環省垣曰錦江，卒流至新津以會岷江者，即李冰所鑿石犀渠也，是曰北江。北江又分兩大脈：一脈自灌縣城南出寶瓶口，穿三泊洞，東灌崇甯、彭縣、新繁、新都、廣漢、金堂、等縣至淮口以匯雒水，昔人名之曰外江；又一脈自寶瓶口東灌崇甯、郫縣，環省垣為錦江，而西南以會岷江幹流，昔人名之曰內江。宋史秦李冰於離堆都江口置大堰，疏北流為三；東曰外應口，東北曰石洞，東南曰馬騎口。自三口而下，派別支分為渠，不可悉數。江水洶湧而下，散入成都平原十六縣之中，開渠灌田，至速且遍，遂造成我國西南部第一大府奧區。

堤堰誌，李冰鑿離堆壩頭於江中，設象鼻七十二丈，首關一丈，中關十五丈，後關十三丈，指水十二座，如象鼻狀。大小鈞魚護岸一百八十餘丈，橫灑洪流，故曰錦江，以分岷江之水，北折而東，灌漑田疇，以億萬計，蜀用富饒。凡諸堤堰，歷代皆歲修之，以為民利，其塘堰多民自修，獨離堆設立都江堰。在岷江中流，官費歲至巨萬。元人用鐵石立堰為石門，以時常閉，後世對於李冰所遺「深淘灘低作堰」之良規。尤能遵守勿替，以故西蜀水利，至今不泯。

以上不過舉其犖犖大者。此外如西門

豹之鑿天平渠，孫叔敖之鑿清塘二河，鄖州有右史渠，自淮泗及汴通河，自河通渭，則有漕渠，南陽有召信臣錯廬陂，廬江有孫叔敖陂，潁川有鴻隙陂，皆能灌溉農田，為利百世。故人云天下農田灌溉之利，大都多古人之遺跡，洵不誣也。

今之言灌溉者，多讚談歐美規模之宏，法制之美，技術之精，以視吾國今日之灌溉事業，誠不可相提而並論。然苟一試探我古人之成績，又豈他人所能望其項背哉。近來外人之考察於我西北者，莫不道奇稱讚，於以知我國歷代之所以致富齊強

者。蓋有由來矣。後人不能廣續前賢偉蹟，陵替頹廢，以致西北天府之區，竟變為磽确之野，能無愧哉。茲摘述一二，以供參考，益以見吾國今日提倡新式灌溉方法之刻不容緩也。

本編參考資料

白眉初民國地誌

農桑通訣灌溉篇

明徐光啓農政全書

灌溉新編

甯夏省政府呈報水利狀況卷(十八年)

## 我國最近之灌溉事業

陳澤榮

我國之灌溉事業，以漢唐時代為極發達。後之人不求進步，拘守陳法，以致前賢偉蹟，漸次荒廢，素稱農業之國家，近且仰食於外邦矣。米麥輸入，其量，年有增加，其價，日益暴漲。凡稍明我國農業及農產狀況者，莫不以提倡科學方法之灌溉事業為當務之急。總理建國大綱，以民生列為首要；二中全會，即已確定農業政策為發展工商業之基礎；最近國民會議，亦將發展農田水利，列為要案；故現在政府與人民，對此已有相當之覺悟，惜限於財力，未能實現大規模之計劃。茲將我國最近之灌溉事業，分別擇要略述之：

### (一) 已經興辦者

#### 綏遠薩托民生渠

民國十七年，綏省大旱，道殣相望，省政府提議開鑿薩托兩縣境內民生渠，採以工代賑之方，期以解決民生根本問題。先由地方籌辦，嗣以工程浩大，賑款不濟，乃於十八年由省政府與中國華洋義賑會，商訂合作辦法，雙方籌墊工款，並由義賑會繼續辦理一切工程事項。自開辦迄今，歷時三載，用款約七十萬元，其間受軍

事影響，致工程進行，不無稽延。今年春為促成斯渠早日完成起見，更抽撥兵士四千加入工作，已於六月二十二日，完成幹渠，舉行放水典禮。全部工程，約計完成三分之二，其餘亦期於本年內竣工。該渠係引黃河之水，西自磴口，東訖高家野場，循黑河舊槽以入黃河。計幹渠長一百九十五里，渠口寬深不一，最寬處九丈，底寬六丈。深一丈；支渠二十六道，口寬一丈六尺，底寬一丈四尺，深五尺；又有總閘門一座，分水閘門二十六座。渠成之後，抽取水捐，以償建築之費。計幹支各渠所包括之熟地，約四萬頃；水力能達到澆灌者。至少亦在二萬五千頃，每年得糧二百五十萬石，救濟災黎十餘萬口。此不獨為吾國之重要灌溉工程，亦晚近賑災事業中之最堪稱述者也。

#### 引涇工程

歷代引涇工程，皆鑿山由麓中，而築堰於渠口之旁以遏水入渠。遇河水猛漲，堰毀岸崩時，則將渠口上移，另鑿新渠，然河水繼續，其毀如故。是以引涇工程，屢興屢廢，不克收效。迨民國十一年李儀祉氏主持陝西水利工程時，積極辦理各種

測量，擬定工程計劃，期爲一勞永逸之計，嗣以工程浩大，工款無着。又受軍事影響，迄未實現。十九年陝省府召集賑災委員會建設財政民政三廳及有關各縣之官紳，開釣兒嘴水利工程會議，通過李儀祉氏之提案。其經費除由華洋義賑會担任五十四萬四千元外，另發水利公債四十萬元，省府募集一半，有關各縣，按所灌溉畝數爲比例，分任一半。人民應認公債，准以工代款，償還日期，至水能灌田之日一次還清。其鑿渠計劃，仍用廣惠渠口，在金口東山坡，鑿引水洞，長四百公尺，洞口南築滾水壩一座，洞口外築以石渠，長二千一百四十公尺，渠水流量每秒爲十六立方公尺，兩岸坡度爲一比一，石渠尾端，即由野狐橋至王喬，開土渠，長八千公尺。幹渠坡度，爲二千一百三十三分之一，渠尾下達交口溉禮泉涇陽三原高陵臨潼五縣之地，約共五十萬畝。已於十九年十二月七日舉行開工典禮，預計十八個月全工完竣，此項工程，雖較原來規劃者爲小，但成功以後，此五縣之農田即無虞旱荒，每年由灌溉而增加生產之利益，至少每年在百萬以上，如能繼續擴大，當不難復鄭白兩渠之舊觀也。

#### 蓮柄港灌溉工程

最近利用機械戽水，以溉廣大區域之

農田者，厥爲福建長樂縣蓮柄港之灌溉工程。縣境之西南一帶，均屬閩江支流，港汊四出，灌溉稱便。獨有尾道東行之港汊，至蓮柄港地勢漸高，有山脈蜿蜒環抱，以達於海，山海之間，係一大原谷，長約二十里，廣八九里，爲山脈所阻，不能得閩江灌溉之利。從前即有鑿山開港之議，終以經濟困難，經驗缺乏，未能實現。民國十六年，閩海軍當局主持其事，息借鉅款，設局辦理，分工程爲兩部；鑿山開港，安設抽水機，以灌溉苦旱最甚之中南兩區農田六萬畝爲第一期；延長渠道，增置抽水機，以灌溉北區農田四萬畝，築造海堤，圍闢沿海灘地爲農田爲第二期。屬於第一期工程之重要者，即在二橋馬林橋，分抽水機爲兩段安設，水量每秒一百三十三立方尺。每段抽高十九尺，各以四百匹馬力之內燃機拖動之，左右幹渠，共長八萬七千五百尺。工程最艱鉅之處，爲穿鑿龍腰山脈長一千五百尺之巖石渠道。共有大小暗渠六十座，橋梁八十二座，總閘門一座，分水門六十八座，以及水池油池等各項建築。復在兩幹渠之中，設有三百六十畝之實驗場，專供各種農事之試驗。計自十六年五月興工至十八年二月落成，合共用款一百零五萬元。規定由澆田局向受水田戶，分年徵收水捐，以償借墊之款，償

債完畢，再由各田戶組織水利組合接管，預計每年收益，每畝收穫可增谷四石，六萬畝合計約二十四萬石，其值當在一百三十萬元以上。

## (二)正在計劃進行者

### 建委會模範灌溉管理局籌劃之灌溉事業

自國民政府建都南京以來，水利事業，由建設委員會主管，對於國內灌溉事業，竭力籌劃，曾呈准行政院，籌設各省模範灌溉，以樹楷模。四中全會後，該會職權，雖略有變更，然模範灌溉事業，仍繼續辦理。特設模範灌溉管理局，專司其事。該局正在進行中及準備興辦之灌溉事業如左：

甲、武錫區 該區包括武進無錫一帶之田畝，民國十三年，曾由戚墅堰電廠，創辦電力戽水，灌田約四萬餘畝，十九年建委會復成立第一灌溉區委員會，灌田一萬五千畝，以資推廣。近為統一事權起見，改組灌委會為模範灌溉武錫區辦事處，直隸於灌溉管理局，並接辦戚墅堰水之田畝。查武錫區自創辦電力戽水以來，成績卓著，每屆農作之期，自蒔秧以至成熟，普通用電，每畝約十二度左右，電價每度為七分五厘，農戶每季戽水費每畝約一元二三角。民國十五年之際，滬甯一帶大旱

，近大河之田，以河水過淺，水頭過高，非人畜所能為力，用油機戽水者，亦緩不濟急，惟利用電力者，能得充量之水，其試驗成績之比較如次：

原動力別	收稻担數	收穫百分數
電力	七	一〇〇、〇〇
油機力	五	七一、五
人力或牛力	二	二八、六

該區現正進行武進縣東北之芙蓉圩電力戽水計劃，該圩面積，亦約五萬畝左右。

乙、龐山湖 龐山湖在吳縣之東，地甚窪下，近漸淤高，已達墾植之期。惟溼季仍被水浸，乾季始露水面。現已測量完竣，並成立龐山湖實驗場。其工程係圍築土圩，設置抽水機以調劑水量，一切設計，均應用科學之原理，農事試驗範圍，包括改善種植方法，利用省工農具，限制灌溉水量在內。並擬將實驗所得之結果，推行及於附近之農田，以樹水利之楷模。該場計分南北兩區，有地約萬餘畝，工程費約二十餘萬元。

丙、在調查中擬與各地方政府合辦之灌溉區 建設委員會，為發展灌溉事業起見，擬在各省增設模範灌溉區以資提倡，並擬與各省政府合辦，以收事半功倍之效。其經初步調查或係沿河官荒可資開發，

或係民產熟地亟需灌溉，仍在繼續調查接

洽中者，計有下列數處：

省 別	地 點	灌 溉 畝 數	主要工程
江 西	賽 湖	二〇、〇〇〇	建閘灌洩
安 徽	豐 草 湖	一二、〇〇〇	同 上
湖 南	青 草 湖	一二、〇〇〇	築圩建閘
陝 西	綏 福 堤	一三〇、〇〇〇	同 上
河 南	渭 河 南 岸	四〇、〇〇〇	開渠引水
山 東	陳 橋 渡 鐵 謝 鐵 韋縣其門東方城附近	三〇〇、〇〇〇	同 上
	歷 城 王 家 梨 行 齊河縣牛角河東	七〇、〇〇〇 二〇、〇〇〇	虹吸引水 同 上

#### 導淮工程中之灌溉計劃

國民政府導淮委員會所擬導淮工程計劃中，關於灌溉部分者，極為周詳，茲略述其大概如左：

甲、洪澤湖著水庫 舊黃河以南之田，幾全部種稻，全賴運河之水，以資灌溉；惟乾旱之年，水量不敷甚鉅，灌溉所需淨水量，至少為十四英寸，棉及雜糧半之。是項水量，須取給於洪澤湖，為兼顧閘洪起見，計算洪湖水位，歷洪水期之始終，最低應為十二公尺半，而在洪水之後，灌溉之前，應為十三、六公尺。

乙、渠道之規劃 由洪澤湖輸水之灌溉總渠，擬由高良調循舊潁河以達涇河開入運。入運之水，以一小部分北流；又一小部分東流，取道涇河，穿射陽湖以至串場河為其水源；大部分則南流並輸入通揚

運河。此外再由洪澤湖分洩一小部分，循張福河入鹽河，而後於蔡工渡附近向南穿舊黃河以達串場河。依各渠應輸之水量而規劃其大小，以定其挖築之工，重修舊有水閘，並於各幹渠之口，建造活動閘壩，其他引水分水之閘洞溝渠，尙待測勘規劃。計上述各渠所及之面積，約近二千萬畝。至舊黃河以北中運河東西，於淮沂沐等水導治以後，可灌旱地，亦達二千萬畝。

丙、第一期應辦之工程 灌溉區域廣大，勢難同時舉辦，其應者先與辦者，為裏運河區。該區已經設置之閘洞水渠極多，惟機縱失宜，損耗極巨，應一律加修緊密，設員管理，僅置閘門五十座，約需費十萬元，即可應第一期灌溉之需。高寶湖區，于淮水導治以後，施以灌溉排水之工，可成良田一百萬畝，大利所在，亦應及

早興辦。共需工程建築費四百六十萬元。自洪澤湖至涇河閘之總渠，及通揚運河之口門，以及鹽河至申場河之渠道，與涇河閘至申場河之渠道，均應即辦，總計第一期之工程費，約九百六十萬元。

丁、竣工後之利益 第一期工程完竣後，受益田畝，除高寶湖區之新地價約有四千萬元左右，逐年農產收穫約千萬元外，其他灌溉所及之地，在初辦數年內，若僅以裏下湖區之半數計，有伍百萬畝，每年因此增加之農產，平均最低以每畝二元計，亦達一千萬元。斯蘇魯皖豫四省之民生，可得相當之解決。現導淮工款有着，施工在即，關於第一期之灌溉工程計劃，當不難如期實現也。

#### 永定河下游之灌溉計劃與平東模範灌溉場

永定河下游之灌溉計劃，與平東模範灌溉場之設計，俱為華北水利委員會所擬。永定河河身高仰，河岸向外傾斜，在洪水期間，所挾沙泥，其量尤巨，引河水以淤灌兩岸沙鹹不毛之地，工程極易，其計劃係在河之北岸，自後新莊起以迄石佛寺東北之陳辛莊止，約計可淤灌之面積二十六萬畝。在洪水期間，引河水灌入田中，令全區田畝，積水深一公尺，再歷相當之時間，使沙泥逐漸沉澱，土壤充分浸潤，

然後將剩水洩去，以行耕種。其主要工程屬於引水者，除幹渠外，為在渠之首端，擇地建築進水閘，操縱水量，幹渠所經之地，如坡度過大者，並逐段建造跌水閘，以調節之。屬於分水者，包括支渠與分水閘之建築，自幹渠引水之點，建一閘門，為各支渠全部水量之操縱，支渠與各分區交接之最高點，建一分水閘，並於分區交界處，築以土埂。屬於洩水者，於每分區之最低部分土埂中，建小閘一座於每行分區之末，亦即全行最低處，建洩水總閘一座，利用小桑乾河及其相連之河道為總排水道。以上三項，共需工款約九十六萬元，並以三年為期，竣工三年後，沙鹹之地變為良田，每畝增加之生產價值，當在五元以上，以二十六萬畝計，每年即有一百五十萬元之增益。此項計劃，經華北水利委員會與河北省政府會商籌款方法，俟工款有着，即可實行。

平東模範灌溉場，在蘆運河下游崔興沾，土質略帶鹹性，若有灌溉與排水之設備，不難變斥鹵為膏腴。該處係由興農公司興辦，近由華北水利委員會測量設計，並與該公司商定合作辦法。該會計劃，係照三萬畝之數，先闢為稻田，按其所需水量，以每畝每秒〇，〇〇〇七七立方公尺之流量，在需水期間，分五次輪迴灌溉，

以蘆運河爲水源。惟該場地勢較高於水潮，不能無引水機關，其法或設立吸水總廠，自河吸水，以溝渠輸送至灌溉之地。或開挖總引水渠，沿渠以小吸水機或水車直接吸水至灌溉之地，按照所取方法，以定渠道水閘等項之設備。以土帶鹹性，排水溝洫，頗爲重要，惟計劃以方法之不同，故其工程預算，亦略有差別。如採用吸水總廠計劃，總排水溝另開者，共需工程款二十一萬三千元。吸水總廠計劃排水溝在進水渠旁者，共需工程款二十二萬元。分區灌溉計劃者，共需工程款一十九萬元。比較以上三項，仍以設立總機廠爲最經濟。預計完工三年以後，每年至少有三萬四千元之淨利，而地價之增漲不計焉。

#### 整理河套八大渠計劃

八大渠係灌溉黃河後套之地，即永濟剛日豐濟沙河義和通濟長勝及塔布渠是也。各渠多恃河水自然流入，以資灌溉，年深月久，或渠口增高水不能入，或渠身淤塞失其效能。是以後套面積，共爲一千六百萬畝，而各渠所灌溉之地，據華洋義賑會之調查，共計只有七百三十六萬畝，尙不及其半數。若不速謀補救，勢將日益荒蕪。現經建設委員會搜集資料，擬定初步整理計劃，呈送國府，以備採擇施行。以後套面積廣袤，工程浩大，非逐步進行，

斷難生效，永濟剛日兩渠，現狀最佳，整理較易，即宜以是爲始，再以該渠整理後之收入，次第開發，則籌款較易。茲將該會所擬西北水利計劃中關於八大渠整理程序大綱，列述於後：

#### 第一期工作

- 一、籌設農事試驗場，及在黃河相當地點，設立水文站。
- 二、由黃河左岸直至王家河岸，分區實測永濟剛日兩渠灌溉所及之面積。
- 三、計劃疏浚永濟剛日二渠及其各支渠分渠。
- 四、實施整理永濟剛日二渠及其支渠分渠與各渠渠口工程。

#### 第二期工作

- 一、繼續舉行農事試驗與水文站工作。
- 二、由黃河左岸直至王家河，實測豐濟沙河義和三渠灌溉所及之面積，並計劃各灌溉區域。
- 三、研究鄰近豐濟沙河義和三渠渠口之黃河下游，有無建築導引展之必要。
- 四、計劃疏浚豐濟沙河義和三渠及其各支渠。
- 五、實施整理豐濟沙河義和三渠及渠口各項工程。
- 六、另浚灶火渠，以輔助豐濟渠之不足。
- 七、建築涵水壩于黃河沙灘之兩端，將流

入黃河南港之水移行至北港，俾水隨時可流入灶火渠與沙河渠間之各小渠。

### 第三期工作

- 一、繼續進行黃河水文測驗。
- 二、實測通濟長勝塔布河三渠灌溉面積，並規定大小各渠道所經過之路綫。
- 三、實施整理通濟長濟塔布河三渠及其支渠分渠與其渠口各項工程。
- 四、研究鄰近通濟長濟塔布河三渠渠口之黃河下游，有無建築引水堰之必要。

### 第四期工作

- 一、整理黃渠鄆家地渠阿黨渠及十大股渠。
- 二、添設吸水機廠以溉高地。
- 三、擴大後套灌溉區域。

以上每期工作定為兩年，其經費第一期共約需五十四萬二千元，第二期共約需一百零四萬五千元，第三期共約需六十六萬三千元，第四期共約需二十四萬元。外

加管理費及工程預備費約二十四萬九千元，共計需款約二百七十三萬九千元。第一期工程完竣後，永濟剛自兩渠灌溉所及之面積，共計二百二十四萬一千畝，每畝每年因灌溉而增加之生產價值，平均最低以一元計，每年利益，可達二百二十四萬元。有此收入，後套數萬人民之生活，當可安全。若每畝年抽水費三角，可得陸拾柒萬餘元之收入，則第二期之建築費，即可有着。以後次第擴充，期底於成，其有利於國計民生，豈淺鮮哉。

總上以觀，我國灌溉事業，雖極幼稚，不能與歐美諸國相比較，然數年以來，亦不無相當之進展。深望中央以及地方政府，對於已辦之事業，力求擴充，或補助其發展；對於正在計劃進行之事業，速籌的款，以期早日實現，並積極提倡農業科學化，以及大規模之生產組合，庶乎農業得以振興，總理民生主義，斯可早日實現也。

## 太湖流域模範灌溉事業進行狀況

孫輔世

民國十八年春，輔世任職太湖流域水利委員會，深知水利事業，關係於國計民生至鉅，建設伊始，尤有積極整治之必要，抱負完成太湖流域水利事業之決心。乃以中央與地方財政之窘迫，事與願違，就事之初，即感經費之不足，整個計劃，固難於訓政時期以實現，即各項測量，亦不能於最短期間而完成。再四思維，實乏良策，而素餐尸位，坐耗國帑，尤難自安，乃不得已而思其次。圖本身之自決，期以工商業之方法，經營水利事業。一方面為社會謀直接之福利，同時獲得經濟之協助，使事業因自然之需求，而得不斷之進展。爰經各方之調查，長期之考慮，以為改良灌溉而發展之，實最適於此原則。蓋整治大計，既非目前所可能，局部救濟，或尙經濟而易舉也。

太湖流域，依其形勢，約可分為山區高區及低區三類。地勢高下既有不同，灌溉方法亦因之各異。蓋山區灌溉，端賴築池蓄水，高區則宜屏水入田，低區又應圍堤排水，此其犖犖大端。至於實施方法，尙須因地制宜，非可以膠柱鼓瑟。如地形水塘池作物之情形，以及農民之習慣，

與耕種之方法，上游與下游，固屬大異，即一縣之東鄉與西鄉，亦多有不同。除根據科學之研究，分別加以物質上之改良外，對於各地之地方情形，尤非深知熟諳，無由着手辦理也。

兩年以來，經多方之調查，努力之促進，其已着手辦理粗具規模者有二處。一為武錫區，（代表高區）二為龐山湖，（代表低區）其在籌劃中者有一處，即浙西天目山（代表山區）是也。今將前二處辦理經過情形，及現在實施狀況分述如次。

### 模範灌溉武錫區灌溉狀況

#### （一）範圍及地勢

武錫區乃包括武進無錫而言，其地勢則武進高而無錫較下，前者患旱而後者患水。然水道通暢之情形，兩縣尙無軒輊。旱者固不似丹陽之水無來源，淹者亦不如太倉之卑下為壑，故其所謂灌溉，應注重解決農田與水道間之灌注與宣洩問題。

#### （二）創辦之歷史

武錫區乃接收建設委員會威墅堰電廠之農田屏水部份，及第一灌溉區委員會而成。回潮創辦之經過，約略分述如下。

甲，威墅堰電廠辦理狀況 威墅堰電廠之



農田**戽水**，創辦於民國十三年，為我國農田用電力戽水之嚆矢。歷年擴充，迨民國十八年，計有戽水地點四十二處，田畝達三萬九千七百三十四畝八分七厘。專為戽水而設備之桿綫，計長九十五里有零，其電壓六六〇〇伏而脫者五〇、七里，二三〇〇伏而脫者四十五里。辦理方法，分包田制及包度制兩種。其規定如次。

**包田制** 每畝收費一元二角，經辦人例得手續費三成，分五次收清。戽水開始時先收全部五分之一，其餘分四個月收清。訂立合同年限，五年或十年。馬達及抽水機均由廠方供給。

**包度制** 每畝包用十度，超過包度，按度實收，每度電價大洋六分至七分五厘，戽水前先交若干，其餘分期繳納，或按實用度數，每月抄表計算。合同年限，五年或十年。馬達及抽水機自備，或由廠方供給，按月繳納租費。

關於馬達及抽水機之裝置，則擇定上水地點，使離河面為最低之水頭，以減輕戽汲之力，但同時以河水漲滿時不致浸沒為度。大約河面至田岸，在天旱之年，其水頭約自十六呎至二十四呎，自河面至抽

水機，約為八呎至十六呎。戽水機以皮帶聯於馬達拖動之，凡戽水一千畝至二千畝者，用十吋進出水離心力抽水機二十四匹馬力之馬達。戽水五百畝至一千畝者，用八吋進出水戽水機十六匹馬力之馬達。五百畝以下者，用六吋戽水機八匹馬力之馬達。至於戽水處之房屋河岸出水槽等種種設備，均由用戶自理。

戽水之為包田制者，民國十四年份電廠所定價目，為每畝間接上田者一元二角，直接上田者一元七角。十五年包田者間接上田每畝一元五角，直接上田每畝二元。包度制亦分二種，一種由承辦人定價，以田畝數計算，每畝約自一元四角至一元七角。一種由承辦人代甲戶經辦，一切費用，於事竣後公派，除用電以度數計算外，馬達及戽水機租費，約每畝三角，物料費三角，雜用費約二角五分。如用電在十度以內，則每畝約為一元七角。以上三種價目，大致平衡，較差不遠，此感嘆電廠辦理經過之情形也。

#### 乙、第一灌溉區委員會辦理狀況

第一灌溉區委員會，成立於民國十八年冬，為太湖流域水利委員會與戚墅堰電廠合辦之電力灌溉機關，對於辦理章則，多所改進。如劃一每站畝數，規定馬達馬力匹數，變更收費辦法，廢除包辦制度，釐定

組站之組織等等，促進電力灌溉事業之進展者甚鉅。是年即擴充戽水田畝一萬六千畝，新立桿綫達三十一里，並辦理抽水機之效率試驗，受戽田畝之面積測量，設立灌溉職工訓練所，造就管理各站業務及機械之下層工作人員。以上種種，皆謀以科學之方法，以增進戽水之效率，而資減低戽水之費用者。此第一灌溉區委員會辦理經過之情形也。

### (三) 模範灌溉武錫區辦理狀況

第一灌溉區辦理一年，所有人員，皆由太湖流域水利委員會及威墅堰電廠派員兼充，規模既小，擴充自難。十九年冬太湖流域水利委員會，經國務會議議決移交內政部辦理，但模範灌溉，則仍由建設委員會繼續主持。故第一灌溉區遂不得不改組，並設法充實，以利進行。二十年春，乃成立模範灌溉武錫區辦事處，直屬於建設委員會模範灌溉管理局。除接管第一灌溉區委員會所有業務外，並接收威墅堰電廠關於電力灌溉之桿綫設備，及全部戽水田畝，同時與威墅堰電廠，正式訂立售電合同，至是電力灌溉，方得成為獨立之事業焉。

