

年

卷

期

9

5

第

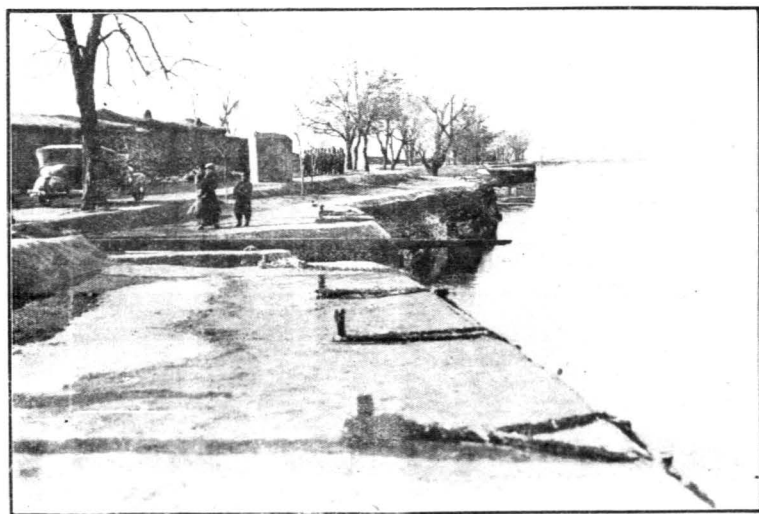
第

28 OCT 1935

T-31

水利

第九卷 第五期



河北黃河之護岸埝工

中國水利工程學會發行

中華民國二十四年十一月



中國水利工程學會

總幹事通訊處：

杭州浙江水利局

出版委員會通訊處：

南京梅園新村三十號

董 事 會

李儀祉	開封黃河水利委員會	張含英	開封黃河水利委員會
陳懋解	南京建設委員會	須 愷	南京導淮委員會
李書田	天津華北水利委員會	沈百先	鎮江江蘇建設廳
張自立	杭州浙江水利局	孫輔世	南京揚子江水利委員會
汪胡楨	南京梅園新村三十號	陳洪恩	南京全國經濟委員會
宋希尚	南京市工務局	徐世大	天津華北水利委員會
周象賢	杭州市政府	彭濟羣	天津華北水利委員會
許心武	開封黃河水利委員會		

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(委員長)	顧世楫	李儀祉	張含英	周鎮倫
職業介紹委員會	須 愷(委員長)	孫輔世	宋希尚	李書田	陳懋解
會員委員會	陳洪恩(委員長)	洪 紳	陳澤榮	徐世大	蕭開瀛
會所委員會	余籍傳(委員長)	汪胡楨	盧恩緒	林平一	沈百先
基金保管委員會	李儀祉(委員長)	張自立	孫輔世		

機 關 會 員

建設委員會 江蘇省建設廳 導淮委員會 華北水利委員會 永定河河務局 中央大學 內政部 交通部 唐山工程學院 河北省建設廳 浙江省建設廳 修浚閩江工程局 揚子江水利委員會 山東省建設廳 陝西省水利局 河北工業學院 浙江省水利局 建設委員會模範灌溉管理局 北洋工學院 南京市工務局 北方大港籌備委員會 全國經濟委員會水利處 黃河水利委員會 湖南大學 浙江大學 廣西省政府經濟委員會 全國經濟委員會水利委員會

中心問題研究委員會

第一組	各地灌溉需水量	孫輔世(主任委員)
第二組	黃土渠渠槽之臨界速度	沈百先(主任委員)
第三組	民船運輸成本	陳懋解(主任委員)
第四組	水利建築之設計標準	李書田(主任委員)
第五組	各河流之洪水峯	張含英(主任委員)

啓新洋灰有限公司

製造

馬牌「坡德崙」洋灰
塔牌

成色遠過英國新標準

特製 水利工程適用

抵抗海水 凝 特種洋灰

工廠 河北唐山市

工廠 湖北大冶縣石灰窰

總事務所 天津法租界海大道

營業部 上海北京路二百號

南部支店 漢口法租界寶華里四號

漢口支店 漢口法租界寶華里四號

南辦事處 京 中山北路司法院對面

北平支店 北 前門外打磨廠大口北

MALCOLM & CO., LTD.

英商馬爾康洋行

本行在華創立多載經售歐美名廠抽水幫浦、水閘、水門、引擎、冷幫、鍋爐、瀘油機器、標準水表、鋼板鐵條、火車引擎、機關車頭、自來水管以及一應五金材料并聘有技術專家代客設計規畫各種建設工程如蒙
賜顧或垂詢一切無不竭誠歡迎

事務所

上海四川路匯豐大廈
香港車打道中

≡ HUME PIPE ≡

請採用「恆美」機製溝管

出品

普通水泥溝管
鋼管水泥溝管
鋼製自來水管
鋼泥自來水管

優點

鑄造準直
管壁堅實
減少水頭損失
堪受任何壓力

恆美鑄管(遠東)有限公司

總經理 上海 香港 馬爾康洋行

上海市教育局令
中等學校學生一律採用

New and Revised Edition
MODEL ENGLISH-CHINESE DICTIONARY
With Illustrative Examples

英漢模範字典

求解作文兩用

單 字 由三萬五千增至四萬以上
複詞例句 由十一萬條增至十二萬條以上
附 錄 由四種增至六種計一萬條
頁 數 由一千四百增至一千七百餘

漢文釋註 明白確當

閒時翻閱 獲益無窮

本書為英漢字典中唯一創作，易翻譯為編著，純從國人研究英語者之應用方面為取材標準，故「不唯為讀者得良師，而又為作文得南針」。其特色甚多，就其釋註而言，以博採衆長，簡明確當取勝。單字依其詞性，分條註釋，明若列眉；複詞成語及其所附多量之例句，各繫以淺易暢達之漢譯；字之用法有須詳細解釋者，益以漢文註解，以盡其意。讀者尋釋釋註，既得字之真詮，而又獲知單字複詞及普通成語在文法上之用法，無須另檢他書。匪特節省讀者時力，增加研究效率；即在閒時信手翻閱，亦可獲益無窮。

頁餘百七千一 印紙典字 冊一裝精面布硬

定價 二元 五角
特價 二元 五角
郵費 一角 五分
裝費 一角 五分

止截底月十至期展

增訂本

張世鑿 厲志雲
平海瀾 陸學煥

▼編著者

商務印書館最新出版

水 利 月 刊

第 九 卷 第 五 期

中 華 民 國 二 十 四 年 十 一 月

目 錄

本 刊 文 責 由 著 者 自 負

21 編輯者言 (汪胡楨)	286
22 固定黃河河床應以何水位為標準? (李儀祉)	287 ⁹²
23 固定黃河河床先從改除險堤入手議 (李儀祉)	293 ⁵
24 鞏固隄防策 (李儀祉)	296 ⁸
25 華北之農田水利 (張 焜)	299
26 鄱陽湖星子至湖口間深水道工程計劃 (全國經濟委員會水利處) ...	340 ¹¹
附 錄	
本會耕硯論文獎牌之起緣 (李書田)	373

編 輯 者 言

本期月刊得李儀祉先生近著特多，至爲慶幸。關於黃河治導之理論，今已漸入具體化時代，此皆李先生不斷的努力有以致之，固已爲國人所共見。蓋黃河自入豫境，地平土疏，流勢散漫，古人誤解不與水爭之義，祇知遙築隄防以拒洪水，而不知導引各級正溜於一定軌道之中，使造成固定之河槽，馴致偌大河流，而僅通人力小舟，決隄之慘，則無代蔑有，與言及此，良勝慨然。近一二十年來，國人咸知黃河非根本治理不爲功，然如何而後可以根本治理，則言者苟非信口開河，即囁嚅不能出諸口，此實治導理論尙未純熟所致耳。本期李先生提出固定河床應以造床水位爲標準，暨固定河床應先從改除險隄入手二義，並創河流波動之學說，皆有關治河理論之作，願讀者詳加研究，並以意見付本刊發表。

鞏固隄防策，亦李先生近作之一。隄防本非治河之工具，其最大效用僅爲範束洪水使不爲農田之害而已。不幸吾國黃河永定諸河因昔人治非其道，以致水落則無槽，水漲則頂冲隄防，於是隄防之加高培厚守險下埽遂成爲主要河工。本末倒置，莫此爲甚。然卽以此項工程而言，亦從未設法改善，化險爲夷，其甚者反橋揉造作（如董莊之江蘇壩）貽害無窮。則此文之作，亦足爲今日從事河防者之借鑑矣。

張炯所著華北農田水利，爲其精心研究所得，從事灌溉及排水工程者不可不加以瀏覽。鄱陽湖星子至湖口間深水道計畫，係治導河流工程之一例。雖設計資料，均係實地測量所得，然河流力學，玄奧莫測，尙待加以試驗，方敢作爲定論也。

固定黃河河床應以何水位爲標準

李儀祉

恩格爾斯指示吾人以治河之法曰：固定河床。固定河床應以何等河床爲標準？曰：固定中水河床。是蓋在德國各河俱有數十年水文歷史。故日日之所觀察，月取其均焉，月月之所觀測，歲取其均焉。積若干歲之均而均之，則所謂中水也。又有所謂常水者，則在其上者與在其下者之水位機會均等而又與中水不同也。

在乎黃河則中水尙未能如滌泗，潑爾貝等河之早已確定也。一因除陝縣水文站有十餘年歷史外，其他各站，尙皆新設，不過一二年，二因黃河河床變遷甚速，往往去年刷深之處，今年又淤高；一隆一污，輒在一二公尺，或更有甚焉，故其流量相若也，而今年水位高於去年者已多。以是之故，研究黃河水位，較之世界其他諸河更爲複雜，非有相當時期，不易斷定何者爲中水也。

然則吾人應拘拘於恩格爾斯之教訓，斤斤於探求中水，中水未得，則固定河床之工事，姑置不談乎？余以爲不然。在余所著「黃河治本之探討」中，姑以流量六千立方公尺爲治單式河槽之標準，不過約舉之以爲事例耳，固云未爲定論也。願治河之工事非可久待。尤以黃河天然之事實，不許吾人從容設計，以求周密。余故有「固定河床應先從免除險工着手」一文。其意在於全河先爲之固定若干結點，使結點爲河槽必由之路，而於結點之間則先固定其河床之一面，以爲引導。其他一面則待事實告吾人以需要，而逐次固定之。如是則不待中水問題之決定而固定河床之工可早興也。

且余以爲恩氏「中水」之說，亦不過示吾人以概要而已，非必拘拘然唯中水是守。矧黃河挾泥沙最多者也。欲固定一槽使常守之而不冲刷不淤填，則又烏能捨泥沙問題不顧而唯水位是求，如是則失恩氏

之意矣。

河流攜帶之重質（按 Singer 命名 *Schwerstoff*）浮游者泥也，或謂之浮游質（*Sinkstoff, Schlamm, Trubung, Schwebestoff*）轉徙者沙也，或謂之轉徙質（余舊譯為推移質 *Geschiebe*）。挾此等重質而與流俱下者，河水之拖帶力（日人譯為押轉力）也。命是力為 S ，水深為 t ，河水坡度為 J ，則按 Du Bois

$$S = 1000tJ \text{ kg/m}^2$$

水槽之挾者 $S = 1000\alpha tJ \text{ kg/m}^2$

而按之 *Schoklitsch* 河寬 $b > 3t$ 時按之 *Leiner* $b > 10t \text{ max}$ 時 α 之值已幾等於 1 0 在乎大 $\alpha = 1$ 無可置問。

河幅單位（如一公尺）命為 dx ，其每秒輸沙之量，名曰 *Geschiebetrieb* 按之 Du Bois 其量為

$$q = \psi S(S - S_0)$$

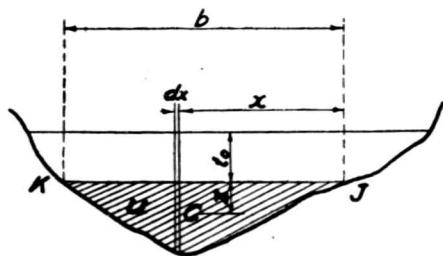
以重量或容積計之俱可。 ψ 名曰挾沙係數； S 為實有之拖帶力； S_0 為限度之拖帶力（小於 S_0 者沙即停。）

全幅橫斷面每秒所輸之沙量為：

$$G = \int_0^b q dx = \psi \int_0^b S(S - S_0) dx.$$

$$= (1000J)^2 \psi \int_0^b (t - t_0) t dx.$$

b 為河幅之寬，只計其輸沙有效之一部（視圖）



t_0 即限度水深 ($S_0 = 1000t_0 J$) 也。Kreuter 命 $\frac{G}{\psi} = G'$ 又命

$$\int_0^b (t-t_0) t dx = Sm \text{ 為行沙率 (Mass der Geschiebebewegung) 而積為算式:}$$

$$Sm = u(t_0 + 2z).$$

u 為橫断面中在 t_0 下之一部份面積。 z 為 u 面重心之深。Kreuter 以厚紙剪為 u 面，而懸秤之以求其重心之所在。詳見 Kreuter, der Flussbau.