戽水田畝，在無錫縣境者計三千畝，在武進境內者計五萬畝，桿綫共百二十餘

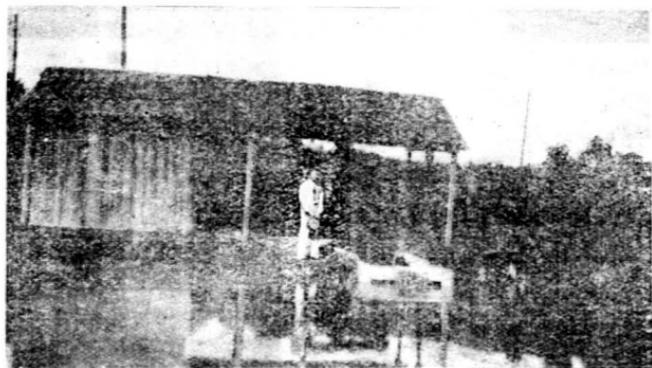
里。今年夏，並裝設專用電話以通消息，分派灌溉職工訓練所學員至各站實地管理。其結果必能較前更為進步，可預卜也。

### (四) 將來擴充計劃

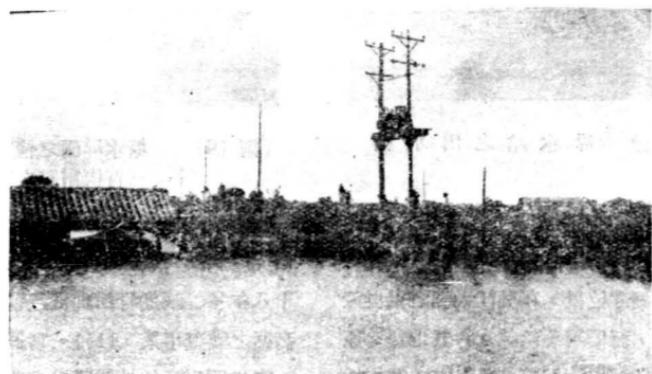
灌溉為切合農民需要之事業，將來擴充，必無限量。惟籌劃各項設備，為數頗鉅：約計每畝須四元左右。際此財力不繼之時，殊感困難，日後進行方針，勢必趨與於農民合作之一途。如能成功，集資既易，進行自可較為順利，戽水費用，亦可因合作而減低，誠一舉數得之計也。

武錫區地勢，西高而東下，東北又多圩蕩。因地勢之不同，灌溉之需要，亦因而各異。高者需戽入，圩蕩則多戽出。現在武錫區所辦理者，多在武進之高區，以戽入為主。是以日後擴充，勢必雙方並進，武進西南，地勢高亢，需要戽入較多，且地近隔湖，水源便利，擴充自易。無錫東北，當以各圩蕩為目標。現在計劃進行中者，有芙蓉圩六萬畝，及楊家圩一萬畝。以上兩處，除防潦以便種稻外，並擬試行植麥，使年得兩熟，皆經詳細之測量，並有精密之計劃。惟實施情形，不如高區之簡易，宜以全圩作整個辦理，進行較為複雜，是有待於來日者也。

附武進部份戽水站及綫路圖



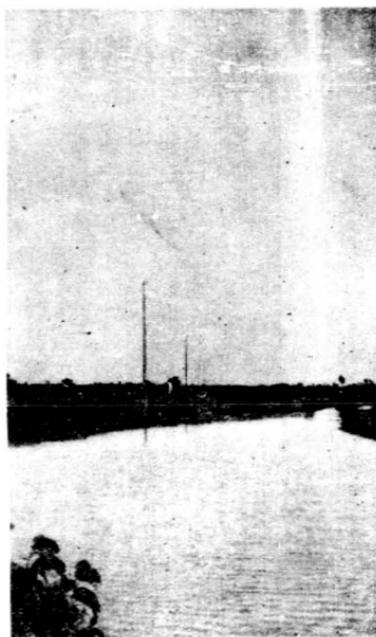
(圖一) 屏水站之進水口



(圖二) 屏水站之出水口及變壓器



(圖三) 屏水站之出水槽



(圖四) 塘水屏滿之情形並示二千三百伏爾脫之高壓輸電線

#### 龐山湖灌溉實驗場之進行

##### (一) 龐山湖之地勢

龐山湖之位置，在吳江太湖之東吳淞江之上游，面積四萬餘畝。考其地質，原屬太湖之一部份，嗣因日久淤塞，遂成低田，至與湖泊相隔離。明萬歷間，已有濶漲，現且逐漸淤高，祇有十字港及小窩港可賴分洩。先後迭經前太湖水利工程局，

及太湖流域水利工程處，調查測量，詳加研究，咸認為龐山湖已失其湖沼之功用。十八年多，既進行辦理武錫電力灌溉，於高區之灌溉事業，已得一實施改良之機會。繼謀所以示範於低區，求諸太倉崑山，不可驟得，乃決定以龐山湖為低區灌溉實驗之場所焉。

##### (二) 辦理之經過

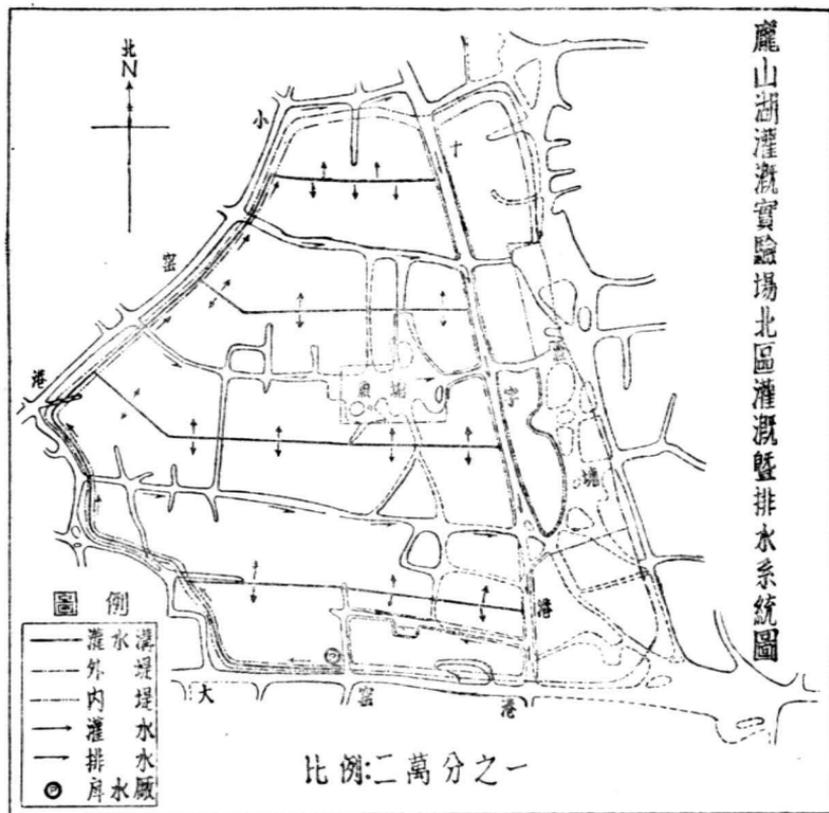
場址既經決定，數經勘察協商，於十九年冬，方得與江蘇官產局，劃定界址，約計一萬市畝。二十年春，復派員詳細測量，擬訂計劃。是年五月，乃成立模範灌溉廬山湖實驗場，開始清理田畝及進行工程。種種實施計劃，預計二十一年可闢三千畝，其餘則尚須待第二年方得着手也。

### (三) 計劃概況

我國農民，狃於陳法，不知改善。若在平年，尙敷民食，一逢災歉，饑饉立致，識者引爲杞憂。救濟之道，舍提倡農業科學化及大規模之生產不爲功。本場籌備伊始，即根據此原則，作精密之設計，以實驗灌溉之結果，樹農田水利之楷模，使一般農民知所取法，而改進努力於增加生產之一途，爰述其梗概如次。

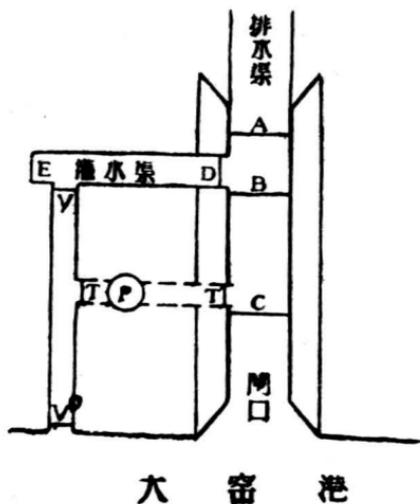
甲、灌溉及排水 廬山湖地勢尙稱平衍，西部略高，中部較窪。原有河流，除十字港及大密港，縱橫相交成十字外，大致均由西北趨向東南。故於築圍時開一渠寬約十公尺，深約二公尺半，所出泥土，適足以築一頂寬一公尺，坡度一、五比一

，高度四、八公尺（吳淞零點爲標準）之大圍，及一頂寬一公尺，坡度一、五比一，高度三、七之小堤。其在西部者，爲灌水總渠，取其地勢稍高水性就下之由，以分佈於支渠也。總渠與原有河流沼澤，均相截斷，不使通連。並於二渠之間，或相當距離中（約四百公尺）開灌水支渠，其坡度及斷面，均依據該渠灌溉之面積，距離之遠近，及水流速率而設計。務使水位在二、六以上，可以自行流入，（查覓渡橋蘇州關記載五六兩月間二十八年來最低水位平均爲二、六四）均勻分配，以各田同時得相當之水量爲度。總支渠之間，設有閘門，以司啓閉。田中過剩之水，悉可洩入原有河流，而會於十字港，故十字港者，不啻一天然之排水總渠也。是以人工開築者爲灌水系統，原有河流爲排水系統，二者相錯而列，不相混淆。更於相當地點，在水中立以標桿，指示何時宜灌水，何時需排水，設戽水機以調節之，操縱裕如也。（北區之灌水及排水系統計劃如圖）



乙、排水力之集中 龐山湖因地勢之關係，分南北二大區，於大窰港兩岸之適當地點，各設排水總站。根據三十年來（西歷一千九百年至一千九百三十年）三天最大雨量之記載，約共需馬力二百匹，方

足以保無虞。旁建一閘，可以通舟，以作場內外運輸交通之用。如此機力集中，不僅管理便捷，於人力之消耗，亦可省却不少，茲將其情形繪成略圖，申其作用如次。



，則水自出。

- 子、外河水位二、六以上之灌溉法 閉 A 閘使排水渠保持原狀，閉 V 使灌溉水渠不致流入 T 管，開 BCD E 閘，則水可自行流入灌溉總渠而達於農田。
- 丑、外河水位二、六以下之灌溉法 閉 B 閘以保持排水渠原狀，閉 D 閘以阻灌溉水之流出，閉 V 以改正戽水機出水管之方向，開 CE 閘。發動戽水機 P，則水由 T 管入出 V 門而灌入渠內。
- 寅、外河低水時之排水法 開啓 ABC 閘

卯、外河高水時之排水法 閉 C 閘以阻河水，閉 V 開 V' 以改換出水之方向開 AB 閘，發動戽水機，則排水渠內之水，自 T 管入出 V' 門而達於大密港。

辰、同時灌溉排水法 閉 CD 閘及 V' 門開 ABE 閘及 V 門，發動戽水機，則排水渠內之水，可經由 P 機而入灌溉水渠矣。

巳、魚區灌水法 排水溝之一部，兼作魚區灌溉水渠。夏季水落需灌水時，可閉 BE 閘及 V'，開 CDV，發動戽水機，則外河之水，自 T 入出 VD 而至排水渠轉入魚區。

丙、水田需水量之研究 水田需水量，於江南水利設計上有莫大之關係。本場設計時，即感斯項材料之困難。如美國鹽河地方，( Salt River ) 合算每畝每秒需 〇、〇〇二立方英尺，朝鮮博川水利合組，每畝每秒需水 〇、〇〇四九立方英尺，( 1 ) 日本稻垣博士福島灌溉區水田需水之研究，謂平均每 Hectare 每秒需水一、〇六八立升，換算每畝需 〇、〇〇二四立方英尺。( 2 ) 惟以天時土質之不同，或作物品種之各異，滲透蒸發等量，亦各懸殊，故在江南一帶之氣溫下沖積粘土早

晚熟水稻區域內，亦自應有相當之研究，以爲水利設計之參考。他如有效雨量雨水之宣洩等（Run off factor）之研究，亦擬於可能範圍次第舉行之。

（附註）（1）錄自徐世大一平東模範灌溉場建設意見—中國建設水利專號下

（2）見水井威三郎—日本稻作講義第四一六頁

丁、農田耕作之改良 稻既非經濟作物，耗工尤較他種作物尤甚。據農業經濟家之調查，稻田每畝之淨收入，常爲負二元之數，而一般農民，尙能維持生活，茫然不覺者，乃自耕之工資，未併入計算耳。方今國家統一致力建設之時，將來人工必有感覺缺乏之一日，加以日後生活，繼續增高，影響於工資者必鉅。若不先事準備，從農田耕作方面，加以改善，利用省工農具，改良栽培技術，並提倡合作，使農業成爲有組織之大規模生產合作，則農產事業之破產時期，可立待也。

子、水田大農機械之應用 水田面積，因灌水之關係，鮮有數十畝成一區者。且土地鬆溼，應用機械，較爲困難。然耕地整理後，田畝劃整，敷設電綫，利用馬達以耕作，此乃必然之趨勢。他如意大利插秧機之

發明，施肥中耕收刈脫粒機等之利用，均可以動力運轉，成爲最經濟最完善之作業。本場已有二百匹之原動力，且田畝劃分，均具規則，如能敷設電綫，作種種大農用具之實驗，則必有相當之結果以供國人之參考焉。

丑、栽培技術之改善 江南一帶，每畝產額，大有每況愈下之勢。推其原因，固以螟害爲主，然農人栽培之粗率，施肥之不足，亦其主要原因。如能施種綠肥，便吸空中之氮素，以維持地方，施用廩肥，以保持土質，參用人造肥料以增加生產，選擇優良種子，探求栽培適當時期，研究管理之周密，其能增加產額可斷言也。

寅、病蟲害之防除 病蟲害之關係、社會人士，早見及此，並設有專司以研究根本防除之方法矣。然往往以實驗之區域太小，未得顯明之成效。本場縱橫四五里，面積萬數千畝，一與實行，必有顯著之成績以示範於農民。且栽培早晚略異，足以避蟲害之鋒，選擇抵抗力強之良種，以挫其銳。據專家之研究，稻作若得多量之水份，即可抵抗害蟲之

侵蝕。故對於害蟲之防除，本場日後，亦有相當供獻之可能也。

卯、低區冬作之研究 低區所以不能冬作者，患春水耳。以小麥言，在二三月間開始分蘗，設地中水位昇高，根必腐爛而漸萎斃。今本場築大圍時，四周已設有深溝，若用屛水機排泄，使水面不得超過相當之高度，則圍內之田必可無虞。以事冬作，使增生產，自無不可。然抽水之費用，與夫種植晚稻之安危，（待冬作收刈早稻已失其時）亦當作精密之研究，為實施之參考。

戊、稻農副業之提倡 稻農副業，直接可以增加生產，調節農時，間接可以利用廢棄，與耕作相互為利。據農業經濟家之調查，稻田收入輒為負數，其所盈餘者，乃工資及副產耳。是以欲圖生產之增加，固宜於灌溉及耕作上，作改進之設計，同時更宜注意稻農副業之推廣，則農民生計庶有馮矣。

子、蠶桑之改良 江浙兩省，素以蠶桑著聞，祇以農民故步自封，不知改善，對外貿易，漸次衰落，天時驟變，補求無方。是宜於種子之選擇，氣候之調節，蠶室之設備，桑本之栽培，引用科學方法，加以改良

。品質日精，需要自廣，則生產之激增，可操券以待也。

丑、家禽之飼養 桑園隙地，湖濱沼澤，為天然之家禽飼養場所，既有濃陰以為蔽蔽，又有池沼可供游翔。廢棄糠粃，為禽類良好食料，而各種害蟲，更不容生存。興利除害，莫善於此，而況家禽肉卵，需要日繁，尤為大利之淵藪。

寅、牲畜之利用 飼養牛豕，為農家必需之副業。在目前農業機械尚未推廣之時，牛固為耕作之動力，即將來機械普遍之後，亦可為引重之一助。且乳酪尤為社會所需要，而食料則大多無須購求，較之專門飼牛之場，成本減輕，奚止倍蓰，即此一端，已操勝算。豕為我國日常肉食之大宗，生殖繁而長成極易，且廐肥為農田不可缺少之肥料，化腐臭為神奇，其利尤溥。

卯、養蜂之利益 太湖流域，為天然之養蜂場。濱湖各地，果樹連綿，繁花如簇，蜂羣採蜜，無匱乏之虞，而花粉箱蜂羣之媒介，果實更易繁榮，互為因果，相得益彰。春夏之交，田間之喬麥與紫雲英，彌望皆是，尤為蜂羣所嗜，以其含蜜多也

。據滬錫兩地養蜂場實驗之結果，最佳蜂羣，每季產蜜三十磅，春夏二季，可陸續割取，秋季則貯作蜂羣冬季之食料。以市價每磅一元計，年可獲利六十元，惜吾國農民，尙無相當認識，苟積極提倡，則蠶爾小蟲，其裨益於農民生計，殊非淺鮮也。

辰、魚類之蕃殖 江南一帶，素稱魚米之鄉。養魚事業，本輕利厚，本場沼澤約有二千餘畝，故於計劃時，劃定魚區，於農閒時，由本場農夫用挖泥機次第浚深，以便養魚。所出泥土，填高附近田畝，藉作基肥之用。且一經浚深，設達露潦，亦可作臨時蓄節之庫，誠一舉數得之計也。

巳、紡織之改善 紡織為農閒唯一之工作，秋穀登場，農事告竣，從事紡織，以補不足，實最相宜。我國農民亦所重視，惟機械不知改良，出品粗劣，不能與洋貨相頡頏。將來

本場大農用具，實驗成功，利用電力，雖不必如紡織工廠之設備周詳，但求機械組織，改粗陋為精密，則獲利必可斷言，且為農民生計之一助也。

#### 結論

灌溉事業，在中國新興事業之中，尙係發軔之始。我國以農立國，關係於國家根本至鉅。武錫區及廬山湖兩處之灌溉事業，其辦理之起因，即基於是。自創辦以迄至今，經過情形，已如上述。十九年冬，建設委員會，遵照國務會議議案。將水利行政移交內政部辦理，但關於模範灌溉事業，則仍由建設委員會主持，為力求事業之進展與推廣起見，經呈准國府，成立模範灌溉管理局，對於武錫區及廬山湖，亦同時改組獨立確定經費，備具計劃，故半載以還，進步更速。以後得各水利機關之同情協助，先樹楷模，繼求發展。政府倡導於前，民衆仿效於後。行見水旱之天災，得以人力免除，而生產之激增，操券可待。吾國灌溉事業之前途，何可限量耶。

中國稻作栽培期間區域圖



- |       |          |       |          |
|-------|----------|-------|----------|
| ..... | 以南二季早種區域 | ————— | 以南一季早種區域 |
| ----- | 以南二季尋常區域 | ----- | 以南一季尋常區域 |
| ~~~~~ | 以南二季並行區域 | ..... | 以南一季連種區域 |
|       |          | ..... | 北方產稻區域   |



# 灌溉水量之研究

劉晉樵

## 一 概論

灌溉水量，因測量地點之不同，有總量與淨量之別。總量由水源分來，供給田間之用，測量地點，接近水源，包括田間用水，及輸送上各種消耗如蒸發滲漏廢水等。淨量即田間用水，測量地點，接近田間，包括農作物直接需要，及田間各種消耗。是故總量與淨量之差，即為輸送上各種消耗，足以斷定輸送系統之效率。

表示灌溉水量單位之方法有二，一為單位流量所能灌溉之面積，一為種植期內田間需水之深度。前者便於估計天然河流供給之面積，及渠道之必要容量，後者用以計劃蓄水庫應備之容量。

灌溉淨量，與最大生產所需適當水量，及最經濟生產所需水量，均有不同。最大生產所需適當水量，係以每畝出產最大為目的，所用水量復須適當。（即各種消耗悉由人力減少）至最經濟生產所需水量。則謂給水有限時，用適當水量要得最大總贏利。此與水租，地價，灌溉費用，生產費用，農產物之價值等，均有關係。

灌溉淨量，僅指在給水範圍內，依照農民之經驗及智能田間所用之水量。大抵

種植期間，給水充裕區域，農民因水租輕微，對於耕作及灌溉多不注意。則灌溉淨量，往往超過適當水量。反之，在乾燥區域，給水不易，水租較昂，灌溉淨量，恆與最經濟水量甚為接近。

灌溉總量，因灌溉淨量及輸送上消耗各種關係、各地不同。而灌溉淨量，復因天時地利，與人事之關係。即同一地點，亦難一致。實有研究之價值。

## 二 灌溉水量與天時之關係

1. 氣候 雨量，雪量，溫度，及風速，均與灌溉水量有關。而雨量，及其分配情形，尤為重要。雨量或雪量，在種植期內，若分配適宜，恆有代替灌溉水量之効力。例如，潮溼區域，農作物有時僅恃雨量即能豐收。雨量，或雪量，在種植期之前者，亦能減少種植期內之需水量。例如，冬季雨雪充裕地方，深耕除草，減少蒸發，則土壤所蓄水分，有春夏時，尙足供給深根農作物之用。惟雨期若在灌溉之後，田間已有餘水，抑或雨率過大，勢必溢流而去，無甚裨益。有時，土衣Mulch被雨冲破，蒸發增加，則得更不償失矣。

乾燥區域，雨量常在與20吋之間。其

分配情形，恆使灌溉為救荒之急務。即在半乾燥區域，亦因雨量不敷，灌溉足以增加生產。蓋乾燥或半乾燥區域，溫度及風速常高，溼度常低，是以土壤蒸發較大，農田用水較多，而需要灌溉較切也。

2. 種植期間 我國北省，冬令嚴寒，種植期短，農田用水常較南省為少。但因夏間日長，農化物受光時間較多，生長甚速，在短期中灌溉水量，所需甚大。故計畫灌溉系統，渠道容量，應特別加大，以資挹注。

中部及南部各省多種稻。有早晚二季均種稻有稻麥二熟者。因種植期長，灌溉用水特多。（參閱中央大學農學院作物研究報告第一冊中國稻作栽培期間簡明表）

### 三 灌溉水量與地利之關係

1. 土壤情形 土壤水分，由毛細管之力吸引者，(Ca Pillary Water) 飽含空氣及溼氣，最合普通農作物之需要。惟土壤因密度大小不同。而容納之量互異，大抵，按重量計算，粗沙容量為12%，沙土平均為16%，粘土則為20%。

沙土之地，若下層適為粗沙，則宜洩過暢，灌溉水量泰半耗於滲漏，常有逾量灌溉之弊，聞有廢水多至十分之九者。

廢水所注，地水水面升高，匪特土中肥料半被隨流散失。而土壤浸透，氣孔被

塞，恆使鄰田不能種植，為害更大也。

2. 農作物種類 農作物需水量，及需水最殷之時期，各因種類而異。例如，水稻需水量，較其他五穀為多，而五穀需水又較果樹為多。

凡在同一區域，如農作物種類相同，則水量之最大需要，屬於同時。即在短期內所需灌溉水量奇大，供給維艱。反之，同一區域，如所種不同，則各種需水量既異，而水量之最大需要，又非同時，互相調劑，灌溉水量之供給，得望平衡。是故估計灌溉水量，對於各種農作物面積之比例，不可不預為研究也。

我國北部多種豆麥高粱之屬。往往不須灌溉，而得收穫。長江流域，及南部各省，多種水稻。植稻之田，自下種以至收穫，時養以水，雖有時乾涸，不數日便須灌溉。荒旱之年，有須灌水十餘次方能成熟者。是故中南各省，較之旱作省份，需要灌溉水量，尤見密切也。（參看中國稻作栽培期間區域圖）

### 四 灌溉水量與人事之關係

1. 耕作及灌溉情形 大凡農田整理不平，則低窪地點灌溉水量須特別加多，其餘較高部份，水量方能普及，因此廢水不少。

分渠或子渠，如有容量太小，或引水

過遠，往往渠之下端水尚未到時，上端灌水已經過多。

普通灌溉方法，或用溝壩分水。Furrow Method 或由洪流送水。Flooding Method 若溝壩太長，或洪流太遠，水頭之力不敷輸送，則田地上端積水過多，常由滲漏散失。補救之法，宜輪流灌溉，增加水頭，庶時間縮短，各種消耗方能減少也。

深耕足以減少蒸發，保持土壤溼度，凡在灌溉之後，即當趁早深耕，並宜隨時刈除野草，挖深溝壩，以減消耗。蓋野草滋生，耗水甚多，溝壩挖深，縮小露天面積，則蒸發減少也。

灌溉區域之地水水面，常因繼續灌溉而上升。如水面升至一定高度，土壤水分得由毛細吸力輸送於作物之細根，則灌溉水量大可減少，否則水面過高，細根被淹。土量浸透，氣孔被塞。行見膏腴之土，轉成不毛之地，不可不察也。

2. 農民性質及智能 灌溉水量，因農民性質及智能之關係，所用不同。性質粗浮，智能低下者，用水常有逾量之病。例如灌溉稍不注意，則田地或溝壩下端，積水過多，消耗殊大。即在溝壩間，分水如欠適當，水量之支配亦難均勻也。

3. 水租 灌溉水量與水租之輕重及徵

租方法均有關係。大抵水租貴者，用水恆省。水租按畝徵收者，耗水特多。反之徵租以實用水量計算者，大半省用。此為人類之天性，無怪其然也。

## 五 灌溉水量測量之重要

1. 水租標準 歐美各國，徵收水租，多按田間實用水量計算。凡農田邊界，均有量水設備，測量灌溉水量，作為水租標準。此種資料，積年累月，對於灌溉水量之統計，甚有價值也。

2. 設計資料 凡有新計畫輸水系統之容量，灌溉面積之預算，均以灌溉水量為標準。各地灌溉水量既有統計，其情形略同者，設計之時，取作根據，匪特時間經濟，而計畫亦較可靠也。