Schaffernak 以為 DuBois 之定律，僅可施於細小勻合沙粒。且 ψ 之值為難定也。伊另立一算式如下：

$$G = a u_s^2 - u_0^2$$

u_s 為底速率， u_0 在一定之沙質中為恆數，而 $u_s^2 - u_0^2$ 在細沙類不問其沙粒是否一率皆可用 (Zeitschrift für Bauwesen, 1923, H. 7—9) Schaffernak 計算 u_s 用下式：

$$u_s = k \cdot (tm^J)^\alpha \text{ 或 } u_s = k(hJ)^\alpha$$

式中 k 及 α 皆為係數； $k=0.45-0.66$ ，平均 0.63 。 α 之值為恆數可計為 0.5 而 tm 為平均水深。

一年中經過河流一橫断面輸沙之量命為沙運 Geschiebefracht 以 Q 代之；一年中經過河流一橫断面輸水之量命為水運 Wasserfracht 以 W 代之。

按之 Singer:
$$g = \frac{1000a}{w}$$

g 之值，驗之於各河而各不同。Schoklitsch 按 Singer 所觀察而立為算式：

$$Q = \Delta(WF)^{0.2}$$

以為難估之資藉。其中 F 為流域面積，以平方公里計， Δ 之值，按河流情形不同

$\Delta=100$ 河流恆壺，河岸固定，流域草木遍覆者適用之。

$\Delta=600-1000$ 大河流，流域由各種地質世系成者適用之。

$\Delta = 1610 - 4000$ 荒溪類之流水，侵蝕甚烈者適用之。

以泥沙之關係求河流之橫斷面，可分為二綱：

(一) 小規模之設計，如裁灣取直，改良河流一段，引水渠三類。

於河流中覓一模範段，其水運為 W ，沙運為 Q ，水面坡度為 J 。新河中之水運為 W_n ，沙運為 Q_n ，水面坡度為 J_n 。

則在

(a) 裁灣取直段，(b) 改良河流段，(c) 引水渠段，應令：

$$W_n = W \qquad W_n = W \qquad W_n < W$$

$$J_n > J \qquad J_n = J \qquad J_n = J$$

$$Q_n = Q \qquad Q_n = Q \qquad Q_n = Q$$

(二) 大規模之設計。若為長久計而使泥沙運輸之量恆持一律，則須探求河流水位中之一種，在泥沙運輸時期不變，其功率不變。

(Krapf)

此水位也 *Schaffernak* 名之曰造床水位 (*Bettbildender Wasserstand*)。

Schaffernak 在奧國曾經作過許多治河計劃，即以此為標準 (*O.W.B.* 1919, H.41 u.42)。

所謂造床水位者謂在長久時期中 (一年) 對運輸泥沙影響最大之水位也。

命在一種水位 h 或其上下若干，一日間運輸過之泥沙量為 M ；一年中 h 水位 (或其上下若干) 之日數為 T 則

$$M \cdot T = f(h)$$

而所謂造床水位者，即可令 $f(h)$ 之值達於最大之一水位也。若與 M 以與 q 相同之式，命

$$M = C \psi S (S - S_0)$$

式中 $C = 86400$ ，如此則

$$\max(G'T) = C \psi \max S (S - S_0)$$

為求一天然河槽之寬 B 可以容納較小之洪水計 *Sohoklitich* 根據

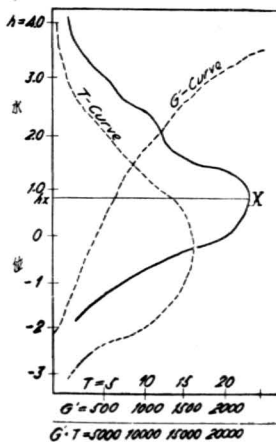
一百九十計算出之河流橫断面,立為下式:

$$B = \beta W^{0.6}$$

式中 W 為一年中之輸水量, β 之值在 0.0000078 與 0.000282 之間, 平均為 0.000134 。

今為計算黃河橫断面計, 宜先有以下之工作:

- (一) 經多次測驗確定 S_0 之值, 確計各種水位時 J 之值, 由 $S = 400ct_0, J$ 得 t_0 之值。
- (二) 由各種水位之橫断面求 u 及 Z 之值, 並以求 S_m 。
- (三) 由 S_m 求 $G' = \frac{G}{\sqrt{S}}$ 之值, 以按各種水位, 畫為曲線 (G' -Curve)。
- (四) 求一定水位 (或其上下若干) 一年中之延時 duration, 而作水位延時曲線 Curve of duration, of Certain Water Stages。
- (五) 求各種水位一年中出現之日數而作水位頻數曲線 Curve of frequency (T -Curve)。



(六) 由 G' 及 T 之相乘積,作曲線 ($G'T$)-Curve, 其曲線內之面積,即為一年中之沙運,其最大值 (\times 處) 所當之水位即為造床水位 h_x 。

(七) 根據造床水位,以轉 S_m 及 W 之新值,及其相當之 J 。

(八) 以新求得之值,由

$$W = Ak \sqrt{t \cdot J}$$

可得 k 之值。 A 為橫斷面積。

(九) 確定 W, J, k 各值後,再由

$$G' = \frac{G}{\sqrt{v}} = (1000J)^2 \cdot S_m = (1000J)^2 \cdot u \cdot t_0 + 2z$$

以計算新橫斷面式。

以上諸算式,俱見 Wayranch-Strobel, *Hydraulisches Rechnen* 完全計算出之實例,見 O, W, B, 1919, S, 482ff

故知固定河床,非僅舉中水位以為標準之簡單也。

固定黃河河床先從改除險隄入手議

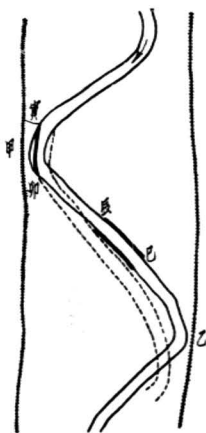
李儀祉

恩格爾斯固定河床之主旨在於免除險工。而現有之險工，計河南境內凡若干處，河北境內凡若干處，山東境內凡若干處，不思設法以改除之，則年年春修夏防，所費甚多而為患無已，故不若先就此等險隄施工，以改除其險劣之况，使險化為夷，則治工之效可以速見。

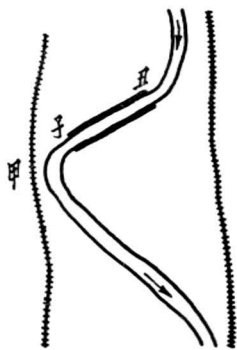
凡治河治其一處，則其上下游皆受其影響而生變化。其變化或良或劣，頗難定也。故治工之施，宜兼顧上下游，而尤須自其最劣處起手，使劣可變為良，而其良者不至變為劣。例如圖一甲處為險劣，若不待甲處險劣之改正而先固子丑段之河床，則水之溜向為子丑段固定之槽所束馭，而甲處險劣永無改正之期矣。反是若先改正甲處河床固定寅卯段如圖二，則河勢向下游伸展，乙處坐灣其勢亦必改變。但甲處灣既平緩，則乙處之灣亦必變而平緩。是甲處施工不致乙處變劣而或可望其變良。又若先

固定辰巳段而後改正寅卯段，則河勢因寅卯段之撥正，勢須在辰巳固定段之上端衝決改道，而置辰巳段固定工程於無用之地，不如先改正寅卯段，使其下游自行演變，至其勢已定，而後固定之，則可以一成而不變矣。

固定河床，最費斟酌者，即固定兩岸之寬度。但



圖二



圖一

固定河床，最費斟酌者，即固定兩岸之寬度。但

改正險隄處之河道，則可先固定其一面，（即凹面）是可立時動手，徐察其對岸之演變，而作後來之固定計劃。

河流如富有彈性而長之鋼條，振其一處，則波動傳及全體。如圖三甲但如於鋼條中，擇數點而符固之，則波動必見制於此等固定點而推移於其間。其波距亦變而低小，故若擇定三省黃河中數處險工段先為之改正，繼加以固定，則以此數處為固定點或名結點 knot points 則結點間之河流庶易於就範矣。

所謂改除險工者，改正之後，險工即可歸於烏有，而被除去也。除去一險工，同時無使發生新險工，則少去一險工之歲修歲守費，全河險工完全除去，則全河修守之費可大省矣。

改除之法可分為二種

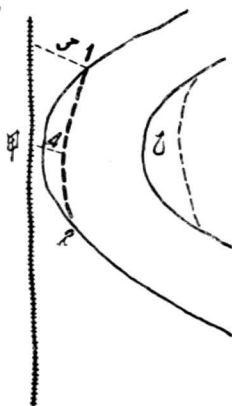
一、改緩兜灣 如圖四甲處兜灣可用順水壩 12

改緩。

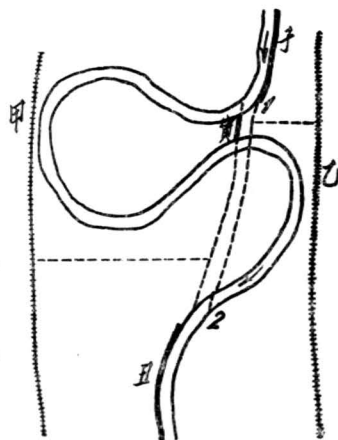
圖三 壩以

石或梢石合為之。壩後之空或以挖河之泥填之，或壩身留缺口令自然淤填。壩後可添作 34 等土或石埂以增其強。

二、裁灣取直 如圖五甲乙二處險工可裁灣取直，使改行 12 之道以除去之。裁灣取直挖河道雖



圖四



圖五

甚費工，但可先挖引河一道利用水力使自沖寬。於此等工程則挖好引河以後，再固定子丑二處各一面河岸。需要時寅處亦可加以固定。兩旁灘地加以保護，其工則埋石種樹而已。

河防段全長二千餘里，勢不能自頭至尾之河床完全加以固定。即能亦不能同時舉辦，勢必有先後緩急之別。然則何處應加固定？何處可以不需？何處應先着手？何處應後着手？是又不能不加以審擇。本篇之所謂結點，即以爲審擇先後之標的。但余之所見是否合理亦尙未敢自必。故先提出此意，以供同人之研究。若果屬可行，則可由本會工務處先行研究審度，應當以何處爲結點，再規劃改除之法，即爲設計而不待治本設計之完成，即可於最初二年至三年中先從事於險工之改除，以全力赴之。庶治功得以先見焉。

鞏 固 隄 防 策

李 儀 祉

凡舊日決口之處，因堵塞時所因之道不同，而其形勢有如下之區別。

一、堵塞工程仍順原堤線方向 A B 直行，(圖一)不加繞越，如是者名之曰直向堵塞。直向堵塞，其優點在堤線整齊，無犬牙出入，但有一大弊，堤後因決口沖成之坑潭，永遠存在，無法消滅。因之堵塞之後，堤脚浸