3. 促進用水經濟 農田生產常有限界，增加灌溉水量，固能增加生產。但灌溉水量逐漸增加，則每單位水量之生產反見逐漸減少。是以逾份灌溉，用水過多，則生產實際減少，殊不經濟。不特此也，據實驗觀察，凡水量增加，則農產物之滋養成分，如蛋白質，淡化物等類，反見減少。例如，五穀多水則助長稈稈，而穀粒不實。蕃薯多水，則滋養料減少。

乾燥區域，給水有限，用水之經與否，與灌溉面積之擴充，及生產總量之增加，大有關係。有時用水，為減少生產費

起見，以不求最大生產量為經濟。即在半乾燥區域，水源較便，其輸送分配各種費用，為數亦大，用水仍當經濟。

促進用水經濟，含測量灌溉水量莫由。蓋水量既有記載，平時灌溉，借用情形略同之資料作為規範，用水不至太多。每季收成，將水量產量及費用等，通盤計算，贏利如何瞭如指掌也。

## 六 美國西部灌溉水量之統計

美國西部，灌溉事業甚為發達，灌溉水量，記載亦詳。每年將水量記載，編為計劃歷史，並參酌各種資料，以備製表比較。

每一灌溉計劃，各製一表。編年記錄，將每年各月份灌溉水量，並灌溉面積，渠道長度，種植期內雨量，及平均空氣溫度，各種農作物面積比例，灌溉水量之消費比例等，悉載無遺。用以研究歷年灌溉水量，及各種變遷情形，至為便利。

歷年既久，欲知長時期內，各種計劃，灌溉水量平均概況。則將各計劃逐年各月份灌溉水量，及其他資料，平均計算，作為一覽表，以資比較。（參閱美國西部灌溉計劃十年平均灌溉水量一覽表）

右表詳載美國西部灌溉計劃，凡二十四種。包括各種氣候狀況，土壤性質，並

多年事業進展情形，頗見完備。足資灌溉工程師計劃及審查之參考。表中資料，已經明顯，尚有數點說明如左。

渠道系統供給面積，即水量能達之地面。雖包括房屋倉庫在內，所有公路鐵道溝渠及廢地等，則已除外。

灌溉面積，恆較渠道供給面積略小者。以耕地之犁植，進展稍緩，灌溉面積，尙未完全推廣也。

灌溉面積與渠道供給面積，渠道長度，及其建築方法等。互相比較。足以觀察渠道消耗及廢水增減情形。通常灌溉面積逐漸推廣，則消耗及廢水逐漸減少。

渠道消耗，滲漏地中，與廢水溢流地面，均以河道為尾閘。回流量極足供給下游灌溉之用。不能視為完全消耗也。表中廢水最多者，為計劃第二十四Yuma。其次為第十五 Rio Grande 前者，渠道系統，兼水力發電。在灌溉需水少時，田間廢水回流發電，故廢水至58%之多。後者，因地形關係，上游廢水供給下游灌溉，故廢水至39%。

農作物，大別為飼料五穀雜糧樹木四種。飼料常用汎流Flooding灌溉，用水特多。雜糧如蕃薯，甜菜，玉黍，小果樹之類。用水雖較飼料為少，而較穀類為多。穀類有用汎流灌溉者，惟灌溉時期較短，

是以用水略少。樹木多屬果樹，用水頗少。惟有林間雜種其他作物者，則需水量有時較多。

## 七 廣州水稻灌溉水之測驗

一（參閱國立中山大學農科學院專刊第一號水稻灌溉水調查報告）

我國幅員廣大。南部各省，得天獨厚，灌溉便利，稻田面積幾佔夏季作物十分之九。北部諸省如河南之信陽，山東之烟台，甘肅之寧夏，奉天之瀋陽新民，綏遠之五原等處，亦稱產稻區域。若水利改進，國內稻田當可日就擴充。水稻需水量與氣候狀況，土壤性質，及耕種方法等，均有密切關係。廣州水稻灌溉水之測驗。雖氣候土質偏於一隅，稻種僅限東莞白及竹粘二類，所得成績，未能適合他省情形，然舉一例三，其研究方法與結果，實開後起之先河。茲節錄其調查報告，分述如下。

1. 測驗目的 測驗之目的有二。（一）確定水稻生育期間所需之總水量，及有效雨量，並人工灌溉量。（二）根據（一）之測驗結果，講求經濟的防旱及防潦方法。

2. 測驗器具及方法 測器原用稻垣博士漏洩計。後因使用不便，於十六年始，

兼用鋒片圓筒兩種。（一有底一無底）圓筒面積各五十平方寸。即科距七寸有奇之一科面積。高各一尺一寸，埋入土中者六寸，高出土面者五寸。埋置時：先依器之大小及深度，開掘田土。次平置測器。次積入底土，用水攪拌沉澱之。次堆置耕土，至插秧時再攪拌而耕種之。另於器上裝置公尺，及螺旋指針，以測筒內水高。

稻田之消費水量可分三種。（一）莖葉面之蒸發量。（二）田面即科間之蒸發量。（三）旁滲及直漏之滲漏量。測驗方法，用有底不插秧測器A 安於科間，測驗科間蒸發量。用有底插秧測器B 安於行間，測驗科間及莖葉面蒸發量。再用無底插秧測器C，測驗全灌溉水量，即葉面蒸發科間蒸發及滲漏等總量。則科間蒸發，葉面蒸發，及滲漏各量求法如下。

$A = \text{科間蒸發量}$ ， $B - A = \text{葉面蒸發量}$ ， $C - B = \text{滲漏量}$

### 3. 施測稻田之地勢土質及耕種方法

稻田夾於東西丘陵間，地勢平坦。土質為細砂質壤土。在多雨時期，一面岡陵時有地水滲下。故田土保水能力頗強，滲漏作用頗小。

耕種用普通方法。即於冬期耕起土塊。於插秧前澆水攪拌而細碎之。次每畝施花生麵粉七十斤，於是插秧。每科秧苗，

無論測器內外，均為五株。科距均為七寸，蓄水高度約為三十公厘。至逾三週後，擇晴天排去積水，每畝施蠶灰六十斤，於是中耕除草，此後蓄水高度，約為一百五十公厘，至開花成熟後，分別刈取脫粒晒乾而稱量之。插秧日期，大概早造為五月五日前後。晚造為八月五日前後。試驗稻種，早造為東莞白，其生長成熟時間約八十五日，係遲熟種。晚造為竹粘，其生長成熟時間，約九十日，係早熟種。

4. 測驗成績提要 茲將廣州稻田測驗成績提要列舉於左

(a) 水稻全灌溉水量(田間消費總量)

三年平均數 早造遲熟種東莞白在十一週間，用水共深496.94公厘。晚造早熟種竹粘為521.18公厘。若晚造遲熟種在十三週間則為659.28公厘。平均每週用水早造為45.18公厘，晚造為47.38公厘。若晚造遲熟種則為50.71公厘。

(b) 全灌溉水量在各週中之需要情形就三年平均情形觀之。早造以插秧後之二週間為最少。孕穗期(第七週)為最多，用水63.39公厘。晚造以插秧後之第一週為最少。孕穗前二週(第六週)稍多

。而以出穗期(第九週)以後為最多即69.05公厘。

(c) 蒸發及滲漏對於全灌溉水量之比率。全灌溉水量之消費於葉面蒸發者，早造平均為35%，科間蒸發47.5%滲漏17.5%，晚造葉面蒸發約25.5%，科間50%，滲漏24.5%，即早造葉面蒸多，而滲漏少。晚造葉面蒸發少，而滲漏多。

(d) 各週蒸發及滲漏對於全灌溉水量之關係 葉面各週蒸發與全灌溉水量各週需要情形略同。早造之科間蒸發亦然。惟最後之二週劇減。晚造則科間蒸發適與葉面情形相反。若滲漏，則早造概少，晚造概多。而以晚造後期乾旱時為尤甚。即各週中滲漏之多少，亦與地水水面之升降有關。(土質為細砂質壤土)。

(e) 普通水面蒸發與稻田蒸發之關係。普通水面蒸發量與稻田之葉面及科間蒸發量均有關係。計水面蒸發為一。則平均早造，葉面蒸發為0.61。科間為0.84。合計為水面蒸發之1.45倍。晚造，葉面蒸發為0.38。科間為0.75。合計

為水面蒸發之1.13倍。

- (f) 收穫量與用水量之關係，收穫量之多少，尤以稿稈收量之多少，與葉面蒸發之大小有關。而與科間蒸發之大小相反。平均計算，穀稈收穫物每公分在早造東莞白約需葉面蒸發水量219.68公分。全灌溉水量647.41公分。晚造約需葉面蒸發水量157.37公分。全灌溉水量619.13公分。是故就灌溉用水言，晚造雖較早造為多。而以每單位重量之需水言，則晚造實較早造為少。
- (g) 雨水灌溉比率。灌溉水量之標準，在插秧後三週間，水深為30公厘，此後為150公厘。其中仰給於雨水者，即為雨水灌溉比率。在早造三年平均佔全灌溉量之84%，最少者70%即人工灌溉比率平均為16%，最多者為30%。晚造平均為53%，最少者為31%。即人工灌溉比率平均為47%，最多者為69%。若晚造以遲熟種言，則雨水灌溉比率為42%。即人工灌溉比率為58%。彼此比較，即雨水之不敷灌溉，以晚造為多也。

- (h) 雨量有效比率。灌溉期間之雨量有效比率。三年平均，早造約為56%，最少者55%，晚造平均為87%最少者83%。彼此比較，即早造雨量有效比率小而晚造大。亦即雨量少時，有效比率大，而雨量多時反少也。
- (i) 整田用水與雨量比較 假定早晚造插秧前十五日為整田期。就八年間同期雨量與蒸發滲漏比較，則早造整田用水不敷水量約60公厘，晚造約20公厘。若以雨量最少之年度言，則整田用水不敷水量，最多之數早造均為130公厘。但普通不敷時，概以早造整田期為較多。
- (j) 稻作用水與雨量比較 假定整田用水為130公厘。則整田與灌溉用水總計，早造為626.94公厘，晚造為789.28公厘，總計為1416.22公厘。就八年間同期雨量計之，平均不過1220公厘。其中最少者則僅933公厘。在稻作期間，雨量之不足可知矣。惟八年間，年雨量平均為1624公厘，最少者亦有1308公厘。其分配情形，在稻作期間平均為75%其餘25%則



馬鈴薯	{	沙泥壤土	3.0	1.0	1.5
		疏鬆沙土	5.0	2.0	2.5
蘿蔔菜 (甜菜)	{	沙泥壤土	3.0	0.5	1.2
		疏鬆沙土	5.0	1.2	2.0
落葉果樹	{	沙泥壤土	2.0	0.7	1.0
		疏鬆沙土	4.0	1.5	2.0
柑,橘, 檸檬類	{	沙泥壤土	3.0	1.2	1.7
		疏鬆沙土	5.0	2.0	3.0

## 九 結論

我國各省荒地面積，據前農商部調查結果，佔地凡八萬七千餘萬畝。致荒原因，泰半以給水困難，灌溉不便。然灌溉荒地，必人工財力各合經濟，始能食利豐贏。欲以最少水量，分潤最大面積，則省水方法尚焉。省水之法多端，概括而言，不外減少消耗，與利用廢水而已。善整田地，深耕除草，所以減消耗也。修溝渠，塞罅隙，所以防滲漏也。他如灌溉以時，勿

求過早。用水適當，勿求過多。施肥料，求水量，均可節省用水，惟最經濟之灌溉水量，各地不同，必須實地測驗，方能精確。極盼政府於最短期間，設灌溉實驗場於各省。詳細測驗灌溉水量，並徵集資料，作有系統之研究。將來研究結果，統計頒佈，指導農民。行見資料因研究而益富，農產因灌溉而益增，國計民生胥於是賴焉。

# 中國稻作栽培期間簡明表

.....表示早季稻栽培期間  
 -----表示晚季稻栽培期間  
 - - - - -表示一季稻栽培期間

一季遲種區域 (粳稻區域)	一季尋常區域 (秈稻區域)	一季早種區域	二季並行區域	二季尋常區域	二季早種區域	節氣	月份(陽歷)
						小寒	一月
						大寒	一月
						立春	二月
						雨水	二月
						春分	三月
						清明	四月
						穀雨	四月
						立夏	五月
						小滿	五月
						芒種	六月
						夏至	六月
						小暑	七月
						大暑	七月
						立秋	八月
						處暑	八月
						白露	九月
						秋分	九月
						寒露	十月
						霜降	十月
						立冬	十一月
						小雪	十一月
						大雪	十二月
						冬至	十二月

# 美國西部灌溉計劃十年平均灌溉水量一覽表

(載在 Proceedings of the A. S. C. E., Vol. 55 Nos.1-5)

號數	計	劃	州名	灌溉面積 英畝	渠道系統 供給面積 英畝	幹支渠 英里	兩渠 英里	土質	田間灌溉水量深度 英尺 10						
									一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月
1	Belle Fourche		S Dakota	45,164	74,569	547	58	黏					0.07	0.25	0.40
2	Boise 1		Idaho	145,616	163,667	1004	37	鬆				0.16	0.73	0.78	0.89
3	Corlsbad		New Mexico	22,535	25,000	48	11	中	0.04	0.06	0.09	0.51	0.29	0.28	0.37
4	Grand Valley 2		Colorado	10,139	29,000	180	7	黏				0.14	0.69	0.78	0.81
5	Huntley		Montana	19,406	32,540	232		中					0.12	0.28	0.51
6	KingHill 3		Idaho	6,460	16,890	96	43	甚黏				0.31	1.23	1.30	1.51
7	Klamath		Oregon & Col.	43,325	52,396	240	2	中				0.01	0.31	0.41	0.35
8	Lower Yellowstone		Montana	17,540	48,272	202		黏					0.07	0.30	0.51
9	Milk River		"	16,793	63,480	275		中				0.01	0.11	0.22	0.21
10	Minidoko S.side Pumping Division		Idaho	44,945	48,880	275		中				0.06	0.41	0.58	0.66
11	Newlands		Nevada	38,808	65,277	319		中			0.03	0.28	0.58	0.53	0.64
12	North Platte		Nebraska & Wyoming	107,694	161,870	1154		中					0.12	0.41	0.67
13	Okanogan 4		Washington	5,260	7,300	68	39	鬆					0.37	0.42	0.68
14	Orland 5		California	14,554	20,600	135	89	鬆	0.01	0.02	0.11	0.27	0.54	0.57	0.63
15	Rio Granbe 6		New Mexico & Texas	96,847	126,300	485	10	中		0.04	0.18	0.41	0.47	0.49	0.43
16	Shoshone : Frannie Division 7		Wyoming	7,963	20,063	166		黏				0.02	0.29	0.56	0.63
17	Garland " 8		"	32,380	42,000	279	4	中				0.05	0.30	0.57	0.71
18	Sun River : Fort Shaw Division		Montana	7,650	13,902	99		黏					0.16	0.45	0.52
19	Green Field " 9		"	9,867	41,975	190		中					0.08	0.35	0.65
20	Umatilla 2		Oregon	10,970	24,587	173	157	中			0.02	0.52	0.98	0.96	1.07
21	Uncompahgre		Colorado	61,178	95,202	470	11	中				0.39	1.11	1.18	1.21
22	Yaklma : Sunnyside Division		Washington	91,726	102,464	602	125	中			0.01	0.33	0.59	0.57	0.62
23	Tieton "		"	27,607	32,000	335	86	中				0.09	0.51	0.50	0.53
24	Yuma		Arizona & Col.	51,950	64,865	336		中	0.06	0.15	0.35	0.30	0.25	0.38	0.47

計	劃	州名	田間灌溉水量深度 英尺 10							種雨 植量 期英 內尺	種灌 植期 內雨量 及	種植 英 尺	灌 英 尺	種氣 溫 期 內 平 均 度 空 數	各種農作物面積 百分數				水量消費 百分數			
			八 月	九 月	十 月	十一 月	十二 月	總 共	飼 料						五 穀	雜 糧	樹 木	渠 道	消 耗	廢 水	田 間	
1	Belle Fourche		S.dakota	0.35	0.15					1.22	0.86	2.08	0.48	2800	65	62	22	16	33	15	52	
2	Boise 1		Idaho	0.71	0.29	0.04				3.60	0.38	3.98	0.43	2500	62	53	31	13	28	2	70	
3	Corlsbad		New Mexico	0.44	0.20	0.06	0.02			2.36	0.86	3.22	0.06	3100	66	33	4	63	48	6	46	
4	Grand Valley 2		Colorado	0.61	0.35	0.19	0.04			3.61	0.48	4.09	0.27	4700	65	36	24	33	7	43	22	35
5	Huntley		Montana	0.37	0.11					1.39	0.63	2.02	0.37	3000	64	42	34	24	36	30	34	
6	KindHill 3		Idaho	1.48	0.97	0.20	0.01			7.01	0.35	7.36	0.41	2750	64	75	7	11	6		53	
7	Klamath		Oregon & Col.	0.30	0.05					1.43	0.18	1.61	0.68	4100	60	77	21	2	39	9	52	
8	Lower Yellowstone		Montana	0.35	0.11					1.34	0.71	2.05	0.33	1900	64	45	33	22	44	21	35	
9	Milk River		"	0.07	0.02	0.01				0.65	0.91	1.56	0.18	2200	58	73	22	5	36	19	45	
10	Minidoka S.side Pumping Division		Idaho	0.56	0.27	0.02				2.54	0.53	3.07	0.32	4200	59	50	28	2	39	3	58	
11	Newlands		Nevada	0.46	0.28	0.06	0.02			2.88	0.25	3.13	0.15	4000	59	85	11	4	41	14	45	
12	North Platte		Nebraska & Wyo.	0.65	0.38					2.23	0.81	3.04	0.47	4100	66	36	26	38	43	8	49	
13	Okanogan 4		Washington	0.68	0.45					2.60	0.42	3.02	0.51	1000	63	9		3	88	29	71	
14	Orland 5		California	0.57	0.40	0.04	0.01			3.17	0.37	3.55	1.02	250	70	53	5	19	23	27	9	64
15	Rio Grande 6		New Mexico & Texas	0.42	0.30	0.10	0.03	0.02	2.89	0.60	3.49	0.06	3700	66	37	8	53	2	32	39	29	
16	Shoshone : Frannie Division 7		Wyoming	0.46	0.19	0.04			2.19	0.39	2.58	0.11	4150	60	72	17	11	42	21	37		
17	Garland " 8		"	0.50	0.21	0.03	0.01		2.38	0.33	2.71	0.09	4400	59	59	28	13	38	7	55		
18	Sun River : Fort Shaw " 9		Montana	0.36	0.04	0.01			1.54	0.60	2.14	0.23	3700	58	75	20	5	36	26	38		
19	Green Fields " 9		"	0.13	0.01	0.06			1.28	0.65	1.93	0.28	3700	57	23	75	2	31	22	47		
20	Umatilla 2		Oregon	0.96	0.44	0.06	0.01		5.02	0.35	5.37	0.40	470	60	85	1	6	8	32	18	50	
21	Uncompahgre		Colorado	0.92	0.63	0.32			5.76	0.55	6.31	0.26	5500	61	47	25	25	3	13	10	77	
22	Yaklma : Sunnyside Division		Wash.	0.60	0.39	0.18			3.29	0.21	3.50	0.27	800	63	57	7	21	15	23	7	70	
23	Tieton "		"	0.53	0.35				2.51	0.16	2.67	0.44	1500	62	44	12	11	33	24	2	74	
24	Yuma		Arizona & Col.	0.43	0.28	0.19	0.08	0.07	3.01	0.33	3.34	0.33	120	72	39	3	58	14	58	28		

附註：

- 1924及1926兩年水量記載不確未算在平均數之內
- 用1916-25資料平均
- 用1921-27資料平均
- 用1921, 1923, 及1925各年資料平均
- 1918, 1920, 及1924各年水量記載不確未算在平均數之內
- 用1919-26資料平均
- 用1922-26資料平均
- Frannie區水量係由Garland區總渠輸送故表中Garland區水量消耗數目太大
- 包括1919-1926記載
- 除特別註釋外所有資料均係1917-26十年平均數

參攷書

- 新中叢刊灌溉新編
- 國立中央大學農學院作物研究報告第一冊
- 國立中山大學農科學院專刊第一號水稻灌溉水調查報告
- Irrigation Engineering, Davis and Wilson.
- Irrigation Practice and Engineering, Etcheverry.
- Proceedings of the A. S. C. E. Vol. 55, Nos. 1-5.
- American Civil Engineers' Handbook.
- Irrigation Pocket Book, Buckley.

# 灌溉建築物概要

黃懷植

灌溉工程上所需之建築物，舉其大要為渠道，蓄水庫，與堰壩三種。分別略述其大概於後。

## 一、渠道

### 甲 渠道之容量

灌溉渠道所必需之容量，苦難嚴格確定。但渠道之容量，為設計之前提。決定之法，唯有研究節制灌溉水之三要素：

1. 灌溉面積之數，
2. 水之功績，
3. 滲透耗水之情形。

決定此三要素之時，或參證已往之記載，或審度當地之情形，務須詳細察辦，以求合理，以免發生乖誤。既經決定之後，則渠道之容量，即可以下列公式計算得之。

設  $c$  為所求渠道之容量，以每秒立方呎計；

$a$  為灌溉面積畝數；

$d$  為十五日內所須平均水深呎數；

$p$  為滲透及蒸發耗水之百分數；

29.7為每秒一立方呎之流量於十五日內所成之功績，以畝呎計。

$$C = \frac{a d}{29.7} \div \left(1 - \frac{p}{100}\right);$$

設計之時，為防止各種假定記載之差誤起見，常於計算所得之結果外，稍加若干成，以保安全。因風雨之侵蝕，動物之踐踏，常使渠岸崩陷，渠身淤塞，以致容量亦不得有變遷也。

### 乙、渠工計劃

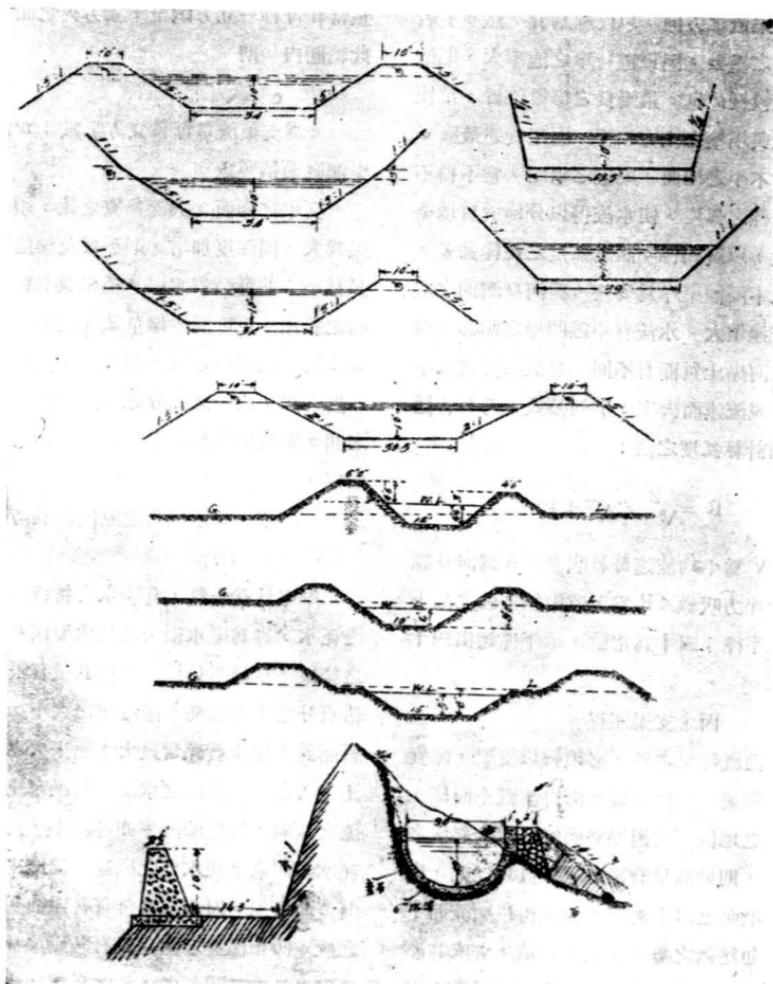
渠道之位置及其工程之計劃，因自然環境之不同，可分為二期：一為水源充盈之區，水量超過於灌溉土地之需要量，故渠道坡度，必減至最小，使能灌溉全區而不致延長渠身。二為水源不足，水量少於灌溉土地需要量之區。因之渠道坡度，須增至最大而後可。在第一種情形時，渠道之斷面，須有較大之水力半徑(Hydraulic Radius)，因在平坦之坡，可得一較高之流速。矩形河槽之深為其寬之半時，其水力半徑為最大，故流速亦最高。梯形河槽無一定之規律，當其深為底寬之半時，則其量為最大。最有效之斷面，在工費節省，而流速又最高。但土地之價值，及水流含沙量諸情形，尤當注意及之。在第二種情形時，陡削之坡度，可得最大之流速，

但以致侵蝕渠岸為限。若遇岩石沙礫之地，則可增加坡度，因之流速增高，而斷面積即可縮少，藉以經濟土石方之工程。但經過沙礫之處，滲透耗水甚巨，故常用水泥敷砌渠身，以資補救。因之渠面光滑，流速更高，故斷面益可縮小。由縮小斷面而節省之經費，雖償水泥敷砌之所需亦有餘，故渠道經過岩石沙礫之處，常採用之。

土渠常利用其挖出之土，堆築兩岸。最經濟之斷面，挖出之土，適可供堆築岸壁之用，而仍餘百分之五至十，以備土粒

收縮之消失。在平坦地面，淺而寬之渠道，常較深而窄者為經濟。滲透耗水量，約與渠道潤溼面積成比例。故在同一土質之渠道，寬闊者之滲透耗水量，常較狹窄者為多。

渠道兩岸坡度，須較土質靜止時所成之自然坡度為平坦，以免泥沙之傾陷。普通為水平二與垂直一之比。深處或土質較堅硬處，比例可稍小，為一又二分之一與一之比。岩石之處，岸壁牢固，兩岸坡度，更可峻削。下列數圖，表示普通渠道之斷面。