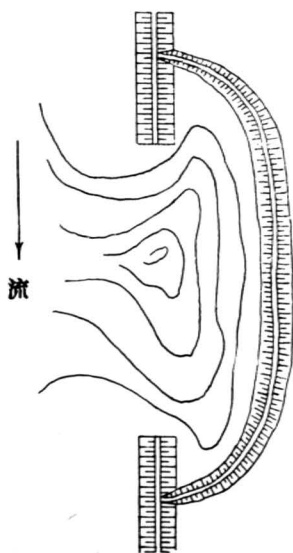


圖 一

水無法減緩，常為危險。為鞏固計，則圍繞潭坑築一 CDF 月堤。其用有二：(一) 萬一正堤出險有月堤當之，多一層保障。(二) 隄後浸水聚於坑潭，以為水戩，可減大河壓隄之力。

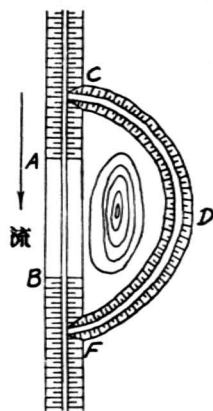


圖 一

二、堵塞工程因口門過深，難於施工，向後繞越 (圖二)。

如是者名曰後越堵塞。後越堵塞其優點在將坑潭甩於隄外，洪水時臨，可復填淤高平，但其弊在隄向不復成一整線而參差不齊，易於引溜。

三、堵塞工程因口門過深，難於施工，向前繞越 (圖三)。

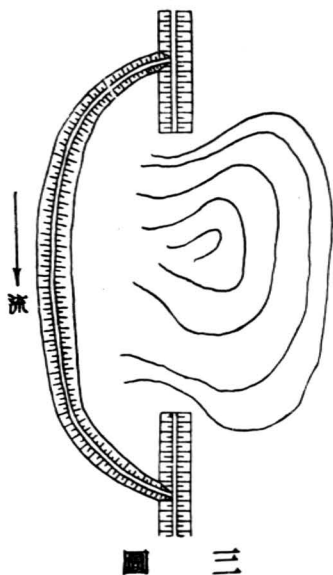
如是者名曰前越堵塞

前越堵塞其弊與直向堵塞相同。此法有弊無利，故除非因特別情形，不得已而有用之者通常不用也。

凡曾經決口之處，如隄前仍當大溜，終為弱點。今就一、二兩項設法使轉弱為強，以資鞏固。

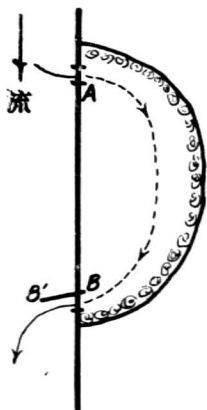
一、凡有月堤之處，皆培固其月隄，而在正堤之上，建築 A 及 B 上下二涵洞。

(圖四) 使含泥之水得由 A 入坑潭，復由 B 出歸入正河。月隄之前，沿堤種植柳樹以資捍浪，使不傷月堤。若 A 及

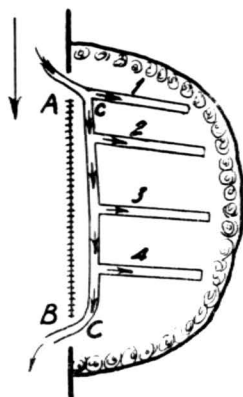


圖三

B 二點相距不遠，上下高差無多，水由 B 出不順，則於 B 外可築翼牆以順水勢。如是經過二三次洪期，坑潭使填滿淤土，使正月堤之間成為高阜，不但堤身以固而坑潭廢地，亦成膏沃良田，種桑種麻，隨人所欲。



圖四



圖五

二、凡後越之處如圖五。當開 OO 一渠道，即以所挖之土堆於其旁成 AB 斷隄，上下留有缺口，渠道寬以三公尺，深半公尺為度。復於渠道歧出 1 2 3 4 等

溝，略斜向下游。越隄之前如前例沿隄種柳，以資捍浪。如是則洪水時期，泥水由A入內，瀾漫其間。經過一次洪水，復挑溝渠加培A B隄。經過二三次洪期，可望越隄斷隄之間完全填淤高平，成爲高阜。隄既穩固，農田亦永不受氾濫矣。

華北之農田水利

張 炯

一 導 言

華北平原北自平灤，南至淮，東迄海，西抵太行山麓，為世界著名平原之一。吾華民族發祥之地，生養衣食於斯出者，已五千餘年。經歷代之經營墾殖，地利盡闢，人口繁密。財富所出，為華北各區給養之源。惟因雨量之缺乏，植物之生長水量不足，而呈常年苦旱之現相。又以雨量變率過大，全年雨量分記之不均，農作物需水正殷時而無雨，不需時則反傾盆下注，盈溝充滄，漫溢四流，非澇即旱，患不旋踵。

自紀元約至十九世紀，其間華北境內所生之水旱災 980 次，歷史上著名之天災也。華北較烈之旱災，河北省在 1900 中有 144 次，河南省次之，有 143 次，最近 1920 至 1921 年中國大旱，黃河流域受災奇重，北平 70 年之標準雨量為 675mm. 但在 1920 年則僅 276.6mm., 1921 年為 257.7mm., 或僅為標準數之百分之四十一及百分之三十八。（見地理學報一卷二期竺可楨華北之乾旱及其前因後果）

在千九百年中，而有水旱之災九百八十次，平均計之，每二年即有一年災難，非水即旱，本年（1935）冀豫華北各省又以春旱聞，及秋又以水災告，如斯鉅難，迭見時遇，政府社會每為臨時之救濟。姑解目前之厄。若不早作根本之謀，華北民衆將處水深火熱之中，農村經濟永無復興之望。為消除此禍，則非特洪潦應防，旱荒亦應設備。巨川大河之潰決，損失輒至鉅萬，固云烈矣。究其受患者，僅沿河洪流所及之一線，較之赤野千里，延袤數省之旱災，居民所受之困苦，不啻千萬之一。衡輕量重，水旱兩災，皆應有同時解除之必要。

且因雨澤之稀少，地起鹵質。據鹽務稽核所之調查，華北產土鹽區

域，共210,600平方公里。出鹽總額達三百萬擔。鹽稅短收1970餘萬元。產鹽面積足為農作物之害者，達十分之二。或為石田不毛，或因鹵輕而減收。是種土鹽，質地惡劣，不適於食用，對於民族康健，甚關重要，是土鹽之產生既減稅收，復害農產，更礙衛生，三害相隨俱至。

著者不敏，思供一得之愚，探本求源，究研所以為災之原因。博引搜集，廣尋治理之方，爰擬就水利工程之設施原則以研究防潦備旱，連帶而解決硝鹽土壤問題。倘能因此域災患之嚴重，事業之鉅大，而引起海內賢達作進一步之研究設計，以早救受災之民衆，則幸甚矣。

二 氣 候

1. 華北雨量之來源

我國東南季風，自海洋來，含充分水氣，其為雨澤之源，可無疑義。此等水汽成雨之原因，通常分別為三類：一熱雷雨，二地形雨，三風暴雨。風暴雨復有颶風，與颱風之別。

地面因受日光薰蒸，甚為炎熱。下層空氣與地面接觸，溫度升高，而體積膨漲，構成強烈之對流作用。下層炎熱而潤濕之空氣，升高之後，熱度降低，因以行雲致雨。常挾雷電與俱，是即夏季之熱雷雨。北平濟南之雷雨，常集中於夏季六七八三個月。至長江流域，則春季三四五各月，雷雨亦漸盛行。

地形雨因山地地形特高，氣流前行為其所阻而被迫上升，遇冷而凝成雨澤。我國東部各省無綿互不斷之高山，據泰山嶗山諸測候所之記載，其雨量雖勝於平地，但此等孤立山峰所成之地形雨，均囿於局部小面積，無關宏旨。

風暴雨由兩種溫度不同之氣流相遇於一處，其接觸之處，構成一不連續面。熱氣流因受冷氣流之襲擊而上升，以造成雨雲。

颶風源於赤道左近，故稱熱帶風暴，在夏秋之交太平洋中北半球之東北信風，與南半球之東南信風相會於菲律賓羣島之東部，而成旋

風，先西北行，通常多自南海東海直趨日本，其侵入我國者多在七八九三月，在閩粵一帶登陸，淮河以北一帶已無大影響。

我國冷氣流冬季來自西伯利亞與外蒙，夏季則取給東北之太平洋，暖氣流則淵源於南海。東南季風即挾暖氣流至中國之最重要工具也。長江流域在冬春之交為冷暖氣流互相消長之地段，三四五六各月颶之數特多。華北當六七月之交東南季風盛行時，冷熱氣流支錯之處北移，不連續而亦隨之北來，華北東三省之雨量，乃因以激增。颶之趨向概自西而東，或自西南趨東北，或自西北趨東南，鮮有自東趨西者。

以全國論，我國雨量分佈北少於南，西少於東。自緯度三十度向北，逐漸減少在三十六度以北，平均雨量不足 600 公厘，其乾旱之原因有四。（同註 1）

（一）自華南至華北，其間低氣層風暴發生次數逐漸減少，——溫帶之颶風為中國雨量之主要因素，低氣壓多起於揚子江流域而向東移動，在冬春兩季為華北雨量最少之時。在緯度二十五與三十度之間，所有暴風次數，兩倍於較北五度之區，而三倍於較北十度之區。

（二）自揚子江口北上黑潮與中國海岸之距離，愈北愈遠，黑潮為西太平洋北流之暖流，其流向趨東北。而華北海岸，則傾向西北。洋流離岸漸北漸遠。自海洋來之東南季風，與南海岸作垂直正交，至華北則與海岸並行，本已不易降雨，且揚子江黃河二大河流三角洲之間，並無山嶺佇立其內，以造成地形雨。

（三）秦嶺山脈之阻礙，秦嶺由甘肅入湖北，為揚子江與黃河之分水嶺，其走向為東西，或東南。其高峯之在陝境內者，多在 3000 公尺以下。在豫鄂境內 1500 公尺以上。足以隔斷南北氣流，再向東則漸東漸低，最後至南京之北而止。北部乾燥而南部潮濕，南北雨量迥異，相差倍徙。

（四）冬季半年中，西北利亞高氣壓猛烈之影響，西北利亞高氣壓之中心位於蒙古，乾寒之烈風，即由此中心而四外吹去，華北接隣蒙古，首當其衝，故成為乾燥而寒冷之區域。

以上四種原因，當以西比利亞高氣壓及秦嶺之阻礙二者為乾之主要原因。

2. 華北雨量之分配

雨量及降雨日數之分配略如下述。（見龍相齊著中國雨量圖）²

正月 本月中北方（緯度 34° 以北）雨量，及降雨日數，平均僅雷雨部三分之一。而北部各省中，則以北平及其以西一帶及河南北部之尖角形內，降雨日數為較多，雨量較富。此外彰德府以東，一小帶及山東以西一帶，亦較河北平原為大。

二月 與正月相似，河北平原降雨最少。（容雪在內）惟南運河一帶，雨量及降雨日數較多。至張家口東北一帶，雨量又較大，為北方之冠。

三月 本月北方降雨日數與正月相同，但較大之降雨處，已自張家口延至北平西南一帶。同時有兩處降雨數量三倍於上月。一在北平西部山區間，一在河北太行山麓下。

四月 此月北方降雨日數及雨量均倍於上月，降雨地帶除北平西南山區稍形發展外，東北方又發現一個降雨較多之處。

五月 此月北部降雨數量偏重兩帶，與上月相似。一在北平以西，一在河南西南。但該兩帶之雨量及降雨日數均形縮小，等雨線加大。其雨量深淺傾度陡增。故在上月之雨量為 20mm ，本月已升至 70mm ，降雨之平均日數亦由六而為十矣。

六月 平西一帶雨量加倍，山東西北部亦然。淮河源上降雨亦大。但此時保定四郊猶患乾旱，而臨城降雨日數乃多至三倍，惟雨量則未能相稱。

七月 北數省降雨中心復增多，最大降雨為集中北平附近，其本月雨量超過全年雨量之半。北平以南之平原地方，如山東臨西一帶，其雨量亦增至四倍。

八月 此月中北方尚具有同樣之降雨中心，仍在同一地點。惟雨

量則較上月減三分之一。山東境內降雨區域，自西部起開始縮小。同時開封四週之降雨區漸移西北，並由西北往西南加寬。此處之雨水分配甚特異，即降雨地帶甚廣，而雨量則無多餘。除濟南四週外，降雨日數與雨量之分配相差無幾。

九月 本月北部雨量忽然減少最大同兩線，由200mm下降至60或70mm，降雨地方亦大減少。惟北平四郊尚有降雨之區，平原上沿平漢路較為乾旱。

十月 本月間北部雨量及降雨日數，均甚弱，惟北平附近及順德四郊略大耳。開封則成降雨最大之區，但雨量又較上月減半，自60mm降至30mm。

十一月 本月北方雖連溶雨雪加雨量之中，其雨量仍繼續減少。惟臨城附近及彰德之東兩區略大耳。降雨日數亦大減。平原地沿南北之乾旱區，仍然存在。與上月相同。

十二月 北方在本月為極乾旱期間。

全年中每季之降雨日數及雨量

冬季 北部冬季最大雨量區域在黃河沿岸，但降雨日數則以北平之北較多。最高雨量在北方平原，40mm最多降雨日數為六。

春季 北方春降雨量最大之區在北平西北及山東交界，最高雨量為90mm，最多降雨日數為18日。

夏季 許多颱風在上海以南登岸後，繼續其行程，前至河北。故北部雨量及降雨日數，本季均達於最高數。最大雨量地點有二，一在北平四郊最高量550mm。一在臨洛關附近，最高量為400—450mm

秋季 本季以北平一帶為降雨最大之區。但量亦大減，由600mm至280mm。臨洛關一帶則變為乾旱，雨量由400mm降至200mm。開封附近約為80mm

試觀華北雨量圖在太行小之東麓夏季有一雨區咸係受太行山之影響，其西則雨量驟形減少，漸由半乾燥區而入於乾燥區。平漢平原亦因地形之關係而雨水集中。

3. 華北雨量表

各地測站因記載之機關不同，其記錄略有差異，茲集錄徐家匯天文台，記錄如下。

在七八月間，熱電雨時每至，則傾盆不注，常惹起潦災，實為華北水患之源，茲擇錄其降雨較大者錄之。

華北各站雨量表

(順直水利委員會測)

站名	所歷年份	一日間最大雨量(公厘)		二日間最大雨量(公厘)		三日間最大雨量(公厘)	
		雨量	日期	雨量	日期	雨量	日期
彰德	八年至二十年	449.7	12-8-11	449.7	12-8-10, 11	464.3	12-8-9, 11
		264.4	12-7-16				
捷地	十九年至二十年	105.5	19-8-11	163.3	19-8-2, 3	197.8	19-8-2, 4
清苑縣	九年至二十年	248.5	12-7-12	248.5	13-7-12, 13	275.5	13-7-10, 12
九王莊	十九年至二十年	106.8	19-8-2	127.8	19-8-2, 3	127.8	11-8-2, 4
衡水縣	九年至二十年	138.9	13-7-15	138.9	13-7-15, 16	138.9	13-7-15, 17
香河縣	十四年至二十年	191.5	16-7-20	191.5	16-7-19, 20	191.5	16-7-19, 21
蕭張	九年至二十年	297.1	15-7-14	297.1	15-7-13, 14	297.6	15-7-12, 14
獻縣	七年至二十年	200.4	15-7-14	200.4	15-7-13, 14	203.6	15-7-12, 14
新鎮縣	七年至二十年	149.5	14-7-23	149.7	14-7-23, 24	149.5	14-7-23, 25
新鄉縣	十三年至十五年	119.0	13-7-16	130.6	13-7-16, 17	130.6	13-7-15, 17
雄縣	八年至十九年	108.6	14-7-23	108.6	14-7-22, 23	137.7	14-7-23, 25
開封	十五年至二十年	200.0	15-8-5	305.5	15-8-4, 5	363.5	15-8-4, 6
高陽	十五年	101.5	15-7-14	101.5	15-7-13, 14	101.5	15-7-13, 15
			13-7-16				
廣平	十一年至二十年	180.6	15-7-14	180.6	13-7-13, 14	197.0	15-7-13, 15
			15-7-14				
灤縣	十八年至二十年	195.6	19-8-3	314.0	19-8-2, 3	358.1	19-8-2, 4
臨清	七年至二十年	151.3	18-8-9	154.5	18-8-9, 10	181.3	18-8-9, 11
陸洛關	十三年至十五年	595.0	13-7-15	595.0	13-7-15, 16	595.0	13-7-15, 17
		120.0	15-7-13				
臨城縣	十四年至十五年	144.2	15-7-14	144.2	15-7-13, 14	144.2	15-7-13, 15
洛口	八年至二十年	168.7	16-7-18	124.0	16-7-17, 18	124.0	16-7-17, 19
盧龍縣	十九年至二十年	182.6	19-8-3	357.0	19-8-3, 4	364.0	19-8-2, 4
盧溝橋	七年至二十年	189.5	20-7-7	216.8	14-7-23, 24	274.8	14-7-22, 24
蘆台	十九年至二十年	120.8	19-8-4	180.8	19-8-3, 4	191.2	19-8-2, 4

馬 廠	九年至十二年	110.7	15-7-28	110.7	15-7-28.28	118.5	15-7-12.14
馬頭鎮	十六年至二十年	107.2	18-7-16	115.8	17-8-11.12	115.8	17-8-19.12
內邱縣	十九年至二十年	144.8	20-8-24	144.8	20-8-23.24	114.8	20-8-22.24
北 平	三年至二十年	205.2	14-7-23	272.9	14-7-23.24	307.8	14-7-22.24
北蔡村	十年至十六年	101.3	13-8-3	137.8	13-8- 2.3	158.0	14-7-22.24
北河店	十九年至二十年	175.4	24-7-23	255.4	14-7-23.24	326.9	14-7-23.26
濮陽縣	十一年至二十年	125.0	20-8-15	125.0	20-8-15.16	200.0	20-8-13.15
三家店	九年至二十年	265.2	20-7-7	332.2	14-7-23.24	375.8	14-7-22.24
深澤縣	八年至二十年	186.2	13-7-16	186.2	13-7-15.16	186.2	13-7-15.17
石家莊	八年至二十年	112.0	15-7-13	177.0	15-7-13.14	177.0	15-7-12.14
雙 營	七年至二十年	225.7	14-7-24	225.7	14-7-23.24	237.5	14-7-24.26
順 德	十一年至十六年	307.0	13-7-16	380.0	13-7-15.16	462.0	13-7-15.17
蘇 莊	十三年至二十年	226.5	12-7-15	239.6	13-7-15.16	240.5	13-7-14.16
大名縣	民元前三年至二十年	181.0	15-7-14	189.0	15-7-14-15	190.0	12-8- 9.11
唐 山	十二年至十六年廿年	180.2	14-8-2	180.2	14-8- 1.2	213.7	14-8- 2.4
湯家營	二十年	100.0	20-7-7	100.0	20-7- 6.7	100.0	20-7- 6.8
道 口	十一年至十六年	142.0	12-7-16	202.0	13-7-15.16	202.0	13-7-15.17
釣魚台	十二年至十六年廿年	110.5	15-7-14	132.0	14-7-22.23	132.0	14-7-21.23
天 津	八年至二十年	142.3	15-7-14	198.1	14-7-22.23	226.1	14-7-22.24
威 縣	十一年至十六年	201.0	15-7-14	201.0	15-7-13.14	201.0	15-7-12.14
楊 村	八年至 九年	149.5	18-8-8	167.5	18-8- 4.5	178.0	17-8-31,17-9-2
楊柳青	十六年至二十年	135.9	14-7-23	174.5	18-8- 4.5	192.3	18-8- 3.5
永年縣	十六年至二十年	101.4	18-8-12	114.0	18-8-11.12	114.0	18-8-10.12

彰德最大雨量一日之間達449.7公厘，臨銘關達595公厘，似有未實，然三家店及順德一日落雨265.2公厘，及307.公厘，則於三日之內落雨共達595公厘，則又有可能。姑並存之以待他日證實。

吾人試思之，在一廣漠平原上，於一日之短時間內，而落雨深達300公厘以上，其僅溝澮皆盈，河川亦無此巨大流洩量。況此平原，又多盆地，雨水更少流出機會，於是低窪之地，頓成澤國。若非特為設法，以蓄此洪

亦，使暫有所歸，無便漫流橫溢，居民將永不免災害之威懾。

4. 雨量與農作物

全年雨量在 100 公厘以下者，謂沙漠地帶，不能生長任何作物。若在 100-250 公厘之間者，則謂之為乾旱地帶，一切作物皆恃灌溉之水而後生長。此種區域，僅有極少部分，是供利用。其有 250-500 公厘之雨量者，謂之為半乾區。糧穀作物輔以少量灌溉水量，即可得到良好生長。凡雨量之在 500 公厘以上者，已足供普通作物之用。若能在 800 公厘以上，則可種植水稻矣。

就華北之實際情形而論，除沿海而外，全年雨量均在 500 公厘上下，且此雨澤全年中分配又至不均勻。

試就已有之紀錄而計算其夏季與全年平均雨量相較，各站之平均數總在 80% 左右。足見全年雨量多集中在夏季之中，適當穀物需水正殷之時。此為華北農作物能耕植之惟一原因。故雨量最少，尚大有裨益於農事。若此稀少之雨澤，能年年可靠，或平均變動不大，則穀類亦可得到正常之發育。但按諸氣候學上之通例，凡雨量愈稀少者，其每年之變率愈大。今以潦年與旱雨量之比，多則 4.15 倍，至少亦有 1.81 倍。再以平均標準年為準，而以潦早年相差最大者相比，（即名為變率）則見潦之多者竟達 84.6%（彰德）旱之甚者亦及 57.8%（北平）。此則就全年雨量而言者，若專就某種穀物在其發育期內總雨量相較，則相差懸絕，直視為乾旱無雨澤下降可也。

因此變率之大，故常有水旱災患，此實為從事水利事業者應注意之點。若何使此 85% 之過量雨水不致為患更研究所利用之以濟荒旱。若何引取天然水源，以補此旱年 58% 雨量之不足，而使農人不仰天而豐登。是則從事水利者工程之責也。

茲更將華北各地雨量變率表列於次以證水旱災救濟之刻不容緩也。

遼年與旱年雨量比例，夏季與全年雨量比例，澇旱年與平均年分雨量變率表。

(華北水利委員會記錄)