各種渠道断面圖

渠道之方向，以直線為宜，然並不若鐵道之重要，因鐵道行車之速率大，渠道水流較緩故也。最優良之渠道位置，當使挖掘與填築之土方相等，而工費亦最廉。起伏不平之地面，渠道之線路，常不得不有各種之弧度，使水流得以分佈於耕地全面積，以廣潤澤。關於弧度之規律甚多，然以不侵蝕渠岸為安全。因河身彎曲之處，流速增大，水流有沖蝕凹岸之傾向；但每因河岸土質而有不同。是故弧度之大小，當視流速而決定。下列公式，乃為普通土壤計算弧度之法：

$$R = V^2 \sqrt{A} + 40$$

V 為平均流速每秒呎數；A 為河身斷面積平方呎數；R 為渠道中線外弧之最小曲線半徑；四十為常數，示半徑超出四十呎者。

#### 丙、支渠工程

灌溉幹渠之外，必須輔以支渠，俾資脈絡相連，縱橫相接，而得灌溉全面積，支渠之地位，常因地勢而定。高低起伏之地面，則於高阜脊嶺之處，貫以支渠，復自支渠而連以小支渠，使水得以順流而下，有如建瓴之勢。支渠之容量，常依其灌溉之面積而定，普通流量當在每秒十立方呎之下。但每灌溉六十畝之面積時，其流

量當在每秒一立方呎至十立方呎之間，在此範圍內，則

$$c = \sqrt{a}$$

c 為支渠流量每秒立方呎數；a 為支渠灌溉面積畝數。

支渠之斷面，其深與寬之比，須較幹渠為大，因深度加增，則蒸發及滲透耗水量減小；並可節省水汙，橋樑及其他建築物之費用，更可減少穢草叢生之機會。為安全計，其兩岸之坡，須在三十度至三十八度之間，或一又二分之一比一至二比一之間。至其兩岸高出水面之數，則視情形而定，

#### 丁、渠水損失之原因及其防止之方法

渠岸皆為土質，有吸水之特性；故滲透耗水，實為渠水損失之最大原因。蒸發之結果，水分不免損失，但其量有限，約佔百分之十而已矣。滲透率之大小，因土質而異，粗沙石礫為最大，肥土次之，粘土更次之。挾泥沙之水流，有淤塞土壤孔隙之傾向，因之滲透率亦可減小，此新渠耗水多而老渠耗水少之故也。滲透率常隨溫度而增加，因水流常含有普通油類粘性之故。防止滲透之法，惟有敷砌渠身，但敷砌渠身之功用甚多，並非僅為防止滲透而已。其顯著之功用有五：

1. 防止水分消失，即防止滲透之耗水。
2. 避免下流河岸被水沖擊而陷落。
3. 避免水分浸透耕地，毀損肥料。
4. 預防高流速之侵蝕河床。
5. 減少磨阻力，因之可以縮小斷面，節省土方工程。

敷砌之法甚多，有用亂石或磚塊堆築者，有用木材或其他材料者，但普通則用洋灰三合土。如渠身有極長之填築，土粒不免有收縮陷落之虞，因之所敷砌之水泥，常易破裂，故當先以木料代之，及至木料腐朽，渠身渠壁，皆已牢固，復以水泥敷砌，實為至便。當地下水含有侵蝕水泥之鹽類時，則亦用木料以代之。水泥敷砌之厚度，自二吋至四吋不等，接縫處約自二十呎至四十呎之譜。敷砌之時，以天氣寒冷為宜。或亦有用鋼筋水泥者，更可免突裂之患。

#### 戊、渠工之附屬建築物

渠工之附屬建築物甚多，名目繁瑣，功用互異。至其結構之複雜，設計施用之方法，更須待專門詳盡之研究。茲以篇幅所限，僅分別列其大概：

##### A. 節水工程之建築物：

1. 渠口處之工程 (Headworks)
2. 分流閘 (Turnouts)

3. 溢道 (Spillways)
4. 滙及擋壁 (Drops & Checks)
5. 水槽 (Chutes)

##### B. 排水岔道工程之建築物：

1. 上水槽 (Flumes and Superpassages)
2. 倒虹吸管 (Inverted Siphons)
3. 涵洞 (Culverts)
4. 水管 (Pipes)

##### C. 公路岔道工程之建築物：

1. 公路橋樑 (Highway Bridges)
2. 鐵道橋樑 (Railway Bridges)

## 二、蓄水庫

蓄水庫所以調節水流，供應所需。並可防止供過於求時水量之浪費，儲作求過於供時之需用。建築蓄水庫以為灌溉之用者，首當利用天然優良之地形，務使蓄水量甚巨，而建造工程之經費極廉，方稱經濟。

#### 甲 蓄水庫址之種類：

蓄水庫址因地形之不同，可分為四類：

1. 天然湖泊：天然湖泊為最優良最經濟之蓄水庫，僅須建築閘門或堤壩，操縱其出口，即可儲蓄巨量之水，以供農田之灌溉。
2. 天然河流：天然河流，亦常用之以

作蓄水庫，但因節流工程之建築，每足影響河流之安全，故計劃之時，尤須注意於洪水量之排除。若以其蓄水量而言，則工程之經費甚巨，而所得有限，不可稱為經濟也。

3. 低窪盆地：低窪盆地，距天然河流較遠之處，無論其有山谷，或在平原，皆可用之以建蓄水庫。其水源之供給，則鑿渠貫通天然河流，導水入庫，以供應用。

4. 人工蓄水庫：人工蓄水庫，乃由人工開鑿，利用其挖出之土，建築岸壁而成。此種蓄水庫每單位量水之經費甚巨，除飲用及灌溉圍壅之外，鮮有用之者。

#### 乙、蓄水庫址之選擇

蓄水庫址之種類，既如前述，則選擇地址建造蓄水庫之時，自當按各地之環境，順自然之形勢，而取其最經濟而便利者。普通選擇之條件有四：

1. 與灌溉地之關係，
2. 與水源之關係，
3. 庫址之地形，
4. 庫址之地質。

選擇之前，當憑個人之經驗與判別力，而取一最相宜之地位，從事測量。庫址之高度，宜超出於灌溉地面之上，使水得以藉重力作用，流溉全面積。更宜地處衝要，有潤澤充分水源之機會，以免導注之

勞。利用天然河流建造之蓄水庫，尤宜注意其流澆距離之遠近，而計其傳遞耗水之損失。水庫若能鄰近灌溉之地，則施水時既可節省時間，又可免傳遞耗水之損失。庫址之地質，對於水庫之效率，尤關重要。同斜之山谷，為最優良之庫址。因地層向山谷傾斜，則山面雨水，皆得滲透而流入庫中，故能增加水量。火山爆發後，其噴出熔石所成之地層，疏鬆輕軟，易致滲漏，石灰岩及含石膏之地層，每易沉陷剝落，更不宜用之建造水庫。岩石之處，建造水庫之工程甚大，雖岸壁堅牢，但所費不貲，亦不經濟。

#### 丙、庫址之測量

選擇地址，建築水庫，估計其價值，及其容量與建造之經費：首當施行庫址測量。舉凡地形，坡度，土壤及直流等，無不屬之。關於流量及歷年洪水水位變遷之情況，皆可徵詢本地年長有經驗之農民，以作參證。蒸發對於水庫水量之盈虛，亦頗有關，故當作相當之測驗，至於測量之方法，則須按照情形而定。普通則用平板儀測量地形，構成地形圖，以為設計之根據。

#### 丁、水庫出水道

水庫出水道之設備，種類不一，普通則於壩身貫以水管，使水得以流出。但水

流經過水管時，難免有沖刷泥沙，危及壩身之弊。水庫之容量大者，其水管則用混凝土製成，小者則用生鐵管亦可，間亦有用木管者，然頗易腐朽，故不安全。埋設水管之時，宜選擇土質堅密或石層之處，掘成渠形，將混凝土管直接澆製其上，務使底面邊面與地層緊貼嚴密，上層敷以土石，夯棧堅實。水管外邊，更宜護以寬厚之水泥環，以禦外來之壓力，而保安全。節制水流之活門，須安設於水管之上端，並加以相當之設備，以便操縱。

### 三、堰壩

壩為橫貫河中之建築物，藉以引水或積水之用，其頂可以透水者，則稱之為堰。河工中之所謂丁順諸壩，與此章所述者，微有不同，不可混為一談。

壩之形式雖多，但其安全之條件則一，普通可分為四項：

1. 壩基壩墩須完全不透水，並足支持壩身及各種之壓力。

2. 須能防止壩基及壩身內部接縫處滑溜之危險。

3. 須能防止傾倒之危險。

4. 壩身及其與壩基壩墩接縫處，須完全不透水。

壩可依其功用之不同，而分為二類：即引水壩與蓄水壩是。引水壩用以攔阻水

流，抬高水位，使水流引入支渠或水管，以供發力及灌溉之用。蓄水壩大半用之於蓄水庫，攔阻過量之水，儲作缺水時之需用。茲將引水蓄水二壩，分別述之：

#### 甲、引水壩

專用引水導流之壩，其頂皆可透水，故即為瀑布式之堰。普通常用木材石料或混凝土建造，以禦水流之衝蝕。引水壩之形式甚多，通常為：

1. 木壩：木壩為最古之壩，式樣甚多，古時則用木椿埋入河床，橫貫河面，每椿相間七八呎，略向上游傾斜，於其交叉處連以橫木，縛以繩索，如是而成一橫貫河面高約三四呎之木籬。將樹枝編織成籬，緊縛於木籬上游之面，下垂石塊泥沙，使之堅實，則壩成矣。更於下游基部，堆築巨大塊石，以禦湍流之衝擊。近世改良之法，則用機器打樁，以節工費，但木料時溼時乾，易致腐朽，故有將混凝土與木料合建者。壩基長期浸水之處，則用木料，上部及壩墩則用混凝土。

2. 矩形樁堰：用木樁二列，埋入河床，橫貫河面。每列相距約六呎，每樁相距約二三呎。復於其間打入排樁一列，以防滲漏。更於其上部釘以木板，成一矩形木函，然後填以石礫泥沙，使之堅實。普通高度皆在八呎以內，上游常截留泥沙，形

成天然之屏障。洪水位甚高之河流，壩身易被沖毀，故不適用。

3. 空堰與實堰：實堰堰身充實，洪流經其頂，僅刷水門處稍有空隙，餘均固實。空堰則刷水門處及內部皆為空隙。實堰為自動堰，若建造完善，則修理保養之費甚廉，惟能積聚泥沙，改變河槽，是其劣點。空堰則適相反。

4. 臨時堰：臨時堰用於河床河岸常易變遷之河流。架木框於河底之木樁上，盛以沙石即成。

5. 滾水壩：滾水壩為一種活動壩，係德人所發明。有鋼製之轉機，可以自由旋轉，以便宣洩。壩基為混凝土製，常呈S形。各種啓閉機械，結構繁複，應用靈便。其優點為拱度寬，橋墩少，不致攔阻水中浮積物；啓閉敏活，緊密完固，不致漏水。

6. 函壩：函壩為木框盛石，用長木相連而成。框為矩形，底面約為十二乘十六平方呎之譜。框底須緊牢壩基，若為石質，則沿至河槽深處，並可用排樁以防漏水。壩身上游面，宜成四十五度角，並鋪以木板，使不漏水。下游面坡度宜緩，以順水勢，河底更宜鋪以石塊石礫，以防湍流沖陷河床，若壩身甚高，則下游面常砌成階級形，以殺水勢。

7. 酒壩：酒壩能使河床整齊有律。蓋急湍之下，必有深潭，河之深淺，多不一律也。酒壩為一種橫建築，建於河底之深槽內，其頂部之高度，較標準橫澗面之底稍低，以不妨航行為要。酒壩之前，淤積極易，河床之墊高較速，惟壩之距離，不宜過大耳。

#### 乙、蓄水壩

蓄水壩以其構造材料之不同，可分為四類：

1. 土壩
2. 碎石壩
3. 鋼壩
4. 石工壩

各壩又可支分為數式。普通選擇壩式之標準，不外以經費為原則，其要素有三：

- a. 建築應用材料之性質，
- b. 壩基壩墩之性質，
- c. 壩之長度與高度，

若壩址為岩石層，而鄰近又無相當土料可取，則不宜土壩之建築。山谷石層之地，石質堅韌，堪作壩基壩墩之用者，則宜建築拱形石工壩，經費既省，而工程又較安全。若山谷寬逾六百呎，則拱形石工壩之工程艱重，採用碎石壩，較為適宜。若壩之長度甚大，而土料採取極易，則建

造土壩，允稱經濟而安全。若高度甚大，則石工壩亦可採用，惟與土壩相比較，須稍費研究耳。

各壩有各壩之形式，建造方法，亦不相同。關於土壩者，共有三式：

1. 壩之中部用泥沙舂實或用塊石砌築者。

2. 壩之中部及其向水面用不透水之精料建造，背面則用粗料堆築者。

3. 壩之全身，皆用同一性質不透水之工料建造者。

土石水泥，皆有吸水及透水之可能，故所謂不透水者，乃相對而已矣。土壩工程中最重要之部分，厥惟基礎。壩基不固，非但易致滲漏，且有傾倒全壩之危險。建造基礎時，首須除去地面浮土及穢草，深掘縱溝數列，然後可使工料與土質相緊密，不致發生裂痕，以貽後患。若遇壩基有泉水之時，更宜詳加探驗，或堵塞之，或用管導之他流皆可。至於壩之坡度，則以平坦為佳，因土質為水分所飽和，每易坍塌。故壩之向水面，務須建造嚴固，不致發滲漏，其坡度普通為一與三之比，下流則為一與二之比。坡度既緩，則水壓力與坡面之垂直分力，大於其側分力，故壩身更形穩固矣。坡面常易被波浪所沖蝕，保護之法甚多，或築以疊石，或砌以石片

，或敷以水泥，皆視各地情形之利便，而定取捨之標準。

碎石壩常與土壩互相為用，於向水面築以土壩，背水面築以碎石壩；然其縫處務須緩和，以防滲漏。壩址附近，若土料不易多得，則可純用碎石堆築，僅向水面敷以泥沙，以避滲漏，若此少數之泥土亦不可得，則防止透水之法，勢必他圖。普通則鋪以木板，將縫膠固，連繫於石中預置之木料上。木板須用油漆或他種材料塗製，以防腐蝕。並須不時察視，常加修理。亦有用銅板以防透水者，但縫處須預留膨脹之餘地，並加以防止養化之保護。有時於壩之中部砌以石牆，亦可得不透水之功。

鋼壩為近代之新興建築物。前之壩壩用木料或水泥者，今則亦可用鋼鐵建造矣。壩之向水傾斜面，用鋼架支撐，上敷銅板。銅板常鋪成半圓筒形，凹面向水，如是則銅板所受之水壓力為伸張力，適與鋼架所受壓縮力相反。但鋼板須加以相當防腐之保護，以免銹蝕。至其建造之經費，亦頗經濟，而堅牢之程度，更稱安全。

石工壩依其構造材料之不同，可分為四式：

1. 塊石壩，用洋灰三合土層疊砌築。
2. 疊石壩，用洋灰三合土或混凝土砌

築。

3. 石塊混凝土壩。

4. 混凝土壩。

若石料極佳，則塊石壩僅需用最少量之三合土，即可得最大之重量，因之抵抗壓碎力亦最強。惟其為層，蓋砌築，接縫處恐不甚堅牢，水平層之剪力尤弱，且修整石塊之工程甚費，故除三合土之價值甚昂及需要美觀之形式外，鮮有採用之者。蠻石壩需用較多之三合土，較少之勞工，故若非三合土之價值甚昂外，則遠較塊石壩為經濟。且其為亂石雜疊，固為一體，因之剪力極強，崩裂之機會較少。故石料充盈之區，常採用此壩，以其堅牢而經濟也。石塊混凝土壩係將大石塊拌置於混凝土中而築成之壩。其與蠻石壩所異者，一則為多用石料，一則為多用混凝土而已。此壩需用人工較少，在普通情形之下，最為經濟，故近今採用之者亦日取廣。混凝土壩用於石料缺乏之地，若用鋼骨建造，則重量既輕，而堅牢穩固，亦不避於其他各壩。

石工壩更可依其計畫之不同，而今為

二類：

1. 重力壩之堅穩，完全賴其重量而支持。

2. 拱弧壩；壩之堅穩，完全賴拱弧之作用，將水壓力傳至壩墩。

完全依賴壩身重量而穩定之重力壩，往往不甚安全，易被水壓力所傾陷。故設計時，常使呈弧形，而利用拱弧作用，以抵抗水壓力。但有時壩身只能成直線形，不能起拱弧之作用，而仍能安全者，端賴其重量之故。是壩身之重量，足為穩定之條件，乃無疑義。多數高大之重力壩，理論上之設計雖已安全，常加築拱弧工事，以保穩固。至於各壩建造之計劃，有待乎詳細之研究與夫精密之討論，茲以篇幅所限，不復贅述。

本篇參考書籍：

Devis and Wilson ; Irrigation  
Engineering

Bowie ; Practical Irrigation

鄭權伯先生所編水功學講義

## 菲利濱羣島之灌溉

陳澤榮

菲利濱灌溉事業，在千百年以前，即有世界著名之偉大建設。近二十年來，經政府經營規劃尤有長足之進展。查萬國工業會議論文中，菲利濱灌溉總工程師高得司氏所撰一文，敘述頗詳，茲擇要譯出，以備參考。

### 歷史之簡述

菲利濱灌溉之歷史甚古，遠在一千五百二十一年西班牙人入境以前，已早於山谷丘陵之處植稻灌溉。西班牙統治時代，灌溉事業，更為發達。在十八十九兩世紀，有偉大之建設，總計工程費為六百萬比沙，（一比沙當美金半元）灌田約二萬七千公頃，其他之小規模工程，亦到處皆是。自美人統治以迄於今，灌溉面積，更見增加。最近二十年來，由私人之經營，廣袤沙漠之區，已多施行灌溉。一九〇七年政府開始舉行有系統之研究。在一九一四年以前，灌溉區之由政府興辦者，只有兩處，而在過去十年以內，建設完成之區，其有十四處之多。連同正在興辦之工程，總計可灌地九萬三千公頃，工程費約二千八百三十萬比沙。

### 灌溉事業之發展及農作物

按一九一八年調查，菲利濱共有四十七萬一千九百九十四農場，其中施行灌溉者佔五十九萬九千零四十三公頃。自一九一九至一九二八年，政府關於批准水權之案，計有一千六百一十九件，灌溉一十一萬六千五百四十九公頃之地。總計現在灌溉面積，共為七十一萬五千五百九十二公頃。

灌溉區內之主要農作物，為稻，間亦有種植煙草、玉蜀黍、甘蔗、以及蔬菜之類；惟均在種稻以後。種大椰子之屬者，則不多見。一九二七年統計種稻之田，有一百八十萬七千六百公頃，施行灌溉者約為百分之四十。

### 工程之性質

多數之灌溉，專恃山溪小澗之水以資灌溉，其給水甚不可靠，故建築臨時堰壩，導引河水，以資澆灌，惟引水於河得豐富之水量者，其工程亦較為垂久。

### 灌溉之制度

中呂宋平原與北呂宋西部濱海一帶之灌溉區，其組織多隨本地之風俗習慣而各有不同，大要可分為三類：

一、私人制 此類灌溉區之建設費，完全為地主所擔任，其利益亦即以地主個人為前提。此種制度，最為普遍。而尤以在呂宋省之中北部為特別發達。

二、營業制 區內溝渠並非地主自行開鑿，乃由他人集資辦理，專以營利為目的者。此類在依諾可斯落特 Ilcosnote 省引水於 Vitar 弗塔河之灌溉區為最多。其工程之保養，亦由溝渠所有者擔任，地主但割讓其田地三分之一至二分之一於溝渠公會，以享受用水之便利。

三、團體制 此類之工程建設與保養，均由受益之地主公同辦理。并自行選舉職員，組織灌溉公會，以司管理指導之責。其下設有督察與溝渠巡防隊，按照溝渠之多寡，面積之大小而分配。水量缺乏之時，則採用輪灌方法。地主無需納費；惟在督察指派之下，地主與其租戶有修理堰渠之責任。其工費，則依照各個灌水之面積比例分擔。

#### 特別灌溉工程

非政府建設之灌溉區，就其工程方面觀察，而建築在千百年以前者，可分為以下兩種：

一、古代灌溉工程 此種工程，係北呂宋之非基督徒所建造，用以灌溉山坡間之梯田。工程之偉大，可與埃及之金字塔

，中國之長城並稱，其技術與計劃之精巧，較之羅馬溝渠殆有過之無不及。梯田起自由谷，沿山坡而上，以至能得水之處為止。最高者，在山谷以上約一千尺，面積約二千五百公頃。此非有千年以上繼續不斷之努力，曷克臻此。

二、教產灌溉工程 菲利濱灌溉工程之最完善，而規模最大者，莫如西班牙主治時代之建設。其灌溉之地，以前均屬教團產業，多在喀維得 cavite 涅格拉 Laguna 布拉罕 Bulacan 等省共計面積約二萬七千七百公頃。若照現在估計，其工程費應需六百萬比沙。但當時建築，除特別部分每人日付工食二十五至五十生他佛（每一百生他佛當一比沙），大部均不給工資。

#### 壩之構造

壩式之引水壩，就其現狀言之，其堅固穩定，並不減於近代之建築。各壩無引水渠道，與操縱流量機關，形狀多不一律。下遊坡度普通為○·五與一之比，其側面或為直線，梯階以及S形嵌線種種。甚至為直面，而頂取弧形底加墊基者。如為梯階式，其磚石均平鋪。自底至頂，每層厚均相等，通常為四十公分。膠泥多用白灰，用水泥者殊鮮見。但壩漏絕少，間有發生由於地震者，然壩身並無損傷。就此觀之，地震於壩似無重大之影響。

### 水洞及渠道

每壩之上，穿鑿山洞或石渠，以輸水達於總水溝。水洞之斷面，大都相似。其寬自一百二十公分至二百一十五公分，高自一百五十公分至二百一十五公分。洞線極少規則，惟進口鑿為弧形，是為慣例。

### 水之使用

境內河湖川澤之水，任何人皆得享用。惟經行政機關核准，或有二十年習慣使用者，方為水權之取得。水權之批准，先由灌溉會議委員五人提請商業交通部審查，並須經過四星期之公告，方得辦理批准手續。水權屬於土地；但繼續五年不用水者，即作為水權之喪失。

### 政府之興辦灌溉事業

菲利濱政府為謀生產之增加，以及預防災害起見，於一九〇七年決定劃撥二十五萬比沙，以為興辦灌溉之用。一九〇八年復經法律第一八五四號之規定，每年劃撥七十五萬比沙為永久經費。自是搜集資料，舉辦測量，將全國灌溉事業，作有系統之研究。五年後，完成計畫兩種。約需經費一百一十一萬六千六百比沙。至一九一四年因實行緊縮政策，各項指撥之款，均歸撤銷，一切測量設計，不得不暫停。迨一九一八年始恢復原狀，實行建設。

查菲利濱米糧輸入，自一八九九年

至一九一八年，共為三百七十一萬二千六百零三公噸，約值菲幣二萬萬五千二百七十二萬四千五百三十三比沙。即每年平均有一十八萬五千六百三十公噸之輸入，一千二百六十三萬六千二百二十七比沙之漏卮。是必有三十三萬公噸灌溉稻區之出產，方足以資抵制。惟以限於經濟，一九一九年之計畫，亦僅能灌一十六萬公噸之地，其餘仍賴私人之投資，以期面積日增也。

### 工程費

自一九一八年政府撥用於興辦灌溉之款，總數已達三百三十萬比沙，一九二三年復發行二千萬公債，實得一千九百一十二萬三千五百四十三比沙。其利息為百分之五至百分之〇·五，規定一九百四十一年八月一日為還本之期。統計政府興辦灌溉事業，已經用去之款，包括一九〇九年至一九一三年之一百一十一萬六千六百比沙，共為二千三百五十四萬一百四十三比沙。

### 計畫之規定

凡灌溉區於建設完成之後，受益地主，能繳納一切費用者，由政府興辦，惟計畫須適合於以下之規定：

- 一、灌溉區須適宜於種植者。
- 二、工程須算，每公頃須少於二百二十比沙者。
- 三、灌溉區須在人口稠密之地，以及運輸

便利者。

四、計畫中不宜有不定之艱難工程，致實際超出預算甚鉅者。

以上各條，雖係規定。然實有少數計畫，事實上並未能完全適合。亦有因工程困難，不能預料，仍超出核准預算者，惟多數工程，尚能適合於以上規定。

#### 灌溉區之種類

菲利濱灌溉區，依照法律規定而為政府興辦者可分為以下數種：

一、灌溉區之工程；係政府完全用國庫建築，而受益地主專任繳納管理保養等費者。各島間以屬於此類之灌溉區為最多。

二、灌溉區之工程，由政府辦理，其建築費市政機關任三分之二，國庫補助三分之一，而受益地主，每畝年納二比沙之捐費者。三比加 Zamboanga 省之 Ayala and Santa Maria 灌溉區屬之。

三、灌溉區之工程，係由政府用特種款項以建設者。塔那格 Tarlac 省之 San Miguel 灌溉區與奔給義得 Bunguet 省之 Trinidad 灌溉區屬之。

#### 計畫之決定

興辦灌溉區，須先從地形測量着手。測量完竣後，如水源流量充裕，即自選定之引水點以決定施灌之面積。如流量甚小；必需繪製灌溉水量曲綫與水源之流量曲

綫圖比較決定之，其工程預算，均根據於各部之設計。凡堰、壩、幹渠、支渠、滾水壩、分水、沉沙等各項重要工程，悉表明於地形圖之上。並分別詳細設計，繪具縱橫各斷面圖。其次要者即以已辦之相似工程為標準，估定價格。一種工程之經費預算，普通分為以下數項：（一）引水工程（二）渠道工程（三）給水工程（四）渠道兩旁（五）地畝測量（六）辦公處及電話設備（七）開辦費（八）經常費（九）預備費

#### 關於各種灌溉計劃之處理

一、屬於國庫開支者 一種工程計劃完成，先由總工程師報告土木工程局局長，經其同意後，乃提請商業交通部按照法律執行准撥之權。其經部批准之計劃，即有關於以下各項之公告：

（甲）計畫中所灌溉之田畝

（乙）每公頃每年所徵收之費

（丙）准許人民在公告後九十日以內提出抗辯

以上各項，除在政府公報每星期一次繼續登載四期外，並用英文西班牙文以及當地文字揭示於有關係各市鎮，以及公眾地方；並將工程計劃圖附送一份，存於當地市政機關，以備公眾就近查考。

公告後九十日以內，凡在灌溉區以內

地主，對於工程之建築，地畝之範圍，費用之徵收等，如有異議，得提出意見向土木工程局呈請轉呈總督。督署收到呈訴以後，仍發交當地政府，擬具辦法，呈由總督核定批示。如計劃有應修正之處，亦即將修正各點公布週知。但如灌溉區一半之地主，或區內地主四分之三之反對，其計畫撤銷，即無須總督之裁決。如過期無異議者，或有意見，而經總督之裁決修正者，即行籌款招標，開始動工。

二、屬於省市而由政府補助者 凡發端於省市而與政府有關之灌溉事業，如其計劃不違反政府之規定，即就有關之省市籌款興辦。惟計畫之屬於省者，依照法律第二七五三號之規定，須先得內務部核准，方能撥用道路橋樑之收入。其屬於市之灌溉計畫。須先經商業交通部批准，而工程款則向內務部呈請指撥。

三、屬於私人而政府補助者 工程之發端於私人者，其測量調查等費，均由地主担任。其計畫經商業交通部核定，即由地主自行籌款興辦，惟政府補助費，以價百分之五十為標準。但每處不得超過五萬比沙。公家墊款，以利息百分之四計算，於二十年以內還清。

#### 渠道及其他工程之設計

所有渠堰閘壩以及其他關於引水給水

諸工程之設計事項，統歸土木工程局設計組辦理，由總工程師與局長核定。渠道以及各種工程之容積，普通一律以每秒每公頃灌水一、五公升為標準。在大渠固不免有滲漏之損失。但為調製土壤期間，有豐富渠中之水量供給起見，小渠以及其他工程亦與大渠取同之一容積。在紐伐挨西哈 Nueva Ecija 省之皮涅能得河 Pinarand-a River 灌溉區之工程，以其土質較為堅實。其需水量定為每公頃一、二五公秒升。

引水工程，普通為重力三合土壩。其高不過三公尺，建造於漏水之基址上。所以不取較高之壩者，其理由有二：

(一) 減少壩上之溢流。(二) 避免壩下動力之危險。引水工程，應有洩水道之設備，其流速為每秒一、八至二、五公尺。普通二、五至三公尺高之引水壩，已能應此需要。並備置儀器測驗壩下及其他建築物之水壓力。以決定滲漏系數。渠道經過泥土或沙泥之地層，兩岸坡度為一至〇・五與一之比。渠道上之一切工程，一律用三合土建築。以前建造水湃，多用印度之鋸口式，最近已定美國墾植局之傾斜式為標準。並加大水墊，增長鋪砌工程，以減少沖刷之弊。關於總閘門與分水閘門設計之預備工作，先用臨時水堰 flashboards 以測定其流量，如其水頭在十公分以上者

，則沉設水孔 orifice 量之

#### 工程之建築

各種工程之建築，普通係包工承辦，而受中央灌溉工程師之指揮監督。規模較小，其建築費不及十萬比沙者，則由省派工程師監造。一灌溉區之建設，其工程普通分三步辦理：（一）開挖幹支各渠。（二）建築引水工程。（三）建築附於渠道上之各項工程。以上規定，係因從前款項不濟，各種工程，不能同時舉辦。在一九二二年發行二千萬公債以後，經濟已較充裕，惟前項辦法，於建築上頗有便利，故至今並未變更。

挖鑿渠道之工具，普通為鑿、鋤、小車、牛車之類在開挖八公尺至十一公尺之渠道，則用挖泥機。手工開鑿堅韌之土層，已覺工作遲緩，甚不經濟。

#### 灌溉區之管理

灌溉區之由政府興辦者，在工程費未還清以前，係由土木工程局管理。迨地主償清墊款以後，由灌溉會議決定，經立法部之批准，始移交灌溉公會接管。屬於市之灌溉區，係由當地之市政廳管理，受益地主，須每年每公頃納二比沙之費，但亦有政府建設之灌溉區，而受市政機關或學校之管轄，或由政府與公司分段保養。其尤特別者，即以前為牧產之區，現由土

地指導員管理。

#### 管理之主要事項

政府灌溉區管理之主要目的，大要不外按照水權，分配水量，保養渠道，使達最高效率，改良輸水方法，以節省水量諸端。土木工程局依照灌溉法之規定，負征收灌溉費之責任；並輔助農戶，利用土地，注意給水，增高產量。以上各點，若再簡單分之，即工程，徵費，農務，三項是也。

#### 關於工程管理之組織與職務

政府興辦之灌溉區，其管理稽查事項，設一專員主持一切。其下：雇用若干員分區管理給水，巡查溝渠，辦理臨時之修補工程等事項，稱為溝渠巡防員。如雇員甚多者，再委派一二員任管理稽查之責，稱為管理員。較大之灌溉區，於水閘幹渠另派員專管，規模更大者，在開辦之第一年，得設置測量員役，以及其他辦公職員。

在開辦時，一巡防員，普通轄三百公頃之地，五公里之渠道。一管理員，平均轄一千九百公頃之地，三十公里之渠道。惟各員之訓練與經驗，將日益進步，則其管轄之地畝與渠道，自亦隨之而增加也。

#### 水量之分配

用水，為繳費水戶應享權利。惟分配水量，則為巡防員最重要之工作。當水量充裕之時，則各渠水門開啓，可依照地畝之面積

，與農作物之種類，按成分配，以供所需。如水源供給，至不及需要百分之五十時，則施用輪迴灌水法。惟灌水期間，不妨儘量延長，使田中水份僅能保持二、五公分至六公分之深為度。如在乾旱之季，則先灌有優先水權之地。再次，及於栽植甘蔗之區，或其農作物需一季以上之成熟者。再有剩水，方以之溉其餘。

閘區水溝，其從官渠引水以至田間者，均由地主自行開挖，保養。惟在通水以前，此種私人之溝渠，均應修理完善，或植有蔬菜等物者，亦宜一律移除，以減少水量之損失。

關於給水最困難且極不一定者，厥惟灌水田地與官渠相距甚遠，而無隴溝之設備。多數地主，視為無關輕重，不願開挖。現已在規劃渠道時，即定灌水田畝與官渠最遠之距離，不得超過一公里。以期減少隴溝，及其長度。

#### 排水問題

多量之水，無適當之出路，積於低窪之區，損傷田地，頗足引起農民之抱怨。故建造多數小排水溝，已為解除農民痛苦之唯一方法。

#### 灌溉區之擴充與改良

現在各區內灌溉田畝，多較開辦時增加。蓋因所有渠道與各種工程之容積，設

計時均以最早年為標準。故普通年歲，即有剩餘水量，擴充灌溉。是以附近渠道田地，均有施行灌溉之機會。其收穫豐富者，即徵收相當之水費，農民亦無不樂從。此外農夫用水知識日豐，水量節省，亦為擴充灌溉面積，減少費用之原因。

#### 灌溉費之徵集

按照法律第三五二三號第九、十、以及十三各章之規定，由國庫開發之灌溉區，關於灌溉費之性質，與多寡，以及徵收方式，可分以下數種：(一)凡償還工程費在四十年以內，而利率為百分四之灌溉區，所徵管理保養等費，每公頃不得超過五十生他佛。(二)凡不償還工程費之灌溉區，而以每公頃繳納工程費百分四之利息，以為常年課稅者，所徵管理保養等費，每公頃不得超過五十生他佛。(三)工程計劃在一千九百二十九年二月二十一日第三五二三號法律通過以前核准建築者，其費照以上計算，每公頃超過十二比沙。此類灌溉區所徵管理保養等費，每公頃不得超過五十生他佛，其常年課稅，即為自十二比沙減去前兩者之和。第二種徵費方法，其目的在減輕人民負擔，兼顧公家利益。第三種辦法，乃為工程有未及預料之困難，而實際超出預算甚巨者。此種損失，大部由政府增加地稅，與其他特種收入抵補之。

### 徵費之程序

各區每年之灌溉費，以第二年八月三十一日為徵解完竣之期。惟經法律規定，在開辦第一年一概免徵，第二年僅徵管理修養兩費，第三年方開始徵收一切應徵捐費。以上辦法，其目的在使農戶得相當之時期，開挖隴溝，選擇種子，練習用水，以及得到農田灌溉各種常識。

### 欠費之處罰

上節規定，每年應繳各費，如延至第二年八月三十一日以後繳納者，另繳百分之十之罰金。在十二月以後繳納者，罰徵至百分之二十。以前法律，原無此種規定；各地士得貪圖蠅利，延不繳付。現特制定處罰條例，以期補救。

### 徵收之經理

法律規定各省市財政機關，有代理土木工程局收費之責任。惟於稅款甚巨之灌溉區，亦得委派專員，由灌溉區以內各職員協助辦理徵收。徵收員須先將所收款項繳解於所在區內之鎮市，然後再行轉解。

### 農務

菲利濱各灌溉區，對於農業教育及運動，極為重視。在一九二五年以後，灌溉機關，均聘用農業專家，指導農務，其工作與目的茲簡單說明於左：

一、施用適當水分 關於農作物之給水，

重在實際觀察，曾經招集地主會議，切實指導。並建議開挖隴溝，使水能得適當之輸送。隴畝間建築四十公分高之土埂，使能得十五至二十公分之水深。

二、選擇種子 此項工作，即在當地選擇一二良種，以公布於衆。種之最佳者，不獨適於人類之營養，其抵抗風蟲以及其他病害之力亦較大。現經選定之稻種為Ramai，極宜種植，在九、十、十一各月灌以適量之水，每公頃能產米二千五百八十至四千三百公斤。然最後目的，仍欲使所有灌溉區，祇用兩三種，以期劃一。

三、防禦稻疫 其工作係在各市鎮舉集大會，以及鄉村學校演講稻疫之重要，及各種有效之防禦方法，並切實宣傳合作之必要。

四、改良耕種 其工作在指示農民，調製土壤，以及早植等種種利益。

五、種植各種旱季雜糧 其工作在使農民推廣種植豆麥煙草蔬菜之類。此種實驗，已能使農民收入增加，土質改良。

以上各項，其實行方法如次：

甲、在各鄉村鎮，招集舉集大會，解釋上述各條，並在各學校講授，以期宣傳普遍。

乙、造成各村鎮之灌溉公會，為實際改善農事之重心。使各會員切實宣傳於普

通農民。

丙、於各村鎮詳列農作物實產之圖樣標本  
；並將其改良結果，用普通文字給示

農民。

丁、用布告及新聞登載，以宣傳農事之進  
步。



# 已經開發之灌溉區

(表一)

灌溉區	類別	省別	開發時間	灌溉面積 (公頃)	建築費 (比沙)	每畝建築費 (比沙)	每畝年收穫量 (比沙)	收費年限	附註
1. Aganao River Irrig. System	Insular	Iloilo	Sept. 1, 1924	6,400	917,000	152.96	11.66	40	
2. Amburayan River Irrig. System	"	La Union	June 1, 1926	4,000	1,156,000	289.00	18.29	40	
3. Angat River Irrig. System	"	Bulacan & Pampanga	July 1, 1926 May 1, 1926	21,000	5,073,789	233.73	15.11	40	
4. Ayala Irrig. System	Municipal	Zamboanga	Feb. 1924	180	17,000	92.80	2.00	--	Operated by Municipal Council of Zamboanga
5. Baruyan River Irrig. System	Insular	Ilocos Norte	July 15, 1923	550	89,000	161.52	8.72	40	
6. Dingras Irrig. System	"	"	Jan. 1, 1923	1,010	130,000	128.20	10.21	40	
7. Natic Irrig. System	"	Cavite	Jan. 7, 1923	680	292,000	431.95	22.26	40	
8. O'Donnell River Irrig. System	"	Tarlac	July 1, 1926	4,000	650,000	144.44	20.24	20	
9. Pilar Irrig. System	"	Bataan	Sept. 1, 1916	170	27,650	162.39	14.94	40	
10. Sta. Barbara Irrig. System	"	Iloilo	Dec. 1, 1922	5,000	632,000	142.70	10.21	40	
11. Sta. Maria Irrig. System	Municipal	Zamboanga	Feb. 1, 1924	430	23,000	53.39	2.00	Ind.	Operated by Municipal Council of Zamboanga
12. San Miguel Irrig System	Special	Tarlac	Aug 1918	4,000	789,000	197.25	Total = 29,000 Yearly		
13. Sibalom-Son Jose Irrig. Sys tem	Insular	Antique	July 1, 1926	3,400	385,000	111.42	12.92	20	
14. Tagudin River Irrig. System	"	Ilocos Sur	July 15, 1925	1,060	375,000	353.16	20.81	40	
15. Talavera River Irrig. System	"	Nueva Ecija	Nov. 15, 1928	9,390	1,108,000	146.84	9.20 2.50	40	
16. Trinidad Irrig. System	Special	Mt. Province	Jan. 1921	200	49,000	20.00	--	--	Operated by Bu. of Education
				Total = 60,500		11,764,360			

在一九二八年建設完成之灌溉區 (表二)

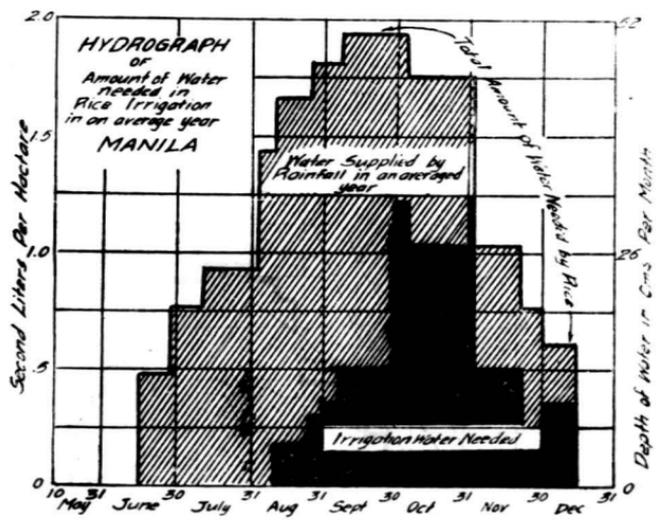
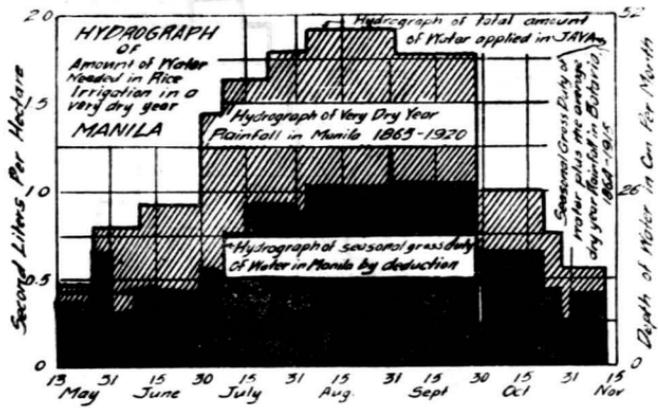
灌溉區	類別	省別	開始建設時期	灌溉面積	工程預算 (比沙)	每公頃每年所得灌溉費 (比沙)	每公頃每年所費年限	備註	
1. Angat River Irrig. System Ext.	Insular	Bulacan	April 1927	4,000	250,000	62.50	15.11	40	Inoperation Since June, 1928
2. Sibalom-San Jose Irrig. System Ext.	"	Antique	April 1927	1,100	65,000	59.09	12.32	20	" " " "
3. Talaigaya River Irrig. System Ext.	"	Nueva Ecija	April 1928	1,500	110,000	73.33	9.20	40	" " " "
Total =					6,600	425,000			

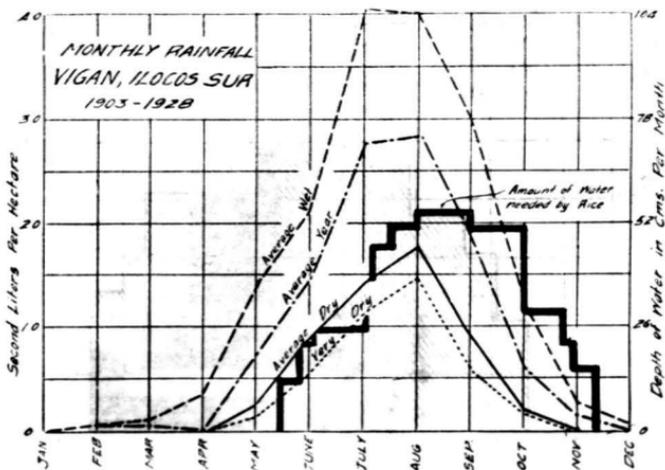
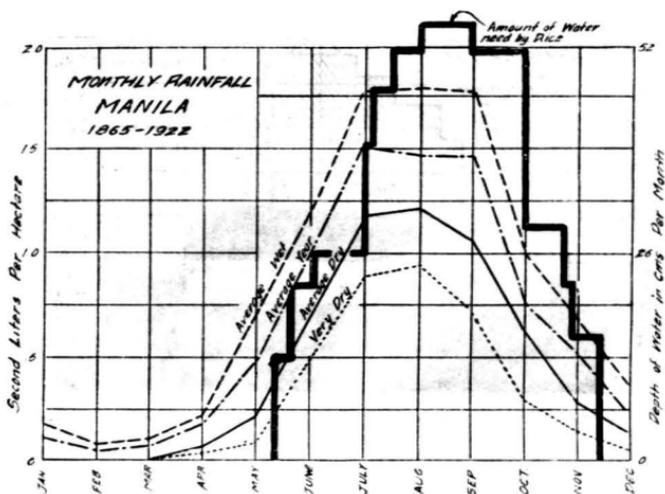
正在建設中之灌溉區 (表三)

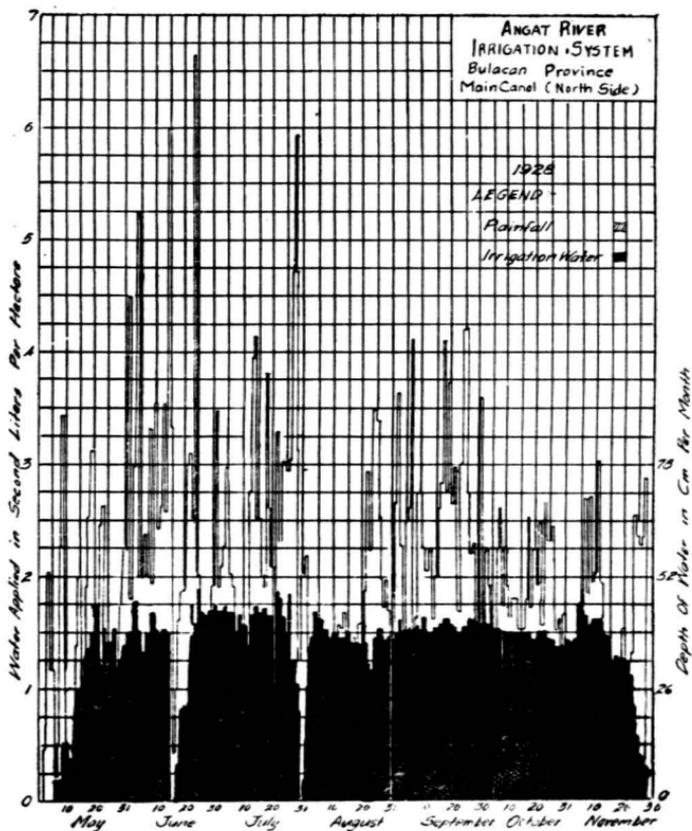
灌溉區	類別	省別	開始建設時期	工程預算 (比沙)	分派款項 (比沙)	工程進行程度	備註	
1. Dipolog Irrig. System	Insular	Zamboanga	Aug 1919	1,000	125,750	76.75060%	Completed	
2. Laong-Vintar Irrig. System	"	Ilocos Norte	Jan. 1923	6,200	2,505,000	2,280,000	96%	To be completed June, 1928
3. Palaranda River Irrig. System	"	Nueva Ecija	Jan. 1924	18,000	3,300,000	2,634,185	90%	" " " "
Total =					25,200	5,931,750		

核准建築之灌溉區 (表四)

灌溉區	類別	省別	灌溉面積	工程預算 (比沙)	附註	
1. Amburayan River Irrig. System Ext.	Insular	La Union	1,200	250,000	Construction of Project held pending final action on Balaon Proj.	
2. Balaon Irrig. System	"	"	1,000	150,000	Construction held pending action of Provincial Board.	
3. Pampanga River Irrig. System	"	Nueva Ecija	20,500	4,000,000	Construction held pending release of funds.	
Total =					22,700	4,400,000







灌溉區生產量記載表 (一九二八年)

灌溉區	省別	標準區				灌溉總面積 (公頃)	附記	
		地塊數目	總面積 (公頃)	區內生產總額 (開伐)	每公頃平均生產額 (開伐)			
1. Agnao River Irrig. System	Iloilo	63	138.00	6,638	48.00	17.56	6,396	
2. Amburayan River Irrig. System	Ia Union	103	57.00	2,460	43.00	33.77	4,000	
3. Angat River Irrig. System	Bulacan and Pampanga	226	712.25		48.90	27.73	21,254	
4. Baruyan River Irrig. System	Ilocos Norte	12			54.10?	19.98		Accuracy doubtful
5. Dingras Irrigation System	" "	60	76.00	4,450	58.00	19.98	1,028	
6. O'Donnell River Irrigation System	Tarlac	53	140.50	4,024	28.00?	27.77		Rice broadcasted
7. Pilar Irrigation System	Bataan	36	120.46	7,225	59.58	30.21	170	
8. Sta. Barbara Irrig. System	Iloilo	143	148.00	6,142	43.00	17.56	4,940	
9. Sibalom-San Jose Irrigation System	Antique	37	93.36	3,840	41.00	18.86	3,535	
10. Tagudin Irrigation System	Ilocos Sur	139			70.70?	21.01		
11. Talavera River Irrig. System	Nueva Ecija	37	253.94	1,481	58.00	43.92	9,390	Accuracy doubtful

One Cavan of rough rice Weighs 43 Kilos.

One hectare = 2.47 acres.