站名	所歷年份	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	全年	年	夏季與全年比例	夏季與全年比例	變率	
唐山	十二年至十七年五月	平均 5.5	2.0	10.3	21.3	49.3	51.2	31.9	178.1	34.6	16.1	13.4	4.8	6.6	1.1	469.3	.75
	年五月	最大 15.3	8.0	22.0	18.8	108.4	96.5	310.4	339.0	62.6	49.0	19.5	111.1	876.0	(十四年)	616.4	.69
	廿年五月至十二月	最小 0.7	0.0	1.3	0.5	6.0	35.0	121.5	23.4	17.7	0.0	0.0	0.0	488.3	(十六年)	398.8	.76
北平	三年至十七年五月	平均 3.3	3.5	8.1	9.0	31.3	65.2	271.4	139.3	38.4	17.3	10.0	3.9	634.3		475.9	.79
	十八年四月至廿年十二月	最大 9.8	17.0	39.8	48.2	116.5	185.1	641.1	337.4	112.4	95.8	71.0	8.3	1059.3	(十三年)	940.4	.90
		最小 0.0	0.0	0.2	0.0	3.5	8.6	81.3	27.1	5.0	0.0	0.0	0.0	255.7	(十年)	205.4	.80
盛京總	七年至二十年	平均 5.2	4.1	7.0	11.0	30.7	67.6	26.0	125.1	85.5	10.8	6.3	5.3	572.6		453.7	.80
	(七年及十九年記錄不全)	最大 28.6	14.0	21.9	31.6	90.0	133.7	537.5	258.5	117.0	55.9	13.0	2.2	888.9	(十四年)	682.1	.73
		最小 0.0	0.0	0.0	0.0	7.1	3.1	101.7	27.3	6.2	0.0	0.0	0.0	292.8	(九年)	203.2	.69
戴	七年至二十年	平均 5.0	2.7	7.4	7.1	10.4	4.8	135.3	111.8	25.0	6.5	9.7	5.7	385.6		294.9	.76
	(七年及十五年及十七年記錄不全)	最大 23.8	17.1	23.1	18.1	62.0	107.1	233.6	225.3	82.8	27.2	11.5	20.7	529.0	(十九年)	441.8	.83
		最小 0.0	0.0	0.0	0.0	1.2	8.5	40.6	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	181.8	(九年)	52.1	.29
彰德	八年五月至十五年十二月	平均 6.0	7.3	10.3	22.8	26.4	39.7	183.0	134.7	44.5	14.3	7.0	5.5	601.5		357.4	.71
		最大 15.0	30.2	24.5	57.9	50.7	110.4	374.1	477.8	138.0	47.5	37.4	34.9	924.0	(十二年)	630.0	.68
		最小 0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8	19.8	5.9	5.9	0.0	0.0	0.0	242.4	(九年)	48.5	.20
天津	八年至二十年	平均 4.9	2.7	6.8	14.5	30.9	51.2	227.1	175.8	28.2	10.2	10.2	5.5	568.0		454.1	.80
		最大 20.1	10.6	24.5	47.9	53.3	100.7	344.3	318.1	68.4	35.8	35.8	17.7	807.3	(十七年)	600.3	.74
		最小 0.0	0.0	0.0	0.1	9.7	6.9	105.7	39.6	3.3	0.0	0.0	0.0	316.9	(九年)	172.2	.54
陝縣	八年四月至二十年十月	平均 8.8	6.5	13.1	32.3	45.0	46.6	92.3	91.9	49.5	22.7	10.6	7.5	426.9		230.8	.54
		最大 29.0	21.5	26.1	104.4	100.9	145.6	216.9	221.7	144.5	110.0	49.8	3.5	682.9	(十年)	416.9	.61
		最小 1.0	0.0	1.3	2.5	2.5	6.0	16.4	4.6	2.0	0.0	0.0	0.0	197.4	(十年)	82.9	.42
洛口	八年至二十年	平均 6.6	4.6	6.1	10.6	16.1	50.2	158.0	133.2	28.1	13.3	9.4	7.6	458.8		311.4	.74
	(十九年及十年記錄不全)	最大 14.2	25.1	21.4	22.9	66.4	93.4	319.5	295.5	111.0	76.6	48.8	51.6	837.9	(十年)	696.4	.83
		最小 0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	44.9	24.9	0.0	0.0	0.0	0.0	214.4	(十六年)	111.9	.44

大 名	民國紀元前五年至 紀元前一年 民國五年至二十年	平均 最大 最小	9.2 44.0 0	8.412.5 15.019.0 1.0	13.3 64.0 0.0	21.6 151.8 1.0	57.9 317.0 0.0	126.4 315.7 0.0	153.5 203.0 17.0	78.7 209.0 2.0	19.5 69.7 0.0	14.0 69.0 0.0	4.7 866.9 0.0	519.7 609.0 251.0	(紀元前 二年) (九年)	237.3 609.0 65.0	3.45	.62 .70 .27	+66.8% -51.8%
徐 州	20年三月至22年12 月	平均 最大 最小	15.5 27.8 8.2	15.5 5.633.5 2.5	65.4 77.5 43.0	50.0 69.6 37.3	79.0 168.1 33.0	139.1 218.1 59.9	259.5 473.3 143.4	103.3 153.0 51.3	16.1 31.9 0.3	120.2 751.9 6.30	234.2 665.8 5.18	617.3 (22年)		471.6	1.17	.77	+7.8% -7.9%
徐 州	'16-'19, '22-'23 '27-'28, '31-'32	平均	22.32	5019.9	39.5	27.2	74.1	137.9	155.3	65.	12.2	22.0	13.4	618.5		307.6		.59	
開 封	'22-'26	平均 最大 最小	7.0 14.9 1.5	13.116.2 23.028.4 0.0	19.1 27.5 5.6	27.2 38.1 14.9	53.4 156.9 0.0	270.5 400.3 161.8	118.7 250.0 22.8	66.1 135.0 23.4	25.8 51.7 1.4	5.8 16.0 0.0	8.0 881.0 1.0	631.2 (26)		442.6	1.48	.70	+39.2% -5.9%
淮 陰	22年7月至22年12 月	平均 最大 最小	18.3 36.5 0.0	13.713.2 17.836.4 4.5	44.9 51.5 38.2	147.8 209.4 86.2	108.0 177.5 38.6	215.1 351.4 62.0	96.1 201.0 21.8	33.0 61.3 16.5	-- 60.0 --	33.6 49.8 31.3	7.29.7 (21)		419.2	1.30	.63	+14.5% -11.2%	

※ 錄自『兩淮水利鹽墾實錄』39頁。季風性質之雨量，不特集中於少數各月，且歷年變率甚大，或則甚多，或則甚少，因此釀成水旱災。如徐州歷年平均為619公厘，而民國20年八月一個月，乃達473公厘，計當平均年量之80%，23年九月一日24小時之中，降雨總量乃達113公厘，計當平均年量17%弱。

⊗ 錄自 Etape Sur La Pluie En Chins (1873—1925) Ile Porto
 ⊙ 錄自水利月刊六卷五期396—404頁之『近三年來江蘇之雨量』

5. 雨量與土壤

各類土壤之演成，率皆直接有賴於自然環境，而雨量氣溫與土壤之關係尤為顯著。淮河以北每年平均總雨量在800公厘以下所降雨水不足以瀆失土中碳酸鈣，故其酸鹼度（即PH Value）為中性或鹼性。此類包括石灰性沖積土，黃壤土三角洲沉澱。其在淮河以南，雨量漸增，愈向南下，土壤之碳酸鈣盡被雨水沖去，而呈酸性反應。（見地理學報一卷二期李廣遠 中國土壤之概述）

因雨量之稀少，不足供地面之蒸發，地下水反由毛細管作用，被吸上升，將土中可容鹽質，攝與俱上。是以有害植物之鹽質，集聚地面。且以乾燥過甚，水分不足以腐化植物之根葉，菌類不能繁生，作物失缺乏最要之養料。

華北自淮河以北，土壤多屬鈣屑土，而呈鹼性，實因雨水短少之故。是以引清潔水源以澆灌田畝，當為改良土壤重要工作之一。

三 華北之土壤概況

華北平原土壤概而言之，咸具有弱鹼性而含有機質Humus較少，大別之可分為北部沖積平原，中部黃土平原，及東部沖積平原三部：

（一）北部沖積平原。其界址北自燕淩，南至現時黃河南岸近處，西起太行山脈，東訖遼東至海，地勢則西高東下。

此區域乃一稍帶傾斜而幾至平坦之平原，其北部幾成為沙壤土，東部近冀省海灣，幾與海平面等高，西部邊界則高出150—300尺，此微斜之平原中河流縱橫其間，故低窪之區常有沖積，高壟圍住而成低凹盆地區域，有時此等鹽地區域終年為水佔據而成淺湖，天久不雨乃又乾涸。

土壤成因——此區域之土壤係由河流之運積，以及橫貫此平原之溪流，沖積而成，其中固有夾有風積灰土。西部及北部皆因附近土嶺之洗刷，而由其中河流，攜帶至平面者。東南二部，則由黃河泛濫之淤積

而成。

全境非但受水冲積，亦有恆常不斷之風力移運灰土參雜，每當洪水泛濫之後，其淤泥即因風積土之參雜，而漸變其性質，其不受流水泛濫之區域，此風積土便成土體之主要元素。

層層土體都含有石灰性，而含有多量石灰質在內，在平原之上，則又有顯着之鹼性。

在冲積高壩上質地大多為壤土，及沙壤，顏色由淺褐，以至褐色，綿熟軟和，常成粒團狀態，底土與表土各種形狀相同。上層深厚而滲漏，植物根及水，可以自由透入。上下土層各處，皆顯強烈石灰性。

低凹盆地內，乃深褐灰土壤，常為植壤，及植粘壤土，其黑灰色土壤，則為埴質粘土。底土顏色大抵和表土相同，常含有灰色及褐色斑點，其粘重之一層，乾燥時表面易於板結，破裂而成牢固堅硬之土塊。底土無一定之組織，土體極深厚，但極緊密，孔隙極小，透水極慢。各處皆含有石灰性極重，同時亦有極重之鹼性。土面乾時常結成白色鹽粒晶體，此即氯化鈉與硫酸鈉是也。地下水平面極高，在潮濕季內，常發生水患。

在濟南以北所取滷質晶體之化驗，能溶解之鹽類，總量占 8.83%，氯化鈉 *Sodium Chlorid* 5.57%，碳酸氫鈉 *Sodium Bicarbonate* 0.04%，碳酸鈉 *Sodium Carbonate* 無，硫酸鹽類 *Sulfates* 3.02%，此乃土內含有鹽碱極好標本。氯化物較硫酸鹽類幾至兩倍，而少許鈉之存在，則常成碳酸或碳酸氫之化合物。（見土壤專報一號 34 頁）⁴

鹽及鹼——此平原上各處都有滷質屯積，大沽唐山間之鹽土天津之碱土即其例也。

除在濟南所得之鹼霜化驗外，其餘據田野之視察，氯化鈉（或食鹽）之量最多，而硫酸鈉亦不少。其屯積土內，總量雖不見高，但都屯積在土面上層。

黃土之成分及化學分析（華北水利月刊，五卷五六期合刊，頁六，永定河治本計劃之根據）⁵

黃土顆粒之大小與百分比：

細 砂	0.13—0.10mm. (直徑)	1至2%
最細砂	0.065.0.063	25—28%
泥	0.03—0.033	51—54%
粗粘土	0.0033—0.004	20%

化學成分。

矽59—64%，養化鉛 11.4%，炭酸鈣13.—14%，炭酸鎂4%，二養化銨 3.8至4.7%，鈉 2%，其他。

次生黃土之化學成分大略相似，惟矽之成分減至51%，而另含10—15%之二養化炭。

黃河故迹遍及區內，因黃河挾沙過大，每自墊其河床，歷代因防潰決肇害，乃年增高兩岸大堤以與黃水爭高。故黃河改道後咸留一高於平地之堤埂，而形成許多盆地，致使排水困難。

(二) 中部黃土沖積平原。此平原自揚子江以北山境向北，直達黃河及魯省諸山。西伸至平漢路西之山脚，東幾至運河。包括豫東，皖北，蘇之西北，及魯之西南等境域。多數地質圖皆註明本境為黃土，而查理蕭則謂研究其側面，實乃一沖積區域，不過其中參雜多量風積物質耳。究應孰取孰捨，尙有待於研究也。

此境地勢平坦，祇東南部略有無定之平坡。東北及西部稍有突出之小山。地之表面有極顯明之兩種情形。(一) 平坦而稍低凹之區域，地面有頗廣者名曰「湖地」。(二) 較高一二尺之高地地面。排水情形，最是無定，高地顯有排水溝渠，蜿蜒境內，散佈到極低之潮濕區域。每當暴雨之後，雨水積存地面甚久，湖地尤然。

此平原有一普通之狀態，即在底土深層內有一層石灰凝結之塊狀物。土名之曰沙薑。含有此塊狀物之土層，名為沙薑泥。塊狀物之大小形狀多寡以及沙薑泥層之深度與厚度，均因情形而不同。

無論表土或底土，尋常多含有石灰質。有些地方間或有一部土層

不顯石灰性者。湖地是如此，此種大都可算未經滲漏之土，而含有石灰性，可以歸之為具石灰性土或烈性土類 (Cum Calois or Gedoal)

排水情形——此中部平原，地勢平坦，故地面之水橫流極慢。地面排水溝渠縱橫，極無規則。極不適於用。高地之水，多半流到湖地，以後或流至別處，或浸入地內，或直接蒸發。各處潛水均極高，湖地常年水平線，總在地面以下 3 尺至 6 尺以內。高地之水平線則較深下 1—3 尺。此平原之土壤下部排水既劣，地面排水尤不暢通。

鹽和鹼——全部湖地及一部之高地，均含有些微之鹼性。每當乾旱季地面生白鹽霜一層。然其性不烈，尚未到傷害植物程度。雨水季節，亦為作物生長之時，鹽霜常被消溶滅淡幾盡，被洗刷至土內焉。亦有麥地因鹼性之集中，初春時期竟甚矮小，或現黃枯顏色。此土雖未經過化學分析，但以現時所有證據而言，此鹽似為硫酸鈉，與氯化鈉二者合成，茲錄湖地土壤標本之分析如下：