## 世界各國灌溉事業之現況

陳德銘

現代世界各國，莫不致力於灌溉事業，竭力經營，獎勵備至，遂使昔日荒蕪，盡成沃壤，巨川細流，同資利用，農產激增，早潦無虞，蔚為富強，豈偶然哉。茲將各國灌溉面積及發展情形，略述如下，用備參考。

世界六大洲，共有灌溉面積二萬萬零五十八萬餘畝。亞洲最多，占百分之七十，北美洲次之，占百分之十三·四。以土地面積而論，亞洲亦最多，每平方英里中，得灌溉面積八·七英畝，歐洲次之，得四·〇英畝。以人口計之，北美洲為最多，每千人中，得灌溉面積一七·一英畝，亞洲次之，得一三·六英畝。

各國灌溉面積最多者，首推中國，約五〇，四〇〇，〇〇〇英畝。次為英屬印度，約四七，五六五，七八一英畝。再次為美國，約二〇，四七一，〇〇〇英畝。以各國土地面積而論，荷屬爪哇最多，每平方英里中，有灌溉面積一六·五英畝，美國次之，約六七·八英畝，台灣再次之，約五四·二英畝。以各國人口計之，智利最多，每千人中，有灌溉面積六一·七英畝，檀香山島次之，約六〇·九英畝，英屬美索不達米又次之，約四九·〇英畝。茲將各國灌溉面積及其與土地人口之關係列表於後。

表一 世界各洲灌溉面積

洲名	面積(平方英里)	人口	灌溉面積 英畝數	面積 每平方英里	灌溉面積 每千人
亞洲	16,217,163	1,037,854,722	140,754,000	8.7	136
北美洲	8,685,833	154,750,526	26,834,000	3.1	171
歐洲	3,723,071	477,560,161	14,800,000	4.0	31
非洲	11,514,050	143,335,419	10,310,000	0.9	72
南美洲	7,169,587	69,749,645	6,613,000	0.9	95
海洋洲	3,307,940	9,029,300	1,270,000	0.4	141

表二 亞洲各國灌溉面積

國 名	面積(平方英里)	人 口	灌 溉 面 積 英 畝 數	每平方英里	每千人
中 國	4,277,988	448,231,000	50,400,000	11.8	113
英屬印度	1,091,056	246,919,707	47,565,781	43.6	193
印度諸侯國	711,018	71,933,187	8,191,916	11.5	114
荷屬 瓜哇 馬都拉	50,749	36,403,833	8,350,000	16.5	230
蘇俄 亞洲之 一部	6,566,867	34,200,000	8,000,000	12.2	234
日 本	149,793	59,736,822	6,675,000	44.6	112
安 南	274,456	20,184,264	3,470,000	12.6	164
高 麗	85,228	19,519,927	2,000,000	23.4	102
暹 羅	200,061	9,831,000	1,750,000	8.8	178
英屬 美索不 達米	120,077	3,160,740	1,550,000	12.9	490
美屬 菲律賓	114,401	11,863,300	750,000	6.5	63
台 灣	13,840	3,994,236	750,000	54.2	188

表三 北美洲各國灌溉面積

國 名	面積(平方英里)	人 口	灌 溉 面 積 英 畝 數	每平方英里	每千人
美 國	3,026,805	117,135,817	20,471,000	67.8	175
墨 西 哥	760,290	14,234,799	5,700,000	7.5	402
坎 拿 大	3,797,050	9,389,300	400,000	0.1	42.6
波 多 黎 各	3,435	1,403,000	70,000	20.4	49.9
海 地	10,207	2,030,000	50,000	5.1	25.6
古 巴	45,881	3,470,217	50,000	1.1	14.4
危 地 馬 拉	42,364	2,454,000	41,000	0.97	16.7
多米尼加共和國	19,332	894,665	25,000	1.29	28.0
牙 買 加	4,450	916,620	16,000	3.6	17.5

表四 歐洲各國灌溉面積

國名	面積(平方英里)	人口	灌溉英畝數	面積每平方英里	灌溉每千人
法國	212,736	40,743,851	6,000,000	28.3	147
意大利	119,712	40,548,666	3,900,000	32.8	96.3
西班牙(包含) 加那列羣島	195,061	22,127,699	3,500,500	18.0	158
葡萄牙(包含) 亞速爾及馬得拉島	35,796	6,080,135	1,206,000	33.8	198
阿爾巴尼亞	17,375	831,877	50,000	2.9	60.2
蘇俄(歐洲部分)	1,622,510	112,105,000	50,000	0.03	0.4
匈牙利	35,892	8368,273	35,000	0.98	4.2
布加利亞	39,825	5,483,125	20,000	0.5	3.6
捷克斯拉夫	54,189	14,353,239	15,000	0.28	1.0
巨哥斯拉夫	95,942	12,492,000	12,000	0.13	1.0

表五 非洲各國灌溉面積

國名	面積(平方英里)	人口	灌溉英畝數	面積每平方英里	灌溉每千人
埃及	386,100	14,168,756	5,000,000	12.9	353
法屬馬達加斯加	224,780	3,598,728	1,500,000	6.7	417
法屬摩洛哥	160,232	4,229,146	1,500,000	9.4	354
英屬南非聯邦國	472,338	7,529,612	800,000	1.7	106
埃及蘇丹	1014,593	6,469,041	450,000	0.4	65
法屬阿爾及利亞	222,205	6,064,865	400,000	1.8	66
法屬突尼斯	48,332	2,159,708	140,000	2.9	65
葡屬莫三鼻給	428,124	3,120,000	10,000	0.02	3.2

表六 南美洲各國灌溉面積

國名	面積(平方英里)	人口	灌溉英畝數	面積每平方英里	灌溉每千人
----	----------	----	-------	---------	-------

阿 根 廷	1,078,267	10,300,000	3,000,000	2.8	291
智 利	290,160	3,990,622	2,458,000	8.5	617
秘 魯	533,911	5,000,000	1,000,000	1.9	200
英屬圭亞那	89,478	304,412	100,000	1.1	329
哥 倫 比 亞	461,725	8,026,300	51,000	0.1	6.4

表七 海洋洲各國灌溉面積

國 名	面積(平方英里)	人 口	灌 溉 面 積 英 畝 數	每 平 方 英 里	積 每 千 人
澳 大 利 亞	2,974,523	6,110,514	1,000,000	0.3	164
檀香山羣島	6,449	328,444	200,000	31.1	609
紐 絲 蘭	103,860	1,443,560	70,000	0.7	48.6

茲再將各國灌溉事業發展情形分述於後。

### 子、亞洲各國

#### 印度 India

印度境內，因有高山大河與廣大之平原，就其地形，可分為三部。一為喜馬拉雅山南麓，二為大河流域之平原，三為南部高原。印度主要河流為印度河，Indus 恆河，Ganges 及布拉馬布達河，Brahmaputra 均發源於喜馬拉雅山。其他如哥達惟利河 Godeveri 高惟利河 Cauveri 奇新特拉河 Kestna 馬哈拉底河 Hahanadi 則發源於半島西岸諸山。除布拉馬布達河外，其餘諸水，均被導引，以資灌溉。據最近之調查，印度灌溉之水源，取之於河流

者佔二分之一，取於井水者佔四分之一，其特雨水之停蓄及其他水源者亦佔四分之一，茲列表如下。

英屬印度耗地總面積	226,012,217 英畝
灌溉總面積	47,784,633 英畝
河渠灌溉	24,667,813 英畝
井水灌溉	12,006,462 英畝
蓄水庫灌溉	5,565,265 英畝
其他	5,545,093 英畝

一、河渠灌溉 印度之灌溉河渠，共長四萬二千餘英里，為世界各國最。其中二萬二千餘英里為幹渠，餘為支渠及分渠。河渠灌溉，多特洪水期內之高水位，引之入渠，以溉田畝。印度河流，在洪水期內，流量甚大，如印度河洪水季流量每秒

爲一，三五〇，〇〇〇立方英尺，哥達惟利河流量同。索尼河 Soane 流域僅三四〇〇〇平方英里，但其流量，每秒竟達一，七〇〇，〇〇〇立方英尺。

渠道灌溉，僅就旁遮普 Punjab 一省而論，計有幹支渠四千七百三十三英里，分渠一萬九千二百七十五英里，共建築費四二七，七七二，八七二盧比。（每盧比約墨銀六角四分）據一九二九年調查該省灌溉面積達一三，〇二二，五一六英畝。

在旁遮普省，渠道工程較爲偉大者，計有二處，茲分述於下。

甲、薩來流域 Sutlej valley 灌溉計劃 此計劃包括飛樂知博爾 Ferozpur 薩勒滿克 Suleimanke 伊司倫 Islam 及薩來河與欽拉布河 Chenab 交流處之四處攔河壩在內，其灌溉總面積爲九百萬英畝。飛樂知博爾壩灌溉區內，有世界最大之混凝土引水渠，名甘甘拉加渠，Ganganagar 長約八十五英里，渠底及坡面均用混凝土築成以免滲漏。是渠之工程費爲美金一千萬元，灌溉面積約爲六十萬英畝，係於一九二七年竣工。伊司倫壩灌溉區內有幹渠三，灌溉面積爲一百萬英畝，亦係於一九二七年竣工。

乙、欽拉布渠 欽拉布渠之水源，係取於印度河之支流。幹渠底寬二百五十英

尺，水深十一英尺，計長四百五十三英里，分渠計長二千四百六十六英里，灌溉面積約二百六十六萬一千二百餘英畝。在欽拉布河中築有橫堰，以資過水入渠，共長四千英尺，分爲八孔，每孔淨寬五百英尺。欽拉布流域，地本磽确，自施灌溉後，農產甚富，成爲印度之沃壤矣。

孟買省計有灌溉渠道七千零二十四英里，其中屬於信地 Sind 者約五千英里。建築費共二二五，八三六，八五三盧比，其中屬於信地者約一〇二，四九〇，七八二盧比。據一九二八年之調查，灌溉面積約二百六十四萬六千餘英畝，其中屬於信地者，達二百一十六萬餘英畝。

奇斯得那河 Keslna 灌溉計劃 奇斯得那河在海得拉巴 Haidarabad 麻打拉斯 Madras 兩省交界處，洪水季流量每秒達七十七萬立方英尺。河上建有橫堰，長三千七百十四英尺，高約二十英尺，引水渠長三百七十英里，灌溉東西三角洲，面積達五十五萬英畝。

二、蓄水庫灌溉 印度田地，由蓄水庫灌溉者，約六百萬英畝。就麻打拉斯一省而論，其數在三萬三千左右。其水庫多用石工或泥土建築之，其中兩大水庫建築於八九世紀之間，沿用至今，溉田約數千英畝。

孟買省之蓄水庫及導水堰，其數在三十以上，共建築費三三，四七五，六〇七盧比。幹渠分渠共長六百八十九英里，據一九二八年之調查，灌溉面積約十四萬一千餘英畝。堰之最高者，為威爾遜堰，Wilson dam 約二百七十英尺，係用石工建築。Tranza tank 最低者，祇十五英尺，係用泥土建築。印度著名之蓄水庫有三，茲分述於下。

甲、羅倚德堰。Lloyd dam 地點在印度河下游孟買省之蘇庫爾 Sukkur 附近，包括灌溉幹支渠一千六百英里，分渠三千七百英里。完成後終年能灌溉之面積，為五百五十萬英畝。堰長五，三三三英尺，高一九〇英尺，貯水深一四三英尺，蓄水量為五五五，五五五畝呎，調劑水量之操縱機關計八十一處，其中自動機關計四十五處，流量可發生馬力一，二〇〇匹。

乙、伯利亞河 Periyah 蓄水庫之攔水壩。係用混凝土築成，長一，二四一英尺，高出庫底一五五英尺，降雨流域之面積為三百平方英里，每年平均雨量為一百二十英寸，庫中水面為十二平方英里。此庫所蓄之水，係用灌溉範皆河 Vaigai 流域旁遮普省 Punjab  
合衆省 The united Provinces  
麻打拉斯省 Madas

之地，故須沿兩河間之分水脊築渠引水，並開鑿一長五，七〇四英尺面積九十平方英尺之山洞，以達範皆河，再沿此河下游八十六英里，以達馬都拉 Madura 用水區域。計溉田二十萬英畝。

丙、馬利甲拉府 Mari Kanave 蓄水庫。在賣索爾省 Mysore 境內，攔水壩亦係用混凝土築成，長一，一八五英尺，高出庫底一四英尺，庫中水面面積為三十四平方英里，在最高洪水時期之蓄水量為四百萬萬立方英尺，較之尼羅河之愛司灣蓄水庫，其容量尚超過之。惟二十餘年來所得之最大容量，為二百八十萬萬立方英尺。

三、井水灌溉 印度田地用井水灌溉者，不下一千三百萬英畝。在境之南部，每井可溉田二三英畝，在合衆省 United Provinces 溉田約四英畝，在旁遮普省溉田約十二英畝。井之深度自數英尺至五六十英尺不等，每井工費之貴賤，視其深淺之如何而定，大約自三百至六百盧比不等。

據最近建設委員會在一九三〇年之調查，印度各省灌溉面積之統計如左。

旁遮普省 Punjab	13,022,516英畝
合衆省 The united Provinces	11,598,600英畝
麻打拉斯省 Madas	7,012,943英畝

孟買省 Bombay	3,166,202英畝
中部各省 Central Provinces	1,035,188英畝
西北邊省 Northwestern Frontier Provinces	347,937英畝
其他各省	11,601,247英畝

#### 日本 Jakan

日本土地面積，約一四九，七九三平方英里，各地年雨量平均為七十二英寸，全境耕地面積為一五，〇九二，〇〇〇英畝，其中種水稻者占二分之一而強，約七，七〇〇，〇〇〇英畝。

灌溉之水，取於水庫者，約百分之二十，導引於河者，約百分之七十，其餘則汲自井中。一九二〇年用機力排水及灌溉者，共八百七十一處，受益田地，計十一萬八千七百餘英畝。尚有二十九處，則排灌兼施。以上共需四十萬馬力，其中三分之二，屬於汽機。自一九二〇年後，電力馬達，漸趨發達。一九二三年之統計，十匹或十匹以上馬力之電力馬達，共有一萬四千一百馬力，或用以排水，或用以灌溉，受益田地合計八萬五千四百餘英畝，抽水高度自三英尺自六十英尺不等。

一九二三年至一九二五年，裝置抽水機改良渠道及建築調節水量機關者，計有六處，灌溉田地達四萬五千三百餘英畝。此外在計劃中者計有二處，共需建築費三百〇六萬八千餘元。

日本農田灌溉之發達，由於其水利組合之普遍。蓋日本水利組合，歷長時間之經驗，故一切均臻完善，加以政府提倡獎勵，故組合之地位，更加健全。無論何種之水利組合，必須受政府之指導，省之長官處於監督地位，而與人民以工程之資助。各水利組合，得以法人資格發行債券，或息借工款。此種貸借，係由財務省之存款局，撥交當地農工銀行，及日本押款銀行辦理之。其款額在三萬日金以下者，由本地農工銀行辦理，年息五釐九毫，款額在三萬日金以上者，由日本押款銀行辦理，年息五釐四毫。此外本地農工銀行，更可辦理一種長期貸款，分五十年攤還者，其年息亦不過七釐六分而已。又，奉中央政府對於地方政府，辦理灌溉事業者，亦予以盡量之資助，其法如下。一、凡地方政府為增加農田生產，而辦理灌溉排水工程，其範圍在一千二百五十英畝以上者，中央政府坦負其工程費百分之五十。二、中央政府於每州派工程司一人，協助地方政府計劃辦理墾殖事宜。三、凡新墾之地，得免稅二十年至三十年，若係湖海灘地

，免稅之期，可延長至七十年。四、墾荒所需機器，如經地方政府補助者，中央政府得擔負其補助費百分之五十。同時中央政府，并購有大宗機器，以極廉之租價，

年別	工款總額(日金)
1923	4,878,827
1924	5,371,000
1925	4,779,000
1926	7,590,000

#### 爪哇 Java

爪哇幅員，長約六七〇英里，闊平均為八二英里。島之中部，多屬火山遺跡，間有尚噴火者，故平原土質，含火山飛岩不少。自十月至次年五月，稱為雨季，二月雨量最多，八月最早，島中土地，現已墾殖者，占全面積百分之四十以上。(即一三,〇〇〇,〇〇〇英畝)其中實施灌溉者，約八,三五〇,〇〇〇英畝，種植甘蔗者達四五〇,〇〇〇英畝，餘則均屬穀類。

爪哇自古習於稻作，現境內種稻者，達四,〇〇〇,〇〇〇英畝以上，其中二,五〇〇,〇〇〇英畝，已實施灌溉，餘則專恃雨水，以資耕稼。

境內古代灌溉工程，極為簡陋。近來建築者，比較堅固。其較大之灌溉區，計有六十六處，總共二,二七四,三九八英

畝與墾民應用。

一九二三年至一九二六年政府補助工款之統計如左。

灌溉面積(英畝)	補助金(日金)
45,700	2,687,208
58,000	3,191,700
40,800	2,389,500
68,500	3,975,000

畝，其中工程已告完成者計二十八處，灌溉面積約七七〇,〇〇〇英畝，其餘未完成者，尚有三十八處，面積約一,五〇四,四〇〇英畝，共計需工費美金五一,八〇〇,〇〇〇元。

此外可施灌溉之地，約有三,七〇〇,〇〇〇英畝，其中 Tangerang 一地，在巴塔維亞 Batavia 附近，面積約一三〇,〇〇〇英畝，為最近計劃灌溉之區。此外擬施灌溉者有面積一四四,〇〇〇英畝，其中可植稻者，約一七,〇〇〇英畝以上，預計需美金二,五〇〇,〇〇〇元。

政府對於各灌溉事業，無論公私，均有管理之權。至於政府所舉辦之灌溉工程，其還款比率，乃視工程進展之如何，及政府財政之情形而定。

安南 Indo-China

安南包括交趾東京及安南本部三處，據一九二五年之統計，其灌溉面積三，四七〇，〇〇〇英畝，在交趾支那 Cochinchina 者約三，一二五，〇〇〇英畝，在東京Tonkin者約二二五，〇〇〇英畝，在安南Annam 者約一五〇，〇〇〇英畝，共計支出工費美金四八，八〇〇，〇〇〇元，每英畝約需工費一三元。

境內高地，均用水車灌溉，在Quang Ngai 一地，計有水車五五〇部，灌溉面積為二五〇〇英畝。惟此類水車，費用頗昂，約占農產收入價值三分之二。

其他如Kinh-yen, Songean, Annam, Kep 等灌溉區，共計面積七三三，七五〇英畝，其中工程或已完成，或正在進行中，又柬埔寨 Cambodia 北部之灌溉區，面積為二，五〇〇，〇〇〇英畝，導水於湄公河Mekong River，亦正在計劃之中。計安南境內可資墾殖者，尚有九，八八〇，〇〇〇英畝，共需美金一九五，〇〇〇，〇〇〇元。

#### 高麗 Kooca

高麗土地面積為八五，二二八平方英里，農民占人口總數百分之八十二。據一九二四年之調查，全境耕地達一〇，五九二，四二七英畝。又據一九一九年之調查。共有水田三，六九六，〇〇〇英畝。關

於農田灌溉之建築工程，計有堤壩六千三百餘處，小壩二萬七百餘處，但大半均已失其效用，其灌溉面積，不過五五二，〇〇〇英畝。日俄戰後，日人以全力經營高麗農業，日益發達，大規模之灌溉事業，亦陸續辦理。一九〇七年頒布水利組合條例，使灌溉營業之團體，組織日趨鞏固。迄日本併吞高麗後，灌溉事業，更有長足進步，並於一九一八年頒布更周詳之水利組合條例。計一九一九年政府支出水利事業之補助金，總共美金八二〇，〇〇〇元，修築堤堰一千九百餘所，灌溉面積約一二〇，九〇〇英畝，增加農產量約一三八，〇〇〇石。一九二一年又製定水利組合補助規程，對於工費可由國庫支付百分之十五以內之補助金，其竭力經營，可見一斑。在一九一八年以前所設水利組合，共有十所，其面積不過五五二〇〇英畝，至一九二九年三月底，其組合總數已達一二七所，灌溉面積，展至四二九，六〇〇英畝。前為荒田，今成沃壤，前者一公頃僅收九斗，今則可收三石至四石以上矣。

水利組合所需之工費，政府視其工程之如何，給以全部工費百分之二十至三十之補助金，其餘可取貸於朝鮮農工銀行，Chosen Industrial Bank 無須担保手續，年息六厘一毫至九厘五毫，攤還日期自十

五年至二十八年，現朝鮮農工銀行，以低息貸出之款，達美金二二，一二五，〇〇〇元。

日本議會現擬以美金一五〇，〇〇〇，〇〇〇元，開闢高麗八五〇，〇〇〇英畝之農地，其中可資灌溉者約四五三，〇〇〇英畝，需美金一〇〇，〇〇〇，〇〇〇元。其餘之款，則為購買肥料及改良其他農田之需。一五〇，〇〇〇，〇〇〇元

- 一、屬於舊有之堤壩
- 二、屬於受補助而修築之堤壩
- 三、屬於水利組合者（限於已竣者）
- 四、屬於官廳許可由個人經營者

#### 合 計

暹羅 Siam

暹羅人民，秦半以農為業，境內耕作之地，約六，三二五，〇〇〇英畝，每年農產輸出達一，〇七〇，〇〇〇噸。耕地之中，實施灌溉者，約一，七五〇，〇〇〇英畝，幾全為稻作物。灌溉之區，多在境之中部平原。一九一五年曾有六項灌溉計劃，共需美金五〇，〇〇〇，〇〇〇元，惟以為費過鉅，未能同時舉辦，僅擇其較為重要者，先行舉辦，暹羅政府，年來用於灌溉事業之費，為數頗鉅，現尚繼續籌款，以充工費。目前各灌溉區建築之費，共需美金一七，三〇〇，〇〇〇元，一九

中，由政府補助者為三二，五〇〇，〇〇〇元，征自受益田畝者為一九，七五〇，〇〇〇元，其餘或取貸於朝鮮實業銀行，或發行公債，平均年息約為七厘四毫。此項計劃所需之費每年平均約需美金一，一〇〇〇，〇〇〇元。

茲將高麗灌溉事業，設備完全者，分類列表如下。

611,000英畝

133,000英畝

235,000英畝

33,000英畝

1,017,000英畝

二六年計已支出八，三〇五，〇〇〇元。

暹羅上等田，每英畝價值在美金七十五元以上，年可穫穀實三十五羅，約得淨米二十七羅。據美國灌溉專家所述，暹羅穀類需水量，在六個月灌溉期內，每秒立方英尺水量，可溉五十五英畝。

美索不達米亞 Mesopotamia

美索不達米亞，為一極大之沖積地，在波斯灣之北。據工程家估計，底格里斯河及幼發拉的底Tigris-Euphrates Rivers在冬季可溉田七，〇〇〇，〇〇〇英畝，在夏季可溉田三，〇〇〇，〇〇〇英畝。又據惠爾卡克爵士Sir William Willcocks

所述，若能恢復舊有渠道，當可灌溉以上半數之田地。其地勢低窪，常年浸在水中者，亦可設法潤復，施以耕植。現境內實施灌溉之地，約一，五五〇，〇〇〇英畝。

灌溉之法，計分三類，即潮汐渠道機方是也。在巴士拉Basra南北之地，（自Foa至Qurnah）均藉波斯灣之潮汐灌溉。在幼發拉底之中部及Diala之流域，均用傾斜渠道灌溉。其他在Baghdad以北，為潮流及河水所不能及者，則用機力灌溉，其升高自數英尺至四〇英尺不等。若其他較大灌溉計劃，均能實現，則其灌溉面積，亦不亞於埃及也。

#### 台灣 Formosa

台灣境內山脈，係南北向，東部地勢稍峻，西部較為平順，土味肥沃，宜於種植，雨量亦頗充沛，農作物年可二獲。現已實施灌溉者，約七五〇，〇〇〇英畝。

境內重要之灌溉區，其工程由Kandan Irrigation Association 辦理者，係導源於Satsan河，穿過中部山脈，而達於乾燥之區，計建水洞一道，洞之面積，為二二四平方英尺，其中須鑿透堅硬之岩石，約一英里。連蓄水座渠道等，共需工費美金表一

1889年

二二，〇〇〇，〇〇〇元，年可增加農產價值七七，五〇〇，〇〇〇元，又可增加地價總數五〇，〇〇〇，〇〇〇元，建築之費，由日本政府擔任一半，其餘由受益田畝中，分作十年攤還。尚有Tainan省之灌溉區，建有導水堰兩座，水洞一道，長約二英里，亦由Kandan Irrigation Association承辦，溉田達三八四，〇〇〇英畝。

## 丑 北美各國

### 美國 United States

美國西部，雨量稀少，土地乾燥，非特灌溉，不能種植。五十年來，政府提倡，不遺餘力，自一八八九至一九二六年，三十七年之間，增加灌溉面積約一千八百四十萬英畝。此項土地，前者均屬荒原，今則化成沃壤，人口繁殖，財富日增，若非灌溉，焉能致此。就目前美國供給水量之情形，其灌溉面積，尚可增至五〇，〇〇〇，〇〇〇英畝，就中再加改良與講求建築之經濟，其面積當可展至六〇，〇〇〇，〇〇〇或七五，〇〇〇，〇〇〇英畝。茲將關於美國灌溉事業之統計，列表於下。

### 歷年灌溉面積之增加

3,631,381英畝

1899年	7,782,188英畝
1902年	9,487,077英畝
1909年	14,433,285英畝
1919年	19,191,716英畝
1926年	20,471,000英畝

表二

美國各州灌溉面積(英畝數)

亞利桑拿	Arizona	475,000
阿甘色	Arkansas	200,000
加利佛尼亞	California	4,325,000
哥羅拉多	Colorado	3,600,000
佛羅里達	Florida	25,000
伊達荷	Idaho	2,500,000
干薩斯	Kansas	95,000
路易斯安那	Louisiana	495,000
馬薩諸塞	Massachusetts	500
蒙大拿	Montana	1,800,000
內布拉斯加	Nebraska	554,000
內華達	Nevada	565,000
紐拆爾西	New Jersey	3,000
紐約	New York	500
新墨西哥	New Mexico	540,000
北達哥大	North Dakota	13,000
俄克拉荷馬	Oklahoma	3,000
俄勒岡	Oregon	1,070,000
南達哥大	South Dakota	110,000
得撒	Texas	768,000
烏台	Utah	1,400,000

華盛頓	Washington	579,000
窩民	Wyoming	1,350,000
總計		20,471,000
表三		一九二〇年之分類統計
甲、農田數		231,541處
灌溉面積		19,191,716英畝
已竣工程所能灌溉之面積		26,020,477英畝
工程計劃中所包括之灌溉面積		35,890,821英畝
乙 灌溉工程投資總額	美金	697,657,328元
每畝平均工程費		26.81元
預計完工總額		819,778,005元
每畝平均工程費		22.84元
丙、生產總值	約美金	760,000,000元
每畝平均生產值		約38元
丁、蓄水庫		7538處
蓄水量		21,246,436畝呎
灌溉幹渠		103,177英里
灌溉分渠		56,687英里
水井		36,700個
每分鐘流量		27,331,606加侖
打水設備		29,458處
		748,971馬力

美國墾務局，在西美十五州，所經營之灌溉事業，共有二十四處，其投資總額，由灌溉週轉基金項下撥用者，結至一九二九年止，共為二萬三千餘萬元。其中三分之一，（八千五百餘萬元）為農民歷年

來所繳還之灌溉工程費。其由國庫所負擔之灌溉事業費，約可分為左列各項。

一、西美十六洲公地之官價，撥充灌溉週轉基金者，自一九〇一年起，至一九二九年止，共收入美金一〇，九六三，一

九七，四四〇元。

二、一九一〇年國會通過，由國家撥借美金二千萬元，至基金收入充裕時，分二十年歸還，每年還一百萬元，不計利息。

三、一九二〇年國會通過，凡西美公地上，所有煤礦汽油等礦租金之收入，已開採者抽百分之七十，未開採者抽百分之五十二有半，均撥充灌溉週轉基金，計截至一九二九年止，共收入美金三，五九二，〇四三，七六一元。

四、其他如水稅及採鉀稅等，共約十二萬元。

以上四項，為國家之投資總額，共約

甲、農田數	40,788處
農民數	153,663人
灌溉面積	2,677,100英畝
生產值	美金143,573,070元
	每畝平均53.5元
開辦迄今生產總額	約美金700,000,000元
土地增價總額	約600,000,000元
乙、收入	美金9,851,438元
(一) 公地收入	647,235元
(二) 煤油礦稅收入	1,852,785元
(三) 墾戶攤還建築費	4,387,814元
(四) 維持管理費	1,920,500元
(五) 其他	29,876元

美金一萬萬五千萬元。農民負擔建築費之分期攤還辦法，最初係分十年，一九一四年改為二十年。至一九二四年，改為依照十年內平均之生產量，徵收百分之五，其清償期，視生產之多寡為自二十五年至七十五年不等。但在一九二六年，此種辦法，由國會議決取銷，改為四十年攤還。農民負擔，較前減少，農民納費，尙稱踴躍。一九二九年共收入七百三十餘萬元，其中以一百萬元歸還國庫外，大部分均用為擴張及改良各種工程之用。

美國國營灌溉事業，一九二九年之統計如左。

支出(一)維持管理費	1,786,928元
(二)新工程建築費	7,898,304元
(三)十年內新工程總預算	80,000,000元
丙、蓄水庫	55處
面積	526,135英畝
容量	14,618,320英畝呎
灌溉渠	13,098英里
橋梁	11,631座
長度	277,449英尺
涵洞	14,043座
長度	535,396英尺
輸水管	4,091,096英尺
輸水高架槽	4,811處
長度	850,322英尺
洩水渠	3,733英里
水井	692個
深度	73,415英尺