鈣	鈉	鎂	氯化物	硫酸鹽	碳酸鹽	能消溶之鹼鹽類	混合養化物 (大都是鐵)	碳酸鈉及碳酸鹽
8.6%	1.1%	1.6%	0.01%	1.8%	10.2%	0.03%	16%	少許

灌溉——此平原灌溉工作極少，地下水平線雖不深下，然一遇乾旱之時，便感灌溉之需要。地下水之質地分量及性格均有仔細考慮之必要。設使此水於作物相宜，便須提倡灌溉，以增作物之產量，同時減低水平線，以漸去鹽質之蓄積。則乾旱後泛鹼之荒歉，便可從此減少矣。

全境水平線均靠地面不遠，上升引力極易。水份向上升騰與向下滲漏幾至平等。但向上升騰之水，只帶能消溶之物質，而向下滲漏之水則常帶細微土粒；如此便使粘土向下移運，而使底土成較粘重之土質矣。

此六七尺以下之沙薑土層，似與現時之土及其發達情形無甚大關係，祇表現其底土乃一掩埋之老土而是一高地土壤，曾存留長久時期者；因經風化遂成粘重之沙薑土層。此老土及底土或是多量之風積土組織。其在沙薑土層之上所常見之黑色粘土或是時遭水沒而變成

湖地情形者。

(三) 黄河舊道冲積土。在沙叢區域之東,山東山地區域之南,佔據江蘇省之東北部,南與揚子江淤冲積區相毗連,昔乃黄河經流之處,今有鹽河等河橫貫其間,以官洩運河及淮河附近湖蕩之水。

本區係一平坦區域,而有河流縱貫其間,其近海濱一帶滷質極重,有極廣闊之鹽場,大部分面積均有一些滷性而含有鹽質,其排水不良且常有水災危險,故於農業生產上成一重要問題。(土壤專報第一號頁31)⁶

瓦格納氏自濟南天津以至北平等處,取此大平原中之土壤研究之,其結果按其物理性而組合分十五種土壤為三組,其所含石質沙子及最細之土之成分如下表:

組 別	石%	沙%	塵埃及最細質%
一	5.53	59.56	36.91
二	3.78	34.94	61.28
三	0.38	22.90	76.75

就土中含有之滷質及高水平面而論,此境域之作物,可謂生長良好。但低窪區域,及一部分之高地,均有被滷質傷害之痕跡。其傷害之程度不同,自葉邊微黃,株體矮短捲縮,以至全部焦死者都有,檢查時之情形,約有十分之一作物被害。但其他報告謂有時傷害超過百分之二十至二十五云。

此地大都土質粘重,常是粘土,而底土又是極緊密之粘土。潛水而靠近地面,常和海面相等,排水極感困難。惟有從底土或深溝港內,可以抽除底水耳。改良此區域土地頗覺困難,倘有淡水供給洗刷,改良亦是可能。其土質之緊密,使滲漏非常遲緩,其滷質高,欲將鹽質洗去,須經長久之滲漏始可。

四 鹽滷之成因

土壤為礦石風化之遺物，其本身乃含原來礦質之成分。華北平原無論其為黃土，為沖積，或風積土，其來源則皆為風積之物，此種土中含有多量之CaO，實為此區鹽碱之來源。又黃河水自含有鹽碱成分之黃土區，據侯德封之調查（見黃河上游之地質與人生文中——地理學報一卷二期）謂土壤學者，常以為黃河水中多碱質，灌溉既久則農田鹽碱聚集有礙稼禾生長，殊不知碱質之來源，為第三期紅土層，甘寧一帶，分佈極廣，故沖積層中，無處無碱。若非多量之水溶沖以去，則碱性更變重，禾苗將瘠不能生矣。

在蘭州一帶，黃土生產極富，即以是地之上，覆以砂礫一層，則水分不易失散，地上雖乾地下常濕是也。

紅砂岩層位於黃土層之下，凡有黃土之所在，即有紅砂岩暴露於其下。全層分上下兩部，大致上部多極疎鬆之淺紅色砂岩及粘土，下部以紅色砂岩礫石為主，中夾灰色粘土及石膏層。本層內，亦出鹽礦。如靖遠景泰永登等縣之鹽井，多深入於本層以內，故本層區內所有流泉小井，率為鹹苦不堪，甘省府對此孕生鹽質之紅砂岩，已漸知注意。

又安立森謂（見黃河水利月刊一卷四期黃河流域土壤沖刷之制止）⁸當第三系地質時代，約五千萬至六千萬年之長時間，黃河及其他西陲諸水，由寧夏及青海，或更遠出西北諸山脈中，帶出泥沙而沉積於寧夏，暨綏遠，暨晉北陝甘等省一部分之廣大高原。以後各時期因地殼變動，及氣候之變遷，其大部分之淤積，不時為風力所鼓盪，而黃河圍繞之區，及陝西中部與甘肅一帶，悉為泥沙積聚之處，常風力猛烈時，竟將泥沙吹至山西省境，遠及河北河南山東諸省。

第三系地質時代，紅土之質點，較黃土略細而圓，其淤積亦厚，倘用顯微鏡窺之，則其中有若干小而閃光之紅點附着于上。但于黃土則無之。紅土質點帶有紅色，概以含有過量之紅鐵礦氧化鐵所致。岩石中含之特多。厚度或竟達數百英尺，黃土後來居上厚約七八十呎。

據周昌雲等渭河流域土壤報告（見土壤專報第九號）謂由分

析結果，各土類因處在半乾氣候之下，蒸發量超過雨量，故土中聚集各種鹽類，其易于溶解者有氯化鈉，碳酸鈉，硫酸鈉三種，難溶解者有碳酸鈣，間亦有硫酸鈣。各土類表層所含之鹽分均較多於下層，蓋因雨水稀少，下層鹽分藉毛細管作用，逐漸上升集於地表故也。

又云地下泉水味多苦澁。

凡屬黃土所受氣候影響大致相若，表面鹽質經雨水之洗刷流隨而匯於河，潛水苦鹹亦以河為其歸宿。黃河有此多量鹵質之富源，宜乎所經之地皆遺留有鹽鹼也。

據開封鍊廠之化驗黃河水質有如下表：

試 驗 品 名	成 分	
水 河 黃 (柳園口)	固體物	每公升中 6.7970公分
	硫酸基(S_4)	0.0518
	氯(Cl)	0.0308
	鹼性(Na_2CO_3)	0.0648
水 河 黃 (黑岡口)	固體物	10.7810
	硫酸基(SO_4)	0.0619
	氯(Cl)	0.0387
	鹼性(Na_2CO_3)	0.0886

以此水灌田本可無害于植物，惟若將水分蒸發以去，僅留鹼質物與固體物于地面，日積月累亦可使肥壤變瘠，不通海洋之內陸海多鹽亦此理也。

黃河之槽既高于平地，則其由地層之滲漏或由兩岸平地而出，在此水行程中溶解土中鹽類挾而俱至地面，俟旱季水被蒸發後，則遺留地面而成白霜，今日之黃河兩岸皆係如是，則昔日所留之故道近處鹽鹼之來源亦是如此，此其所以平原中盆形凹地皆有鹽鹼為害也。沿隴海路之舊河槽內外遍生白鹼猶尙可見。

今更據北平大學教授王正博士研究吾國北部土壤之碱度節略於次，以明鹽碱之成因。

黃土中既含有 CaCO_3 及其他亞里克里(Alkali)鹽甚富，即其中之鹽基性鹽多于其中之酸類，鹽基性鹽多，則土壤之碱度增，即土壤中所含之水素伊洪(Ion)少而OH伊洪多。按D.J.Hissink氏之試驗謂土壤內含1% CaO 時，則其pH之值為7.2，若其含 CaO 之量為0.4%時，則pH值只為6.4，由此觀之，則土壤內含 CaO 愈多者，則其pH值亦愈大，吾國黃土所含之 CaO 量平均為2.5%，測其pH值之大可知矣，又吾國北部低下之所如北平天津附近等處，土壤內含 CaO 之量雖少，而其中所含之 CO_2 則較多，因之其土壤之碱度亦大。苟以紅色試紙埋入此等土壤中而試之，則旋即呈藍色，若滴以少量之鹽酸，則起 CO_2 之氣泡甚激烈，足證其含 Na_2CO_3 之量甚豐，每當冬春兩季，地表上現出白色 Na_2CO_3 之結晶體者觸目皆是， Na_2CO_3 為碱性鹽，則含 Na_2CO_3 之土壤其碱度大自不待言，此為吾國北部土壤之俱呈鹼性者原因一。

吾國北部土壤內所含腐植物質甚少，除吉林及遼寧等處所含者逾1.5%外，其餘北部各省均少于1%，業農者雖年年施以植物灰分綠肥廐肥等，但以雨量之缺乏，氣溫之高大，將所加入腐植質之原料，充量分解，而所餘無幾。其殘餘之少量腐植質，亦皆與土壤之粒塊混合均勻，而為中和性之腐植質，對於土壤內pH值之增減無甚關係，不若飽和腐植質之中和性鹽分解而生成遊離之無機酸類，使土壤酸度大為增加也。吾國北部各省土壤之pH值，約如下表所示。

省別	山東	河北	河南	安徽	遼寧
pH值	8.05-8.55	8.75-8.02	8.14-8.52	8.14-8.62	8.05-8.10

北部土壤俱呈碱性者原因有二：

吾國北部之土壤，非特其化學性質良好，即其物理性質亦然，土壤粒塊之直徑由0.05至0.02者占50%以上，其含水量及毛細管之引水力均極良好。故土壤內之水溶液，在夏秋兩季大雨時行之期，較難同滲

透水而入地下層。即有一部之損失。待春冬兩季之乾燥時期，藉毛細管之引力後將沖洗于地下層之鹽溶液提升于表層，是故土讓內之易溶鹽類，得保持其常態，而不致有所變更，即被沖去，亦復歸元初，而無所消長，此 Riehtofeu 所謂中國黃土經四千餘年之耕作而地力無所損者，能以自行施肥調劑之故也。吾國北部黃土之 pH 值俱超過 8 者蓋由此也。北部土性碱雖因土質與氣候之關係而致然，但毛細管之作用亦影響非淺也。

要之 pH 之值雖亦與地勢及施肥之如何有關，而北部土壤成爲碱性之最大原因不外上述二因。

若將上表統計之，則河南與安徽之 pH 值完全相同，山東與河北者則全同，惟遼寧土壤內之平均 pH 值不與各省相同。

究其所以如此之故，純係氣候上之關係。蓋河南之與安徽，山東之與河北，其雨量溫度均無甚差異。以同樣之土壤受同樣氣候上之作用。其所具之性質自能相同。

碱度大之土壤，在作物生長期內，若降雨之量多，且人工之排水完善時，則土壤內之過量鹽類，可得排去若干，以減少其碱度。若天氣乾旱，雨量缺乏，則非特土壤內水溶液之濃度加增，而使碱度加高。即深層內之鹽類，亦將藉毛細管之作用而上升，碱上加碱，致土壤內之水溶液濃度，過於植物胞液之濃度，而使作物之生長細胞起萎縮現象。始而彎曲不伸，終則心腐枯死。即所謂碱性病是也。故碱土殊不宜于植物之生長。尤有進者，土壤中之碱度增大，則植物攝取養分之力不良，而影響于收穫量焉。然土壤內微生物之蕃殖，亞硝酸菌與硝酸菌等之生成，須在碱性土壤中，始得充分其生長。（在 pH 7.0 至 8.6 之間）吾國土壤所含之淡素（N）甚少，而其生產力猶不爲弱者，其原因自不一端，而微生物之繁滋，N 素得以增加，實爲力不少。

五 土鹽之製造與其禍害

1. 土鹽之製造

土法鍊製硝鹽，各處類皆相同，茲舉一例如下，據大公報曲周通訊略謂，曲周縣地屬冀南，在大名之北，地鄰山東，為硝鹽盛產之區，全縣面積二千九百七十方里，製硝之地，佔一百二十六方里，以白鹼地居多，完全不能種植，與他處稍可耕稼者不同，鹼地愈刮愈多，鹼性愈形擴張，面積日漸增大，城內有四大水池，俗名〔海子〕，常年不涸，天旱時，海子邊即有數分厚之白霜層結出，人民即取以晒鹽，硝鹽製造大都利用日光晒製，與他處用鍋煮製者不同，故有晒鹽池，而無煮鹽鍋，製造程序，先將硝土耙鬆，以水洒之，逾五日，土上現有白色結晶，遂將土刮起裝淋，間有規模大者，淋鹽池，普通多用土築，長丈餘，寬數尺，高約尺許，中間橫置柳條，其上密置耢桿，鋪蘆蓆為底，置硝土於上層，復鋪蓆，引水沖之，漏下之水，引入晒鹽地，晒池大小不一，經日光曝晒即成鹽。所成土鹽，含芒硝頗多，味多苦，不甚佳，遠遜官鹽。

此僅曲周一縣為然，凡產硝鹼之區莫不如是。生此境者，農收繼屬無望，課稅仍不得免。除非別求生產，實難渡此一生。故私造硝鹽，各處皆有明令制止。然自禁者自禁，造者自造，每年因此牽涉訴損傷人命，不知凡幾。近年冀豫鹽戶，因鹽務稽核所之取締拆平鹽池，屢起衝突，不齊其本而逐其末，將見其不可行也。

且確鹽售價與官鹽相差甚鉅，農民貪圖便宜，故多樂於購食，課稅者僅置隊緝私，實無若何效用。

2. 土鹽之化驗成份

河南省商邱以土鹽有鍊銷場，對土鹽之成分，及產生之硝鹽土壤曾加以化驗，茲將其化驗之結果錄之于次：

第一表 河南土鹽分析表

化學成分	開 封 土 鹽			歸 德 土 鹽	
	甲	乙	丙	甲	乙
氯化鈉 NaCl	86.16	62.88	7.65	66.85	50.48
硫酸鉀 K_2SO_4	4.17	11.22	0.53	0.33	1.22
硫酸鈉 Na_2SO_4	—	9.74	68.39	3.92	16.64
氯化鎂 MgCl	0.35	—	—	—	—
硫酸鎂 $MgSO_4$	3.32	6.05	18.29	10.34	17.31
碳酸鈣 $CaCO$	—	—	—	0.71	1.70
不溶物	0.06	0.11	1.17	1.14	1.31
水 分	5.94	9.50	3.97	16.68	11.34

第二表 河南土鹽分析表

化 學 成 分	晒 製	煎 製	再 煎 製
氯 化 鈉	62.20	86.81	93.60
硝 酸 鉀	1.75	3.79	1.37
氯 化 鎂	—	—	0.42
硫 酸 鎂	12.96	4.80	0.29
硝 酸 鎂	—	0.12	0.31
氯 化 鉀	0.45	—	—
硫 酸 鉀	7.31	—	—
硫 酸 鈣	0.23	—	1.50
不 溶 物	0.10	0.07	0.50
水 分	14.76	4.43	1.94

第三表 河南硝土分析表

化 學 成 分	開 封	歸 德
水 溶 物	6.87	6.27
鹽 酸 溶 物	12.39	11.64
二 氧 化 炭	5.34	4.73
殘 渣	74.65	76.68

官鹽成分之規定，最低須含氯化鈉 85%，以水份 10% 以下，夾雜物 5% 以下，今觀上列所列土鹽之成分，至不一致。上好者已至 86.16% 之氯化鈉再製之，能達 93.6%，已可超過官鹽之規定成份，而最差者僅含氯化鈉 50% 耳。倘能大規模製鹽，固一天然富源也，惟奈為量甚微，且有時間限制，勞力多而獲益少，殊不合經濟之原則耳。

第四表 河南硝土
分析表

化學成分	開封	歸德
硝酸鉀	1.75	1.92
硝酸鈣	—	—
硝酸鎂	0.85	0.54
硫酸鈉	0.56	—
氯化鈉	1.97	2.56
硫酸鈣	0.66	0.67
硫酸鎂	0.87	0.53
碳酸鈣	12.12	10.47
殘渣	74.65	76.68
水分差數	6.57	6.63

第五表 河南硝土與印度硝土成分
比較 (1-3為印度硝土)

化學成分	1	2	3	4(開封)	5(歸德)
硝酸鉀	0.70	8.30	2.40	1.75	1.92
硝酸鈣	0.90	3.70	—	—	—
硝酸鎂	—	—	0.70	0.85	0.54
硫酸鈉	2.90	—	—	0.56	—
氯化鈉	1.40	0.20	—	1.97	2.54
硫酸鈣	—	0.80	—	0.66	0.69
硫酸鎂	—	—	0.20	0.87	0.53
碳酸鈣	44.30	35.00	26.50	12.12	10.47
殘渣	50.00	40.00	60.80	74.65	76.68
水分有機物	—	12.00	9.40	6.57	6.63

3. 土鹽之產量與稅收之影響

在華北平原上凡有較低窪之地，而水無排泄之道，流出不暢者，皆有鹽硝之產生。據鹽務稽核所之調查產硝鹽面積，地跨冀魯豫蘇皖五省，共達 158 縣，所產之硝鹽總量，共達 158,000 擔，對於國稅之收入，年減二千萬元之鉅。

4. 鹹土對於植物生長之危害

土中鹹鹽強度至何程度始有害於植物之生長，不可一概而論，蓋植物耐鹹之力有強有弱，各不相同，其所以不同之原因有二。

1. 屬於生理之構造，因細胞內部及細胞膜之組織不同。
2. 根之習性，地面之鹹，具有毒性，其根之入土深淺不同，其抗鹹性

乃有出入，根深者能吸取深下之水，不易受毒碱之害，淺根植物入土較淺，吸取近表面之水份易受碱害，植物幼苗亦易被害。

植物生長端類水份溶解土中養料，以供吸收。碱質過重之處，不獨有礙植物之吸收，且將植物細胞內之水份吸出，故使原形質發生分離之現象。植物根冠，一遇碱即被毒傷。例如蘿蔔及蕪菁等在PH過於7之土壤中；則生心爛病，及心枯病。

且植物攝取K, Ca, Fe及Mg等之作用，常與土壤內H⁺依濃度之增加為正比。植物養料不可缺乏P₂O₅，亦在酸性土壤內易于奏效。以此觀之則PH值過於8.4之土壤，不僅其土壤內水溶液濃度大過植物細胞濃度。致起萎縮而已，且K, P₂O₅, Mg, Ca, & Fe等之必要養料，亦難攝取而滋生長。植物之生長機能失其效用。而土壤中之養料又不能利用，遂成不毛之田矣。

因碱質之存在，致使農作物減收，其受害程度之大小，每因土中所含碱質之濃淡而異。據北平大學農學院王正教授之試驗，彼曾取低地一，分之為二段，其一不動，其他則培高30Cm然後種植小麥。在初期土壤之PH值，皆為8.54，經數次雨後，高地者由8.54減為8.37，其低下者則以地勢低下，排水不良，PH值為8.50。將二區內之麥，各選生長均勻者20株，而比較之，得結果如下表：

生長區	產料名	重 量 gr.	合總量之百分數	高低二地產量之比較gr	高低二地產量之百分比
高 地 者	麥 粒	18	13.0	+ 3.0	31.0
	麥 桿	35	60.4	+16.0	60.4
	根 株	5	8.6	+ 2.0	8.6
	總 量	58	10.0	+21.0	100.0
低 地 者	麥 粒	15	40.5	- 3.0	25.9
	麥 桿	19	51.4	-16.0	32.8
	根 株	3	8.1	- 2.0	5.1
	總 量	37	10.0	-21.0	63.8

觀上表之結果，酸鹼度即PH所差有限而所獲之收穫，則相差至15.6%，此其受害之較輕者，其重者則籽粒無收矣。今即以比較輕之減收量計之，麥之產量每畝平均可收140市斤，則減收23.3市斤，全硝鹽地面積共計

$$210,600 \times 15,000 \times 23.3 = 73,600,000,000 \text{ 市斤}$$

合36,800,000公噸，每公噸以60元計，其農產之損失為2,208,000,000元

此種公私有形之損失，近二十四萬萬元。至于危害民族健康，無形之損失尚不與焉。

5. 土鹽對於生理之影響

土鹽不含碘質，碘在動物營養上有防止鵝喉風，及促成毛髮生長之功能，通常食物中無此種物質，惟海鹽中有之。故山居人不食海鹽者，多見鵝喉風，及禿頭之症。土鹽中所氯化鈉之成份既少，必須多食，因生副作用。其要者釀成慢性胃腸炎（見劉和著土鹽與農村——大公報）¹⁰

六 土壤之改良法

鹽鹼之發生，十九皆因排水不良而起。是癥結所在，為一排水問題。倘排水得當，則收穫立見增加。但華北問題，尚不僅此，防旱問題之嚴重，亦不下於鹽鹼，已於前述之矣。此皆息息相關，自應連帶解決之。容另章詳為籌計，茲將其他各種改良土壤之方法，略述之於次。

（一）農家舊有之改良法——地低而鹼之區，農家舊用改良之法有四

（甲）施用煤炭燃後之殘渣而改良之。其理不外二端：（1）爐渣為酸性，且含少量之植物養料，可以變換土性，而滋養植物。（2）煤炭燃燒後，所餘之殘物，尚有硫酸及碳酸等化合物。二種化合物，俱有使鹼土變良之希望。此法雖效力較小，而為有益無損者。

（乙）深耕後種植法。於播種之前，先將土地深耕之，再將種子播

入其中。則生產量亦可增加焉。蓋因吾國北部，當春耕秋耕之時，天氣俱甚乾旱，土壤內之鹼鹽，因毛細管之引力而上達表面。此時若深耕之，則表土所含之大部分鹽類，可得翻於地之下層。而地層深處之土壤，達於上層，於此將上層之土壤鹼度減低，此其理一。土壤經一翻深耕，則其物理性質加良，故其滲透作用大，滲透之力亦增，降雨之際，其易溶于水之鹽類，如 Na_2CO_3 者，即易被排去。

(丙) 蓋草。在江蘇兩淮鹽墾區中，農夫欲免鹽鹼之害，常用蓋草法。即將草覆蓋土上，而防過量之蒸發，避免下層鹽質之上升。同時草腐之後，又可增加土中有機質，不毛之田，經三五年之蓋草工作，即可植棉。此種方法，完全物理作用。使地下層鹽質，因隔斷毛細管之作用，而不得上昇集聚地面，並未將鹵質除去，遇有機會仍上升。若在有相當排水之處，常奏大效。

(丁) 摻和粘沙土。在冀省又有將鹼土，沙土，粘土三種分量相等，而摻和之改良法。當年即可成爲良田。此法係將含鹽之表土，利用他種土壤，以減輕其成分。日久下層鹽質，被毛細管攝引上升，仍使此田成爲不毛，究非根本辦法。

總上四法，雖簡而易行，然未能盡改良土地之能事也。

(二) 化學肥料改良法

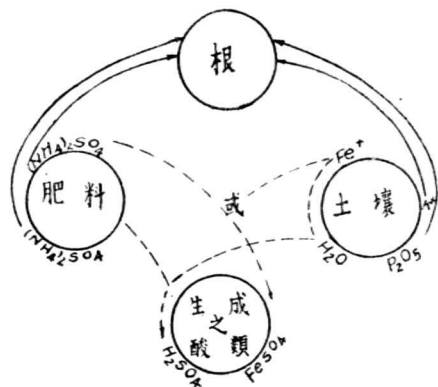
用人造肥料以改良之法。(見王正著中國北部土壤PH值之研究)¹¹

吾國北部土壤，多呈弱鹼性，須施用一類酸性肥料，以調劑之。此種肥料不一，有直接是酸性者，如 $(\text{NH}_4)\text{Cl}$ ， $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 等是。有本爲中和性，經植物根株之攝取作用以後，始將土地中溶液呈酸性者，如 KCl 等是。前者之功用顯著，主用于鹼度較大之土壤，後者效緩，主用于鹼度稍低之區。今按 H. Kappen 氏所擇定之酸性肥料如下：