以上所列國營灌溉面積，僅佔全國灌溉面積八分之一，而民辦灌溉，則居八分之七。然民辦灌溉，得有今日發達者，要

亦政府提倡之力，與灌溉律例訂定之完善，有以致之。茲將美國一九二七年及一九二八年之灌溉事業費用，列表於下。

區域	1927年	1928年
新英格蘭	809,000元	3,757,000元
大西洋中部	2,878,000元	4,409,000元
南部	4,633,000元	9,416,000元
西方中部	9,275,000元	6,319,000元
密士失必河西部	16,916,000元	13,237,000元

極西之部	3,196,000元	4,567,000元
總計	美金37,660,000元	42,005,000元

美國灌溉，最初時期，由人民在水道附近易於灌溉之區域，獨力或合力經營。在此時期內，開發面積，約為一百七十五萬英畝。嗣後商人知灌溉事業，有利可圖，亦繼起經營，開闢渠道，建築水庫等，售水于農民。計自一八七八年至一九〇〇年間，因此開發之地，約九百萬英畝。一八九八年克利法（The Carey Act）經國會通過後，每州由國家給予公地百萬英畝，使其自由開發，計根據克利法灌溉之田地，約為百二十五萬英畝。一九〇二年墾殖法（Reclamation Act）通過後，規定以西美各洲官地之收入，全數撥充週轉基金，由國家設立墾務局，統籌西美灌溉事業，同時各州，亦訂定灌溉律例，注重人民合作之組織，美國西部大規模之灌溉工程均得因此完成。現在美國之灌溉事業，由商人經營供給灌溉水量者，不過百分之十，國家經營者，亦百分之十，而由人民獨力或合資經營或利用灌溉區制合作經營者，幾達百分之八十。足見人民對於灌溉事業投資之踴躍矣。

據美國統計家之預測，美國至一九五〇年時，其人口將增至一萬五千萬，此時耕地必須有相當之擴充，方足應付需要。

而耕地之擴充，必有賴於灌溉事業，毫無疑義。美國關心灌溉及墾務者，對於投資開闢方法，討論甚詳，大都主張（一）仍由墾務局，利用週轉金，繼續辦理灌溉工程，供給灌溉水量。（二）灌溉工程費之攤還，不必以工程經費之總額為準，得酌量情形，由國庫墊撥一部分，以減輕農民之負擔。（三）國營灌溉事業，在工程完成後，交由有關係農民組織灌溉區，負維持管理之責，庶墾務局得集中全力，籌劃辦理其他新工程。（四）由中央或地方政府，設一墾務輔助機關，辦理農民輕利借貸事宜。此種建議，若能實行，則美國灌溉事業，更將有長足之發展。

#### 墨西哥 Mexico

墨西哥現有灌溉面積五，七〇〇，〇〇〇英畝，其中米刷干省 Michoacan最占多數，約一，一四一，八四四英畝，薩加得架省 Zacatecas 次之，約六五五，五二六英畝。各灌溉區中，灌溉面積較為廣大者，則推北部 Coahuila 省 Torreon 附近之 Laguna 灌溉區。此區取水於 Mazas 及 Aguanaval 兩河，上建蓄水堰，足供灌溉之流量，年有一，一〇〇，〇〇〇，〇〇〇立方公尺，計有幹渠三百一十英里，分

渠六千二百一十英里。在此區域內，木棉灌溉，約占一六〇，〇〇〇英畝，雖在洪水之年，可供種植者，約四九四，〇〇〇英畝。河水灌溉之外，尚有利用井水者，計區內有柴油抽水機二十三部共二，五〇〇馬力，每井，每分鐘約可出水二，〇〇〇至二，二〇〇加侖，井之深度，平均約三五〇英尺，地面至水面，自二英尺半至二十英尺不等，吸水高度，均在七十英尺以下。

雅魯Yagui河乃Conora省最大之河流，灌溉面積，亦頗廣大，其工程多由美國公司建築。一九〇五年，計築成幹渠二十五英里，分渠四十五英里。直至一九一七年止；計築壩一座，幹渠三五〇英里，其他渠道，為數約在八百以上。若全區工程建築完竣，需費約美金一二，〇〇〇，〇〇〇元，灌溉面積不下七五〇，〇〇〇英畝。此項工程，一九二八年已由墨國政府備款贖回。

庫利阿坎河Culiacan River流域之灌溉區，在Culiacan城附近，完全由墨國政府自辦，其工程師，亦完全墨國人。灌溉面積，約一四八，二〇〇英畝。建築幹渠之費，係由中央政府先代西拿羅亞省Sinalag付墊，自一九二〇年起至一九二二年止，計已支出工費美金一，〇〇〇，〇〇

〇元。預計尚需完工費四〇〇，〇〇〇元，此項建築費，係由西拿羅亞省庫項下撥充。

墨國其他灌溉區域，直隸於中央政府者，為Hidalgo省之Reouena灌溉區。其工程由中央灌溉委員會辦理，面積約七四，一〇〇英畝。

一九二六年一月，中央灌溉委員成立，以會員三人組織之。該會宣稱，凡屬私有之農田灌溉，均為公共利益所關，政府得於私人之地，建築灌溉工程，如地主不同意時，政府則按其所受之損失，備款補償。其由美國公司辦理之灌溉事業，除特別情形外，政府均按其原建築費贖回，至於行政費等，政府得酌量情形，按其建築費百分之十或百分之五・五付給，服務工程人員仍由墨政府繼續聘用。墨國自中央灌溉委員會成立後，灌溉事業，進步甚速，是年五月，該會即完成下列之四項計劃。(一) Mezouital 灌溉工程(二) Ealips 灌溉工程(三) Nueva Espana 灌溉工程(四) Manta 灌溉工程。此外在南加利佛尼亞省，亦有重要灌溉工程，計該委員會所計劃之工程，未完成與已完成或正在研究中者，統共需費三千萬墨幣。

#### 坎拿大 Canada

坎拿大之灌溉事業，多屬於英領可倫

比亞British Columbia亞爾伯特 Alberta 及薩斯喀特微溫 Saskatchewan 西南一帶之地。

亞爾伯特省之灌溉，多在省之南部。其已由私立公司辦理者；計有四處，由地方政府辦理者；計有五處，包括面積三，五八六，六七一英畝，其中可施灌溉者約一，二七，七二三英畝。一九二五年實施灌溉者，為二五一，六四五英畝，渠道總長五，四〇〇英里。共用工費美金三一，〇二二，四九八元。此外在薩斯喀特微溫及亞爾伯特兩地，由私人或公司辦理之灌溉工程而規模較小者，不下八百處。

哥倫比亞省多數之灌溉區，由委員會管理之。該委員會係根據水法之規定而組織。境內辦理灌溉事業者，可分四類，包括面積七八，三一五英畝，其中已實施灌溉者，計四二，五一九英畝。屬於省府及市區辦理者計三處，灌溉面積七八二六英畝，屬於合作社者，計十六處，灌溉面積二三，六八〇英畝，屬於公司者；計七處，灌溉面積八，三三三英畝，屬於用水團體者計十一處，灌溉面積二，六八〇英畝。

#### 波多黎各 Porto Rico

波多黎各人民以農為業者，佔大多數。灌溉面積，現達七〇，〇〇〇英畝，分為南北兩區。南區在 Jacaguas, Coamo 各

河上，計建有蓄水堰四座；蓄水量共三六，〇九四畝呎，此外有Guamani渠長約二十英里，溉田面積約五千英畝。南區內共有灌溉面積三三，二八一英畝，其中六，三四一英畝係由西班牙政府移交者，截至一九二六年六月止，共支出建築費美金五，二二〇，〇〇〇元。

北區灌溉工程，於一九二二年開始進行。其主要工程，為Guajataca 河上之蓄水堰，蓄水量約三三，〇〇〇畝呎，接以長約十英里之運水渠，受溉面積達一五，〇〇〇英畝。在渠道陡峻之處，水量合計有一，四〇〇馬力，用之發電，分佈附近各區，以供抽水之用，甚覺便利。此項工程，共約需工費三，二五〇，〇〇〇元。其他在 Isabela Moca及 Aguadilla 區內，可用渠道及機力灌溉者，約一六，五〇〇英畝，截至一九二六年六月止，計支出建築費美金一，五八八，三〇六元。

#### 海地 Haiti

海地土地面積約一〇，二〇七平方英里，惟以雨量稀少，不足以農作物滋長之需。實施灌溉面積，計五二，〇〇〇英畝，如施以相當之灌溉工程，面積當可擴充至八〇，〇〇〇英畝。海地之重要灌溉工程均由政府舉辦，截至一九二六年止，共支出工費美金二一八，〇〇〇元，其中用

於新建工程者，約占半數，其餘均屬修養及研究其他灌溉工程等費用。Artibonite 灌溉區，頗為重要，灌溉面積，約六〇，〇〇〇英畝，預計每畝需工費五十元。

#### 古巴 Cuba

古巴境內灌溉面積，約五萬英畝。在 Habana 省之 Guines 灌溉區中，實施灌溉者一〇，〇〇〇英畝，取水於 Mayabeque 河，由渠引水入田，渠長約七八英里。在 Artenisa 及 Herradura 兩地之周圍，灌溉面積約數千英畝，係用助機吸水於井，以資灌溉，其他如 Constancia 及 Preston 兩地亦均取水於井，合計面積約千餘英畝。以上灌溉工程，均係私人興辦。

#### 危地馬拉 Guatemala

危地馬拉之灌溉事業，均由私家興辦。實施灌溉之面積約四一，〇〇〇英畝，由渠道灌溉者，占多數，利用抽水機者甚少。該國西部及西南部海岸，前由美國公司估計可溉之地約六萬英畝，但因地主太多，不肯出讓，未能舉辦，近來該國政府，已注意及此。

#### 多米尼加共和國 Dominican Republic

多米尼加土地面積，約一九，三三二平方英里。施灌溉者，約二五，〇〇〇英畝。境內之重要灌溉工程，係由 Barahon-

a 公司首先興辦，灌溉面積達一一〇，〇〇〇英畝，約占全面積三分之二。其他 Cibao 之地，一九一八至一九二〇年所辦小規模之灌溉工程，及 Santiago 省之兩渠道，均為私人經營，以灌溉稻作物者。

自一九二五年後，政府始設意開闢田地，設立灌溉機關主持之。Monte Cristi, Santiago 及 Santo Domingo 三省中，均擬開渠溉田，面積約五四，〇〇〇英畝，渠道工程，已於一九二五開始建築。

據該國政府所宣稱，計用於灌溉工程之款，達美金五〇〇，〇〇〇元。若按照原計劃定工，在 Santiago 省尚需五〇〇，〇〇〇元，在 Bani 區內，尚需一，〇〇〇，〇〇〇元。

#### 牙買加 Jamaica

牙買加之灌溉事業，由政府舉辦者，為數較夥。境內水井甚少，灌溉所需之水多取給於河，或用渠道，或資機力。

政府辦理之灌溉工程中，最重要者，即 Rio Cobre 之渠道，合支渠計之，共長四十六英里，共用建築費六一五，〇〇〇元，包括面積五〇，〇〇〇英畝。Cockpit 灌溉區，取水於 Cockpit 河，利用機力，升水高至七十英尺，然後由渠道送至田中，計渠道長約十四英里，受溉面積三，五〇〇英畝，全部工費，為美金三四〇

，〇〇〇元。

## 寅 南美各國

### 阿根廷 Argentina

阿根廷耕地中，業已實施灌溉者，約三，〇〇〇，〇〇〇英畝，據一九二六年報告，共支出建築費六，二七一，二〇〇元。灌溉面積中，利用機力施水者，約一四，八二〇英畝，其餘均用渠道灌溉。境內田地，可資將來發展者，尙有三，〇〇〇，〇〇〇英畝。

灌溉事業，或由中央政府舉辦，或由地方政府及私人建築。凡屬中央政府舉辦之灌溉事業，成績均甚卓著，自一九〇九年十月灌溉律例公布後，地方政府所辦之灌溉事業，受此律例而得利益者亦多。

私人灌溉工程，爲數無幾，其中半途由政府接管者不少，現祇有Colorado河流域兩灌溉區，仍由私人辦理，其中有一區仍受政府資助。

### 智利 Chile

智利之灌溉面積，爲二，四五八，〇〇〇英畝。預計在 Taena, Tarapaca 及 Chilo 等二十二省中，可用渠道灌溉者，尙有四，〇〇〇，〇〇〇英畝。此二十二省中，現已實施灌溉，而面積最大者，爲 Colchagua 省，約三四三，四一二英畝，其次爲 O'Higgins 省，約三一二，三四三

英畝。將來可施灌溉之面積，最大者，爲 Valdivia 省，約五八五，〇五六英畝，其次爲 Nuble 省，約四九八，六〇〇英畝。

其他在 Copiapo, Eoouimbo, Linaress, Talca 九省中之灌溉區，計建堰壩九座，水渠七道，預計灌溉面積爲一五七，六〇〇平方公里，（三八，九二七，二〇〇英畝）合共需工費美金三〇，三四〇，六二五元。一九二七年擬以二，三九〇，七五〇元，充作此項工費。

### 秘魯 Peru

秘魯境內近海一帶之耕地，不下一，〇〇〇，〇〇〇英畝，其中已實施灌溉者，約九八八，〇〇〇英畝。

政府之灌溉計劃中，約包括面積五四三，〇〇〇英畝，預計需費七二，七二九，〇〇〇元。其最近完成者，爲 Canete 流域之灌溉區。

私人經營之灌溉區，在 Canete 流域者，約需工費一，九四四，〇〇〇元。其他如 Olmos 之灌溉區，面積約一五〇，〇〇〇至二〇〇，〇〇〇英畝，約需工費美金二〇，〇〇〇，〇〇〇元。

其他之灌溉區，或由政府舉辦，或由私人經營者不下十餘處。可資灌溉之面積亦不下七〇〇，〇〇〇英畝。

## 卯 歐洲各國

## 法國 France

法國土地面積爲二一二，七三六平方英里，現有灌溉面積六，〇〇〇，〇〇〇英畝，其中百分之八十，係屬草原灌溉，百分之二十，係屬穀類及金花菜等灌溉。

灌溉渠道建築較古者，如 Gordon, Quatre 等，俱建築於二十五世紀之間。十九世紀時，政府極力獎勵灌溉事業，計在此時期內，建築渠道，不下二十七處，每一渠道，均可灌溉數千英畝之地。灌溉田畝中，利用渠道導水者，占大部分，機力灌溉，惟東部一地而已。灌溉之費，每英畝約四〇〇佛郎。

法政府自一八六〇年至一九二六年，共支出灌溉工程費達一三〇，〇〇〇，〇〇〇佛郎，其中一八六〇年至一八七〇年，爲五〇，〇〇〇；〇〇〇佛郎，一八七〇年至一九〇四年，爲三〇，〇〇〇，〇〇〇佛郎，一九〇四年至一九二六年，爲五〇，〇〇〇，〇〇〇佛郎。

法國農田水利組織有二種，均受政府之扶助。其由農民組織團體，建築渠道，以灌田畝。其二係屬公司性質，完全以營業爲目的，建築渠道，售水於附近田地。此兩種團體，計有六，〇〇〇所。屬於前者，每一事業，由政府補助以三分之一之工費，并予以永遠租借權。屬於後者，有二

十處，政府亦資助其三分之一之工費。其中較大之四公司，并由政府每年津貼其所發債券利息約一百萬佛郎。

## 意大利 Italy

意大利土地面積，約一一九，七一二平方英里，現有灌溉面積三，九〇〇，〇〇〇英畝。其中以庫內奧Cuneo省爲最多，約三四三，〇〇〇英畝，巴費亞省Pavia次之，約三三九，〇〇〇英畝，米蘭省Milan再次之，約三二六，〇〇〇英畝。最近計劃灌溉者，計有面積六七三，二〇〇英畝。其中以喀大尼亞省爲最多，約七五，〇〇〇英畝，其他如佛羅羅薩Florence 加塞大Caserta 勒拆Lecce 福查Foggia 等省，灌溉面積，均爲二〇，〇〇〇英畝。

灌溉渠道中，最重要者爲喀富爾渠，Cavour Canal導源於波河，Po以溉皮德夢特Piedmont一帶之地。渠長五十英里，底闊六五，五英尺，全渠均用石材及水泥建築，於一八四六年開工，中間歷盡困難，工程幾經停頓，終於一八六七年築成。計全渠工費約爲一六，〇〇〇，〇〇〇元，受溉田畝，在昔僅產價值輕微之農產物，今盡變爲稻田。田價隨之增漲，每英畝自四十元至六十元不等。其他如Villorresi, Marzona, Tagliamento, Veronese,

Ombrone等渠道，每秒流量自五〇〇立方英尺，至二〇，〇〇〇立方英尺不等，灌溉面積，均甚廣大。

據水利專家盧奇氏Luigi所述，國家渠道，每年出售之水，每秒一立特 Liter者，需費二佛郎。在意國北部，每秒一立特之水，約可溉田一公頃。（二，五英畝）私人建築之渠道，其水費比國家渠道為昂。大規模水庫之水，先用發電，後供灌溉者，取費較廉，每畝呎約自美金一・六三元至三・二五元。小規模蓄水庫之水，價值較昂，每畝呎約自三・三五元至四・八七元。其用屜水機汲升之水，高度自十五英尺至二十英尺者，每畝呎需費約一五元至三〇元。

意國政府現擬以美金三九二，二五〇，〇〇〇元，發展各項建設事業。其計劃以一八三，〇五〇，〇〇〇元，用於排水工程，五二，三〇〇，〇〇〇元，用於灌溉工程，其餘一五六，九〇〇，〇〇〇元，用於衛生道路教育等建設事業。完成之期定為十四年。

#### 西班牙 Spain

西班牙為歐洲農業最發達之國，除巴塞羅納 Barcelona 比爾波亞 Bilbao 兩省及境北一小部外，其餘之地，農產均甚豐富。西國耕地約為四七，八〇〇，〇〇〇英

畝，已實施灌溉者，約三，五〇〇，〇〇〇英畝。

由政府建築之較大渠道計有五處，灌溉面積，約一，一五七，〇〇〇英畝。由私人建築者，計有十處，灌溉面積，約四〇九，〇〇〇英畝。蓄水庫已由政府或私人建築者，其數在四十以上，總計蓄水量約一四〇，〇〇〇畝呎。

西國之重要灌溉計劃，在一九二五年及一九二八年間，先後實施者，亦有數處。其一在烏厄斯加Huesca及薩拉哥撒Zaragoza兩省上部，建築水庫，竣工後可溉田二二〇，〇〇〇英畝，其二在厄波羅Ebro之三角洲，用兩大渠灌溉以植水稻。其流量為三二秒立方公尺。其三為marismas灌溉區，在安達盧西亞Andalusia南部，導源於瓜達爾幾維Guadalquivir溉田面積約一九五，〇〇〇英畝。其四為熱音省Jaen之Trar.co蓄水庫，在瓜達爾幾維上游附近，一九二七年已正式開工，容量約為五〇〇，〇〇〇，〇〇〇立方公尺，用以灌溉熱音廣大之農田。其五為厄波羅協會，於一九二八年以美金一三，九二羅水五，〇〇〇元發展農田灌溉及墾闢荒地。其重要工程，係建築堰壩四座及水渠兩道。此外尚有厄波羅平原之灌溉計劃，以三十年為發展之期，灌溉面積約二，五

〇〇,〇〇〇,畝,約需工費六〇,〇〇〇,〇〇〇元,完工後每年可增加政府稅收達五,〇〇〇,〇〇〇元。

#### 葡萄牙 Portugal

葡萄牙土地面積為三五,七九六平方英里。現已實施灌溉者約一,〇〇〇,〇〇〇英畝。灌溉之水,多取於井泉及小河中。若用較低之水源,吸升至相當高度者,則用水車,牽挽之力,多資駟馬。

灌溉工程,多屬私人經營,惟地主因建築灌溉工程所需之各種機器,政府得酌量情形,予以補助。

葡境之南部,可資灌溉者約一,〇〇〇,〇〇〇英畝。其他在 Coa River Rib-eira das Cabras 及 Noemi River 流域者,計有七,二五〇英畝。灌溉實施後,每年生產約值美金八〇五,〇〇〇元。

#### 阿爾巴尼亞 Albania

阿爾巴尼亞多數之河流,均可利用以資灌溉。Elbasan 流域,為其唯一之灌溉區,面積約五〇,〇〇〇英畝。其他可資發展之地甚廣,惟因經濟枯竭,無力擴展。

國內大部分之灌溉事業,由政府特設機關管理之。具有由公司經營者,其工費由公司自籌,惟工款利息及機器費用,悉由政府墊付,工竣後由受益田畝,分期攤還。

#### 蘇俄 Russia

蘇俄土地面積,在歐洲者約一,六二二,五一〇平方英里,灌溉面積為五〇,〇〇〇英畝。境之東南部,及克里米亞 Crimea 等地,灌溉事業,較稱發達,該地每年雨量僅為二〇英寸,故非藉灌溉,無以種植。Volga, Don 及 Dnieper 等河,河床深下,導水工程,為費甚昂。其由政府舉辦之較大工程,有 Soliano Kuba 河之裕水庫,其裕水量為四,〇〇〇畝呎,溉地達六,〇〇〇英畝。

在克里米亞之地,灌溉多用水車,車輪直徑,平均為二十一英尺,每輪需馬數匹牽挽,每分鐘可出水一三七加侖,汲高距離為十七英尺。此外如 Noria 等,亦屬汲水之具,較上述水輪,更屬堅固,且效力甚宏,每分鐘可出水一八三加侖,汲高距離為十七・五英尺以上。兩類水車,施用於克里米亞一帶者,不下五〇〇處。水車之外,尚有用內燃機拖帶抽水機及風車等,灌溉面積不下一〇,〇〇〇英畝。境之東及東南兩部,亦有採用抽水機以資灌溉者。

蘇俄土地面積,在亞洲者為六,五六六,八六七平方英里。灌溉面積,最近未有精確統計,惟據數年前之調查,約為八,〇〇〇,〇〇〇英畝,其中在土耳其斯

坦 Turkestan 之南者，達六，〇〇〇，〇〇〇英畝，而足資將來發展者，尙不止此數。

Trano-caspia 之地，地面水甚形缺乏，故多利用地下水以資灌溉，惟須建築地下水道，以收蓄之。採用此法者計有一二〇〇處之多。是地農產以棉花香草爲大宗，香草每英畝可獲七·七噸，需水量每英畝爲二畝呎。其次爲木棉，每英畝需水量爲一畝呎強。

Margab 河流域灌溉工程，建築於十二世紀，長六十英里，溉田六〇，〇〇〇英畝，曾因遭毀壞而復建數次。現在導引水量，每秒僅一，五〇〇立方英尺，溉田六〇，〇〇〇英畝。

蘇俄五年實業計劃中，有中亞西亞之灌溉計劃，擬引伊利河 River Ily 及達爾達爾河 Syr Daria River 之水，開挖輸水渠約八十四英里以灌溉二，九六五，三〇〇英畝之地，而種植棉之用。已延請美國前墾荒局長台維司氏主持其事，並聘專家數十人，幫同設計。此項灌溉事業，約需工費美金六五，〇〇〇，〇〇〇元，工作之期，定爲三十個月，大概於一九三三年春，全區即可種植。

#### 匈牙利 Hungary

匈牙利土地面積，爲三五，八九二平

方英里，中有廣大平原，乃耕植良好之區。農田灌溉，始於一八二〇年，至一八七八年終，實施灌溉者，計有二七，一八〇英畝。自一八七九年至一九一八年，增加灌溉面積約三九，〇五九英畝，合計爲六六，二三九英畝。共用工費美金一，五〇〇，〇〇〇元，每英畝平均二十三元。歐戰後，灌溉區域之屬於匈牙利者，僅三五，〇〇〇英畝。

灌溉之地，以草原爲多，其中種植稻作物者，僅一小部分。灌溉工程，經地方長官核准後，即可施工。

#### 布加利亞 Bulgaria

布加利亞地居東歐黑海之濱，境之南部 Maritza 沿流域，有十四世紀所建築之灌溉工程，溉地在二〇，〇〇〇英畝以上。是河流域，土質肥美，地勢略帶傾斜，若能多開渠道溉地之面積，可增至六〇，〇〇〇英畝。此外在 Topolnitza, Luda-Yana, Strema 及 Kritchim 各河上，建築蓄水堰，所蓄灌溉水量，計達四〇〇，〇〇〇，〇〇〇立方公尺，幹渠總長三五〇公里，包括面積三二〇，〇〇〇英畝，并可發展六〇，〇〇〇馬力之水電。

#### 捷克斯拉夫 Czechoslovakia

捷克斯拉夫灌溉事業，甚屬幼稚。現已實施灌溉者，僅一四，三〇〇英畝，其

中農田之數爲二七〇，園圃之數爲二八〇，共用工費美金五七〇，〇〇〇元，每英畝平均約需工費八〇元。其中用渠道灌溉者，約一二，三五〇英畝，每英畝年取水費美金二角五分。用機力灌溉者，約二，〇〇〇英畝，每英畝年取費七元。井水灌溉，均用抽水機，平均汲高爲一一八英尺。

灌溉之地，大部分屬於灌溉協會。中央政府及地方政府對於灌溉工程之建築費，各擔任百分之三十，由受益地畝納稅攤還。亦可由省銀行發行公債，以充灌溉建築費之用。

#### 巨哥斯拉夫 Yugoslavia

巨哥斯拉夫之灌溉面積，在 Southern Serbia 及 Adriatic Basin 兩地者，共一二，〇〇〇英畝。其他在 South Serbia, Croatia, Bosnia-Herzegovina 及 Dalmatia 等地，估計尚有七〇〇，〇〇〇英畝，可供灌溉之用。此外種植地之在 Paronian 平原者，以排水工程爲多。

私人之灌溉事業，須受水利協會之審定，遇有較大之工程時，可以以水利協會之財產爲擔保，向銀行貸款，償還期自五年至二十年不等。再就受益田畝，由水利協會或由政府徵收，其應還之款，年息自九釐至一分。

## 辰、非洲各國

### 埃及 Egypt

埃及面積凡三八六，二〇〇平方英里，人口一四，一六八，七五六。灌溉事業，自古即稱發達。國主路巴伯夏民 Nubar Pasha 有言曰，『埃及問題即灌溉問題，』“The Egyptian Question Was the Irrigation Question” 蓋無灌溉，即無埃及人民，更無埃及文化。舉凡埃及政治經濟農業法律社會宗教，莫不受灌溉之影響。全國地勢，以在尼羅河 Nile 流域，大概低平，西南之部，則爲沙漠，其所恃以灌溉之唯一水源爲尼羅河。當河水盛漲時，水色朱赤，挾土極多，土性肥沃，有逾糞料。故國內可耕之地，均爲尼羅河之沖積地。埃及氣候，雨量稀少。開羅 Cairo 以南，且終年不見滴雨。以是之故，尼羅河自愛爾大壩 El Damer 以下，數千里間，並無支流匯入，成爲尼羅河獨有之特點。

尼羅河長約四千二百英里，流域面積約爲一百二十五萬平方英里。據最近二十年所測得之記錄，其在愛司灣 Aswan 附近之流量，每秒爲十萬零七千三百五十五立方英尺，最大時每秒爲四十四萬一千二百五十五立方英尺，最小時每秒爲一萬四千一百二十立方英尺。

境內墾殖之地，約共七，一六五，〇〇〇英畝，實施灌溉者，在五，〇〇〇，〇〇〇英畝以上。灌溉之法，共分二類。(一)爲塢蓄灌溉，Basin Irrigation (二)爲終年灌溉。Perennial Irrigation 終年灌溉之水源，或仰給於溝渠，或仰給於蓄水庫，下埃及耕地之全部及上埃及之一部共約四百零六萬四千英畝之地，均適用之。塢蓄灌溉，全恃尼羅河洪水期內之高水位，每年灌溉一次。上埃及大部分之耕地，共約一百二十八萬七千英畝，均用此種方法灌溉之。

一、塢蓄灌溉 塢蓄灌溉之法，由來甚古，其法將耕地圍築成塢以貯洪水，面積之大小，依地勢而定。流域較狹之處，約爲二千英畝，較廣之處，達二萬英畝，平均約爲七千英畝。塢之範圍，東西以河堤及沙蹟爲界，南北則以橫堤間隔，順河排列，各成系統，每系各有其引水溝渠以導洪水。大約每一溝渠，設有七八塢蓄之場，最後一場蓄量最多。溝渠之底，低於普通洪水位約三四公尺，高於枯水位者亦三四公尺。溝渠依河水漲落，定開啓堵塞之期。尼羅河自南徂北，流程甚長，故洪水漲落，上下游稍有參差，而溝渠之啓閉，亦隨之有先後。其極南之塢，年於八月中旬，開渠引水，於十月中旬，洩水播種

。倘洩水之時，河中水位仍高，可待其降落，再爲放出。極北之塢，遲至十一月終，亦可播種。至沿河高阜之區，以非值極大洪水，不能得淤，而極大洪水，百年間祇八九次，故其常年灌溉，因其本系引水渠水位之過低，須取給於其上游系統之引水渠，始能收漫溢之效。上游引水渠，與本系引水渠交錯處，以其水位有高下之別，不能混合同流，故須採用虹吸法，此埃及虹吸引水渠名稱之所由來也。

塢內蓄水深度，深者約三公尺，(九、八四英尺)淺者約三十公分，(〇·九八四英尺)平均深度爲一公尺。(三、二八英尺)儲蓄之時間，約四五十日。水既入田，泥土沉澱，以糞以調。故埃及農田不施肥料，而土力不竭，農產豐盛，所需之人力亦極微，其受賜於尼羅河者厚矣。

二、終年灌溉 終年灌溉之法，始於一八二〇年，爲埃及阿立伯夏氏所創辦。最初僅在埃及下游低地，開浚深溝，以導引尼羅河夏季低水位之水量，以灌溉木棉。自此法行後，木棉產量大增，灌溉面積亦日見推廣。惟尼羅河夏季流量，極不一定，若不建築水堰蓄水，以補其不足，尙虞有不敷灌用之時。迨愛司灣大堰告成，(蓄水量約二百萬畝呎)塢蓄灌溉之田地始漸多改爲終年灌溉者矣。

茲將尼羅河上建築較大之堰閘，列表如下。

名稱	地點	完成日期
Senner barrage	165哩 below Khartuin	1925
Aswan dam	590哩 above Cairo	1912(第一次加高完成之期)
Esna barrage	490哩 " "	1909
Nag Hamadi barrage	367哩 " "	1930
Assuit barrage	250哩 " "	1902
Dalta barrage	15哩 below "	1890
Zifta barrage	17哩 " "	1903

1. 愛司得堰 (Aswandam) 建築於一八九八至一九〇二年間，為埃及最重要之灌溉工程。堰頂高出水平基點三五七、二英尺，水面高出水平基點三四七、六八英尺，實際水深一二八英尺，總蓄水量為二六四兆加侖，共費工程款美金一五，〇〇〇，〇〇〇元。惟因灌溉面積，年有增加，恐水量或有不足之虞，復將堰加高至三七二、九二英尺，蓄水量增加至六六三兆加侖，迴水至一八五英里，于一九一二年建築完竣，此為第一次增高之堰工。一九二八年十一月，政府復議增加堰高，至四〇三、四四英尺，堰內水面增高至四〇〇、一六英尺，總蓄水量約一，三二〇兆加侖，即四，〇〇〇，〇〇〇畝呎，迴水至二三〇英里，約需建築費美金一二，五〇〇，〇〇〇元，收用土地及賠償一切損失約

需一〇，〇〇〇，〇〇〇元在外。預計此項工程，在一九三二年可以完成。每年大汛過後，開始蓄水，至翌年二月底或三月中旬蓄滿，即在四五六七等月間，放水溉田。每日供給上埃及田地，所需之水量，約為八百萬立方公尺，供給下埃及田地所需之水量，約為三千四百萬立方公尺。至七月底可將蓄水，完全用罄，八月時，洪水已至，灌溉所需，不必取給於水庫矣。

2. 愛司納堰 Esna Dam 在愛司得堰之北一百零五英里，建築於一九〇六至一九〇九年間，工程費為美金四百九十四萬三千一百元，係為大汛時迴水入渠，以利塢蓄灌溉之用。

3. 賴哈馬地堰 Nag Hamadi Barrage 此堰建築於尼羅河上，長約二千七百英尺，加西端水閘一段，寬一百六十七英尺。

堰底高度爲一九八、四四英尺，堰頂高度爲二三七、一四英尺。於一九二七年開始建築，第一期建築西端水閘及拱門十個，第二期建築河中拱門共五十個，第三期建築堰之東端拱門四十個，於一九三〇年六月底完全告竣。此堰完成後，尼羅河以西由塋蓄灌溉改爲終年灌溉之田地，約五十萬英畝，并增加尼羅河以東終常灌溉田地十一萬五千英畝，塋蓄灌溉三十萬英畝。其工程費約爲美金一千萬元。近復於東端增設調節水量機關，使水位高時，分流於 Hawis 及 El Tarif 兩渠中。其工程包括開鑿閘三十英尺，高二一、七英尺，長三千二百英尺之粉石岩地洞一道，其建築費約爲美金一，〇〇〇，〇〇〇元，預計一九三二年可告完成。

4. 愛瑞特堰 Assiut Dam 在開羅城南二百五十英里，伊布拉西米亞渠 Ibrahimiya 卽由此引水。此渠沿尼羅河西岸北行，直達開羅城附近，尼羅河流域西部，如費庸低地 Fayum 等，均恃以灌溉焉。

5. 三角洲閘河壩 Delta Barrage 在尼羅河三角洲之頂點，卽尼羅河東西分支處。用以供給並節制三角洲內三大幹渠之水量。此三大幹渠，卽伯海拉渠 Behera Canal 滿紐費渠 Menufia Canal 土費甲渠 Tewfikia Canal 是也。三角洲堰自一

八三三年起着手建築，至一八六一年完竣，其工程費約爲美金一千九百七十七萬二千四百元。但直至一八九〇年修理後方能使用。

6. 黎夫塔欄河壩 Zifla Barrage 在三角洲欄河壩下游五十英里尼羅河東支上，建築於一九〇一至一九〇二年間，其工程費爲美金一百三十一萬二千三百十元。此壩抬高水面約四公尺，爲低水位時，增加滿紐費及土費甲兩渠水量之用。

終年灌溉之田地，在夏季低水位時，需用戽水機之輔助者頗多。據威爾卡克爵士 Sir Willecock 之調查，在上埃及共有水車五千部，打水機一百十八部，共計馬力五千五百匹。下埃及共有水車三千三百餘部，打水機二千五百餘部，共計馬力三萬六千匹。每匹馬力車平均之戽水量以四百八十立方公尺計，每日戽水之總量，約爲一千七百四十萬立方公尺。

終年灌溉區域之不在尼羅河兩岸者，祇費庸 Fayum 一處。其地卽馬利斯湖 Lake Maeris 舊址，地勢低窪，在海平面三十英尺以下。古時尼羅河兩岸築堤，河身狹束，水面高漲，下游時遭汎濫，馬利斯王鑿河引水至此，藉資緩衝，遂以成湖。後因河身淤墊，而尼羅河槽，年益廣大，下游無汎濫之患，故改開墾區於此，得

良田三十五萬英畝。并藉白克加能湖，Birket Qarun及其與尼羅相通之運河，為調節水量之用焉。

塢蓄灌溉與終年灌溉，所需溝渠甚多。據最近之調查，灌溉溝渠及洩水渠，總長約一萬六千英里，茲分類列表於下。

	下埃及	上埃及	共 計
(1) 不通航渠道			
渠闊五公尺	3,380	3,540	6,920英里
渠闊五公尺至十公尺	997	1,036	2,033英里
渠闊十公尺以上	500	735	1,235英里
總長			10,188英里
(2) 可通航渠道			
渠闊五公尺以下	13	無	13英里
渠闊五公尺至十公尺	148	6	154英里
渠闊十公尺以上	610	224	834英里
總長			1,001英里
(3) 排水溝			
溝闊五公尺以下	1,430	1,570	3,000英里
溝闊五公尺至十公尺	378	151	529英里
溝闊十公尺以上	517	147	664英里
總長			4,193英里

埃及灌溉事業發達至於極點時，預計每年需水量約四〇,〇〇〇,〇〇〇畝呎。除一九一三年尼羅河流量最小外，餘均足用。麥司灣堰，雖經兩次增高，但蓄水量祇有四,〇〇〇,〇〇〇畝呎，倘遇極旱之年，仍感不足。故非於尼羅河上游，另謀蓄水之道不可。現在埃及政府在進行與計劃中之灌溉工程計有下列各端。

(1) 建 Nag Hamadi 堰。(將次完

工)

(2) 在 Gebel Aulia 白尼羅河上，建築蓄水庫。

(3) 在 Upper blue Nile 上建蓄水庫，藉以增加蘇丹之給水量，並可防洪。

(4) 在 Albert 湖上建蓄水庫，其蓄水量使適合於埃及最後之需要。

(5) Sudd 地方，修一渠道以引 Albert 湖之水至尼羅河。以上計劃，約可

于一九五五年完成。

#### 馬達加斯加 Madagascar

馬達加斯加在非洲東部，耕地約四，〇〇〇，〇〇〇英畝，實施灌溉以種稻者計一，五〇〇，〇〇〇英畝，灌溉多用渠道，取費甚廉。在 Betsiboka River 下游，間有私人利用機力灌溉者，其面積約一，二三五英畝。

法政府對於該地灌溉事業之進行，甚為努力，擬在此數年內，擴充至二，四七一，〇〇〇英畝。一九二六年政府預算在 Morondava 省繼續建築 Dubara 渠，以溉 Mahab 平原，包括面積約七四一，一三〇英畝。灌溉區之在 Tamatava 者，約三七〇，六五〇英畝，在 Mangoky River 三角洲者約七四一，〇〇〇英畝，均已測量完竣。除此較大之灌溉區外，尚有較小之灌溉區，辦理失敗者，政府亦為之建築渠道，并予以資助。

#### 法屬摩洛哥 Morocco

摩洛哥現有灌溉面積一，五〇〇，〇〇〇英畝，其主要之灌溉區，在 Fez, Meknes, Oudjda Marrakech, Haha-Chiadma, Sous 等地。此外可資灌溉之地，不下三，〇〇〇：〇〇〇英畝。政府擬辦之重要灌溉工程，係在 Sidi Sli mane 南二三英畝 El Kantera 谷口，建有翻水

堰，高一三二英尺，長四一二英尺，其水量可供發電及灌溉之用。

境之南部如 Doukkala, Abda 等地，河流稀少，灌溉之水，多取於井。東部，如 Meknes 附近之地，及 Oued Sebou 之下游，用機力灌溉者，占百分之十五，間有土人仍用舊式水車，以牲口牽挽者。

政府之四年鑿井計劃，截至一九二八年止，開鑿完全成者，祇十七眼。在 Doukkala 之地，鑿深之度，自一九八英尺至三二八英尺不等。在 Mazagan 附近，鑿深約五九英尺。在 Matal 山之麓，鑿深自一三英尺至一六、五英尺即可見水。大多鑿井甚深，為費昂貴，故井水灌溉，頗難發達。

摩洛哥各地，從前雖有灌溉工程，但規模甚小，建築復甚簡陋。年來法政府對於灌溉事業，竭力經營，不但將可資灌溉之區，加以測量及探討其水源。同時對於灌溉工程及水力建築，亦計劃詳盡，故發展頗速。

#### 英屬南非聯邦國 Union of South Africa

南非聯邦國灌溉工程之計劃及其建築，截至一九二六年底止，共約二，四一五處。其中九八二處為導水工程，九九七處為蓄水工程，四三六處為打水工程。擬聯

邦灌溉局一九三〇年之報告，境內已墾之地計一一，〇〇〇，〇〇〇英畝，待開闢者為數尚夥。已實施灌溉者，約一，〇〇〇，〇〇〇英畝，僅占墾地面積十分之一。其中由中央政府舉辦者，約五〇，〇〇〇英畝，由地方政府舉辦者約二〇〇，〇

〇〇英畝，其餘均屬私人或公司舉辦。中央政府與地方政府支出之工費，合計約為七百萬鎊，私人及公司支出之工費共約為五百萬鎊。茲將其墾闢名稱種類高度建築費蓄水量及灌溉面積列表於下。

名稱	種類	高度	建築費	蓄水量	灌溉面積
			鎊	畝呎	英畝
Hartebeest port	Concret Arch	193 英尺	600,000	123,232	31,828
Lake mentz	Gravity	116	560,000	89,319	36,309
Tarka	"	114	564,000	57,649	26,036
Van Ryneveldo Pass	"	152	320,000	64,190	18,000
Kamanassie	"	144	420,000	31,110	26,873
Grass Ridge	Eerth	96	176,000	62,450	70,662
Bon Accord	"	60	115,000	9,183	1,823
Olifants River	Barrage	40	90,000	5,000	14,000
總計			2,845,000	442,133	175,531

灌溉渠道表

名稱	長度	建築費	最大流量	灌溉面積
	英里	鎊	秒呎	英畝
Olifants River	180	544,000	150	14,000
Van Ryneveldo Pass	60	90,000	166	18,000
Harlow	28	53,000	40	3,200
Scanlen	30	50,000	50	3,500
Kamanassic	150	306,000	180	26,873
Hereford	34	34,000	100	8,000
總計	482	1,077,000	686	73,573

## 法屬阿爾及利亞 Algeria

阿爾及利亞耕地中，實施灌溉者，約四〇〇，〇〇〇英畝。其灌溉工程之數，不下一千處。中有蓄水庫七座係於最近數年中完成，專以灌溉 Cheliff, Relizane, Saf-Saf, 及 Edgar Quinet 諸平原者。尚有一座係建築於 Cheliff 河支流之上，其蓄水量為三〇〇，〇〇〇，〇〇〇立方英尺，溉田七五，〇〇〇英畝，計需工費七五，〇〇〇佛郎。其在計劃中之蓄水庫計有三座，蓄水量共二九七，〇〇〇，〇〇〇立方公尺，約可溉田一五二，五〇〇英畝。

建築費之由政府支出者，一八八九年至一九〇一年中共四八〇，〇〇〇佛郎，一九〇一年至一九二一年共一，五〇〇，〇〇〇佛郎，一九二一年至一九二三年共二，七〇〇，〇〇〇佛郎，一九二四至一九二九年，約二五〇，〇〇〇，〇〇〇佛郎。平均每年支出之工費為四〇，〇〇〇，〇〇〇佛郎。

## 埃及蘇丹 The Sudan (Anglo-Egyptian)

埃及蘇丹土地之面積，共一，〇一四，五九三平方英里。白尼羅河貫其中部，青尼羅河自Abyssinia由流至Khartum，與白尼羅河會合，成尼羅河正流，在Wa-

di Halfa入埃及境。境內堰之大者有二，一在Khartum南一七〇英里，一在Khartum南二四英里。在一九二五年至一九二六年，木棉灌溉道域，為二〇〇，〇〇〇英畝，其中分為八〇〇區，每區僅三〇英畝。自Sennar Dam告成後，灌溉面積增加至四五〇，〇〇〇英畝。

## 巴 海洋洲各國

## 澳大利亞 Australia

澳大利亞之灌溉事業，其規模較大者，均特設機關管理。兩省毗連之地，則由兩省合辦。計境內現已實施灌溉之面積，約一，〇〇〇，〇〇〇英畝。其中以維多利亞Victoria為最多，約五〇〇，〇〇〇英畝，南澳大利亞次之，South Australia約一五〇，〇〇〇英畝，新南威爾斯New South Wales又次之，約一〇〇，〇〇〇英畝，其他如苦因士蘭Queensland塔斯馬尼亞Tasmania等省約自一，〇〇〇至五〇，〇〇〇英畝不等。

維多利亞省灌溉面積中，以吉爾伯尼Goulburn灌溉區為最大。其導水堰係建築於一八九一年，長約六九五英尺，有面積二〇〇平方英尺之閘門三十一處，以供排洪之用。堰內蓄水量約三三三，四〇〇畝呎，以兩渠導引至灌溉區。

前此澳境內灌溉事業之管理權，係屬

於地方社會，今則由水道委員會管理之。截至一九二四年八月止，由該會支出之工費共美金三四，〇七八，三二〇元。

南澳大利亞之灌溉面積中，以墨累河 Murray River 灌溉區為最大。據一九二五年之調查，約為一八，一八五英畝，分配於一，一三七農戶。區內係用機力灌溉，共需七，六五三馬力，抽水機之出水量，每小時為一二，〇〇〇，〇〇〇加侖。

新南威爾斯灌溉面積中，以Murrumbidgee灌溉區為最大。其蓄水堰在 Murrumbidgee 河上，以渠道引水下行以溉田地。預計受溉之田，當可達三五九，〇〇〇英畝，現已灌溉者約一〇〇，〇〇〇英畝。

#### 檀香山羣島 Hawaii Islands

檀香山羣島，共有土地六，四四九平方英里，現有灌溉面積二〇〇，〇〇〇英畝。大部分均種甘蔗，每英畝之田，約可產甘蔗五噸，價值美金六〇〇元以上。境

#### 參考圖書

- Foreign Markets For Irrigation Machinery and Equipment, : United States  
Department of Commerce, 1929  
Annual Reports : U.S. Bureau Of Reclamation  
Engineering News Records : 1928—1931  
Administration Report For The year 1927—28 : Public Works Department  
Bombay Presidency

內受溉之地，較未受灌溉者，其農產量約增加百分之七十。

目下灌溉之甘蔗田地，均屬私人經營。灌溉之水，大部利用機力，取水於井。

#### 紐絲蘭 New Zealand

紐絲蘭現有灌溉面積七〇，〇〇〇英畝。其中由政府經營者，約四七，〇〇〇英畝，由私人辦理者約二三，〇〇〇英畝。其他可資灌溉之區，尚有三四三，〇〇〇英畝。政府所辦十一處之灌溉區，業已支出工費美金三，二三三，三一四元，預計尚需完工費三，二七六，七七四元。最近政府每年支出之費，平均為美金五〇〇，〇〇〇元，其每畝之建築費，約為七五元。

灌溉之法，除一部分利用渠道灌溉外，其他均屬機力灌溉。用水電抽水機者約四，〇〇〇英畝，用油機汽機者約六五，六〇〇英畝。

Administration Report for 1928—29 : Government Of the Punjab, Public  
Works Department

Use Of Water in Irrigation -- Fortier

Proceedings Of The World Engineerings Congress, Tokyo, 1929 Vol. × I— × II  
Public Works : Part 3—4

Transactions Of The American Society Of Civil Engineers, 1927—28

Egyptian Irrigation -- Willcocks And Craig

萬國農事統計年報

灌溉新編：新中工程公司著

工程雜誌：中國工程學會

灌溉事業概論：張自立

# 水利 HYDRAULIC ENGINEERING

中國水利工程學會印行

PUBLISHED MONTHLY BY THE HYDRAULIC ENGINEERING SOCIETY OF CHINA

## 本刊定價表

零售 每冊二角

預定 半年六冊連郵費一元二角

全年十二冊連郵費二元四角

國外全年起定連郵費二元六角

例刊告廣刊本					advertisement rates		
普通 前正 後文	上等 前畫圖	優等 面及內封 面對面	特等 後面底 面之封	等 次 地 位	POSITION	Rate per insertion	
						FullPage	HalfPage
十六元	二十元	二十四元	四十元	全 頁	Outside Back Cover	\$ 40.00 Mex	—
九元	十一元	十三元		半 頁	Inside Front Cover	24.00 "	—
					Opposite Inside F't Cover	24.00 "	13.00
					Opposite Pictorial Page	20.00 "	11.00
					Ordinary Position	16.00 "	9.00

<p>（一）特等廣告四色影印由本會代為繪圖不另取資</p> <p>（二）除特等廣告外其餘均用白紙印月刊正文之本色</p> <p>（三）如用色紙或其他彩印價目另議</p> <p>（四）繪圖製版工價另議長期不更換者祇取一次費</p> <p>（五）長期廣告取費從廉</p> <p>（六）廣告費先收後登</p> <p>廣告總經理處上海霞飛路一四四號朱浩元先生</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Long term insertions are subject to the following rates of discount. Full Year (12 insertions) 20 % Half Year (6 insertions) 10 %</li> <li>2. For the outside back cover four colors are allowed with copies and blocks supplied free.</li> <li>3. For other positions only one color is allowed and blocks are charged according to current price.</li> <li>4. Special quality of paper may be supplied with additional charges..</li> <li>5. Payment shall be made before every insertion.</li> </ol> <p>Shanghai Office: 144 Avenue Joffre,</p>
---	--

# 中國水利工程學會章程

## 第一章 總則

- 第一條 定名 本會定名為中國水利工程學會  
第二條 宗旨 本會以聯絡水利工程同志研究水利學術促進水利建設為宗旨

## 第二章 會員

- 第三條 本會會員分為會員、仲會員、名譽會員、機關會員、贊助會員五種，其資格如左

- (一) 會員 八年以上之水利及土木工程經驗（其中至少三年以上為負責工作）經會員二人以上之介紹，經董事會之通過得為本會會員  
國立省立或教育部立案之私立大學、學院、獨立工程學院畢業生認為三年工程經驗  
舊制工業專門學校及新制工業專科學校畢業生認為二年工程經驗  
研究院工程學術研究工作每足一年認為一年工程經驗  
專門工程教授副教授每足一年認為一年工程經驗  
負責工作以負責之獨立設計施工為標準  
教授副教授之工作認為負責工作，不受人指導之研究工作著有成績者認為負責工作
- (二) 仲會員 三年以上之水利或土木工程經驗，經會員二人以上之介紹，經董事會之通過得為本會仲會員。仲會員具有會員資格時得正式請求升格，由董事會審查核定之
- (三) 名譽會員 凡對於水利工程學術有特殊貢獻者，經董事會之提議及年會之通過得被舉為本會名譽會員
- (四) 機關會員 凡有關水利工程之機關、學校或團體，經會員二人以上之介紹，經董事會之通過得為本會機關會員
- (五) 贊助會員 凡對於本會有特殊贊助者，經董事會之通過得被舉為本會贊助會員

## 第三章 組織

- 第四條 本會組織分為（一）董事會（二）執行部（三）特種委員會（四）分會
- 第五條 董事會 由會長、副會長、總幹事及董事六人組織之會議，由會長主席，董事任期二年，每年改選三人
- 第六條 執行部 由會長、副會長、總幹事各一人組織之

- 第七條 特種委員會 本會為保管基金、發行刊物、介紹職業、徵求會員及其他事項，得由會長指派特種委員會辦理之

- 第八條 分會 凡會員十人以上同處一地者，得由董事會之認可組織分會，其章程得另訂之，但不得與本會章程抵觸者為限

## 第四章 職權

- 第九條 董事會之職權如左  
(一) 決議執行部所不能解決之重大事務  
(二) 審查新會員資格並通過之  
(三) 認可分會之成立
- 第十條 會長、副會長、總幹事之職權如左  
(一) 會長總理本會會務  
(二) 副會長襄理本會會務，會長遇不能到會時其職務由副會長代之  
(三) 總幹事處理本會日常事務並掌管一切文書會計事宜

## 第五章 會費

- 第十一條 本會會費如左  
(一) 會員 入會費十元，每年會費八元，如一次繳足一百元者得永久不取年費  
(二) 仲會員 入會費五元，每年會費四元  
(三) 機關會員 中央機關、國立大學校及全國性質之團體入會費一百五十元，常年會費一百五十元，省市機關學校及全省性質之團體入會費一百元，常年會費一百元，其他機關或團體入會費五十元，常年會費五十元
- 第十二條 各項會費得由分會代收，彙繳總會，但會員及仲會員常年會費半數得留充分會經費

## 第六章 選舉

- 第十三條 本會每年選舉事務由董事會派司選委員辦理之
- 第十四條 董事會、副會長、總幹事由司選委員提出二倍人數，由年會或用通訊方法選舉之
- 第十五條 名譽會員、仲會員、機關會員及贊助會員均無被選舉權

## 第七章 開會

- 第十六條 年會 本會每年開年會一次，其時間及地點由上屆年會議定，但必要時得由董事會更改之
- 第十七條 董事會 常會每月舉行一次，臨時會由會長召集之

## 第八章 附則

- 第十八條 本會會章得由會員十人以上之提議，經年會通過後修改之