$(\text{NH}_4)\text{Cl}$ ， MgCl_2 ， $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ， $(\text{NH}_4)\text{NO}_3$ ， KCl ， K_2SO_4 ， CaSO_4 。

H. Kappen 氏謂 NH_4Cl ， $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 爲改良鹼性地成績卓著之肥料。

餘則其效甚緩。至于 CaSO_4 則宜施于 CaO 缺乏之地，而 $(\text{NH}_4, \text{NO}_3)$ 則其效用甚微。吾國北部土壤，俱缺乏窒素（N），此外因鹼度較高，應施以 NH_4Cl 或 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 為宜，今圖示其改良之效用如下：



由上圖觀之 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 之 $(\text{NH}_4)^+$ 伊洪直接被作物攝去而供生長之用。其 $(\text{SO}_4)^-$ 伊洪，則殘留地中，但此伊洪不能單獨成立，勢不得不與土壤中之陽伊洪，如 K^+ 、 Na^+ 、 Ca^{++} 、 Mg^+ 、 H^+ ，及 Fe^{++} 等相結合，而變為一種新物質，或被土壤中之水攝去，變為 H_2SO_4 。是施用 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 肥料，則生成遊離 H_2SO_4 ，及他種硫酸化合物之可能。此等硫

酸物之溶液，俱可將土壤中之鹼度正負相消。使 H^+ 伊洪漸歸於平衡之狀態。即將昔日有害之土壤，一變而為無損於作物者。且施 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 等之肥料，一方面供給N素之不足，一方面調劑鹼度之過高，其對於作物收穫上必奏良效，可斷言也。

（三）選擇耐鹼性之作物

吾國北部其PH值由8.05至8.62，其由8.65—8.30者，對於作物之生長良好。其PH值由8.30至8.50者，則種植有限制。其PH在8.60以上則為有害于作物之土矣。在此等土壤內，除施行土地改良外，須注意于作物種類之選擇。考燕麥大麥及小麥等，耐鹼性之力甚強，馬鈴薯及蝶形花之作物則耐鹼性之力較弱。故吾國北方主要之作物，以大麥小麥高粱麻等為主。但土壤內之鹼度仍須8.50為限也。黃豆及其他豆類，則生長欠良。

PH值與作物生長之關係，茲將各種常見之植物抗鹼能力略述於

次,以供選擇時之參考。

(甲)若雨量不缺乏,則黃土之PH值8.05至8.30時,無害于農作物之生長,即於闊葉樹之楊柳楓榆槐,針葉樹中之側柏果松等,為害亦少,若PH值由8.30至8.50時,則種植有限制,若超過8.60,則為有害于任何植物之碱也。

(乙)土壤所含之PH值過於8,則于松及唐檜之發芽不良,若其PH值過于9時,則種子即完全枯死,惟PH值等字6.3時,則發芽良好。

(丙)一年生之苗木,不喜生長於重碱性之黃土中。(PH=8.54)者其成活之幼苗占64%,其未發芽者占66%,其生活之狀況不良。

白菓松耐碱性之力強成活之幼苗占30%,枯死未發芽者占70%,但其生活狀況較佳。

側柏之耐碱性力較白菓松稍大,其生成之苗木占60%,其死者占40%,生長之狀況亦稍優于白菓松。

洋槐及合歡木在黃土(其PH=8.54)其生長狀況優良,在PH=8.50之沙質壤土中,其生長狀況最好,但在PH=8.50之砂質土壤中,則生長較劣,禾稼中如穀稷黍等,在PH=8.50之土壤中,其生長之結果均為不良,各作物之耐碱力雖有強弱之不同,但以其生活狀況觀之,其收穫量恐難豐收。

(丁)若土壤之碱度過度8.50時,種植植物不良,栽植針葉樹如馬尾松等亦不良,須培植闊葉樹如洋槐及合歡木等,似較為妥適。

(戊)小麥在PH=8.5之壤質砂土中,其收穫不豐,但加以排水工事,則其量可聚增至1.6倍。

(己)馬尾松白菓松側柏洋槐及合歡木等在PH=8.40之碱土中生長不良,施以 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 較其成績優美。

七 防潦備旱並改良土壤之水利事業

根據以上各節之敘述,可見水災旱災皆係華北所常見之事實。欲

免此種危害，當然以水利工程事業為主。其法可分防潦與備旱兩大類言之於次：

1. 防潦備旱之溝洫

防潦之法，莫過於排洩積水。古制溝洫，年久淹沒，無可再見。惟讀周禮得稍知其梗概。歷代曾有提倡復古舊制，但因組織管理不善，旋與旋廢。清靳文襄公于康熙十年巡撫安徽時奏：『大江以北，如風陽等屬，盡失溝洫之舊，一遇水旱，即成石田。今欲足民，莫如力行溝田之法。溝田者，即古井田之遺意也。然井田法制繁重。溝田但鑿一溝，修浚甚易，其法以十畝為一畦，二十畦為一溝。以地三畝有奇，為二十畦中之經界。二十畝之外圍以深溝。溝道廣八尺。溝廣丈二尺，深七尺五寸。開溝之土，即累溝道上。使溝道高于田五尺。溝底低于田七尺五寸。視溝道深一丈二尺五寸。澇則以田內之水放入溝中；旱則以溝中之水車灌田內。』此制類似現在江南蘇常一帶所通行之農田制度。靳公或有所見而云然。

上述計畫以二十畝為單位，面積共為120,000平方尺，溝與路占地28,056至45,024平方尺，約為全面積百分之23.3—37.5。

作者曾道出皖北阜陽蒙城之交，便中調查其治地之法。該處地面低窪，號稱湖地。農民于田之四圍開溝，深三四尺，寬一丈至二丈。以挖出之土，均置田上，以增其高度。平均計之，溝占地面十之三。計其收穫無溝者，每畝收麥五十斤，有溝者每畝產百餘斤至二百斤。其耕作良好者，則達三百斤。且溝之岸坡，可植葦柳茅草之屬。溝底可種水稻荸薺等。實際上地面並無廢棄。且收成可靠，無慮水災，年增收四五元，而所費挖土工費，每畝平均二元而已。

又據周昌雲等于調查渭河流域報告中，謂曾見草灘鎮一帶之排水去鹹工作。其法係將田之四週造成一公尺寬深之溝渠，用開出之土沙使地面增高。潛水降低，毛細管作用減輕。如此則下層鹽鹼不易上升，而表土鹹復可藉雨水沖洗下刷，由挑水溝流去。此種溝畔，多植白楊，生長極茂。（見土鹼專報九卷）¹²

此種事實固云係因地制宜，不能概括一般，然推行之于平坦，無甚起伏之廣野。或因排水不良為致硝鹼屯積之區，當有奇效。

據上節雨量記載表，華北最大雨量，在彰德於民國十二年八月九日至十一日三日中，落雨 464 公厘，此種大雨，每不常見，且多集中一隅，散佈不廣，平時大雨量多在 300 公厘以下，今以三百計之，在此三日中，其耗于滲透土中者，假定為 100 公厘，耗于蒸發者 30 公厘。則餘水 170 公厘，須于此三日內排出之。每平方公里之流量僅為 0.655 秒立方公尺耳。即使遇如彰德之三日最大雨量，亦僅 0.90 秒立方公尺。祇要水有出路，田間稍開溝渠，即可勝任洩去一切雨水。

溝洫之設，原有排水蓄水兩種功用。排水又有地面排水及地下排水兩種。

1. 專為排除地面水者——如僅為排除地面雨水，則溝之大小分佈，將依地形與暴雨量而定。因勢利導，逐下開溝，隨流出之雨水面積而規畫其斷面尺度。

以上節所述之華北夏季最大雨量，每平方公里之流量為 0.655 秒立方公尺。匯五平方公里之流量，為 3.275 秒立方公尺。類此水溝，每平方公里，至少有一道。如以溝隨地坡度約四千分之一為準，自寬三尺至寬六公尺，深一至二公尺，半側坡為一比一，其排水能力在普通環境之下，已可足用。

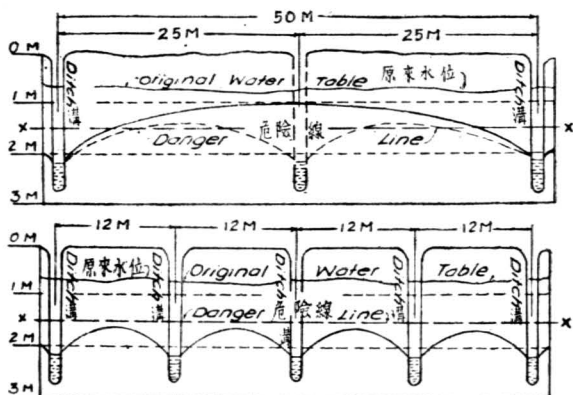
水溝之斷面，原應按照土質斜坡靜止角之大小，以定最經濟之斷面，但為節省占用耕田面積計。故不能不以口面經濟為原則。溝底之土，多自田中沖積而來，質細而肥，年加疏挖，取作肥料，亦為兩利之道，故底稍窄，亦不妨事。

是等水溝之距離分佈，應因地形而異，以能排出雨水為度。匯集數十方公里，而成渠滄，其斷面則無需照此流量推算，以類此暴雨之來，為時甚暫，散佈不廣，逕流係數，隨雨區面積而遞減。在廣大平原中，據經驗常用 $1/8$ — $1/25$ 英吋，在二十四小時內 14.3 公厘之排水深，係屬常有。

酌量用之可也。

2. 兼作排除地下潛水之溝——地下潛水面高過一·五公尺，即有害作物之生長，且可引起鹵質，為害極大。減低此潛水之法有二，一為利用明溝，一則安設潛管。

利用明溝以排潛水，其溝必深過 1.5 公尺以下。其距離又不可過遠，否則失其效。據梭頗侯光炯調查江蘇東部墾拓鹽漬三角洲土壤報告，其試驗結果，有如下圖。



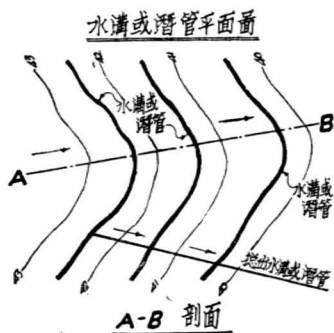
上圖兩溝之距寬 50 公尺，原來水面（即潛水面）深 0.8 公尺，2.8 公尺，溝開成後，潛水面降低至 1 公尺，後于中間再開一溝，潛水面降至 1.4 公尺，若兩溝相距 12 公尺，則潛水面永在 1.5 公尺以下矣。此則濱海鹽漬之地為然。若在內陸即在排水不良之地，亦僅在雨季內，潛水升高，致成水漬。(Water logging) 若在旱季，未有不在 3 尺以下者。且據上圖所示，其距離亦應視土質之透水能力若何而定。其深度則無論如何，皆須在 1.5—3 公尺之間，或深及難透水層而止。著者嘗考查黃河沿岸土層，沙淤迭見。下層沙中潮濕，每為層游隔絕，不能上升，則雨水之

透下，亦當如是。今姑定在極窪地帶，溝之距離為50公尺，深為2.5公尺，成V字形，口面5公尺，斷面積6.25公尺。在稍較高燥地帶，溝距100—105公尺。平均以100公尺計。以此斷面及距離為排除地面雨水，當可不成問題。為除潛水尚須加以測驗，因地制宜。

此種水道占耕種地面3.5—10%。

3. 專排潛水之暗管——為免除占廢有用之耕地面積，排洩潛水可妥設潛管，常用10—15公分徑之瓦管，埋深在2—3公尺之間。放在不透水層之上。其距離則以地層組織及透水能力而異。若為沙土，在100—200公尺，粘土則在50—100公尺之間。

為排除潛水，無論係用明溝或暗管，其方向皆應橫斷地勢斜坡，以截流由高坡流下之水，如下圖所示方向。



水為宜。

且排蓄並用之水溝，必需在無鹹鹽之土壤地帶，否則潛水面不因開溝渠而見減低，將及因蓄水而提高，為害更大矣。

華北夏季七八兩月雨量，平均約當全年雨量百分之七十至八十，

潛管之縱坡，多在1/100至1/1000之間。

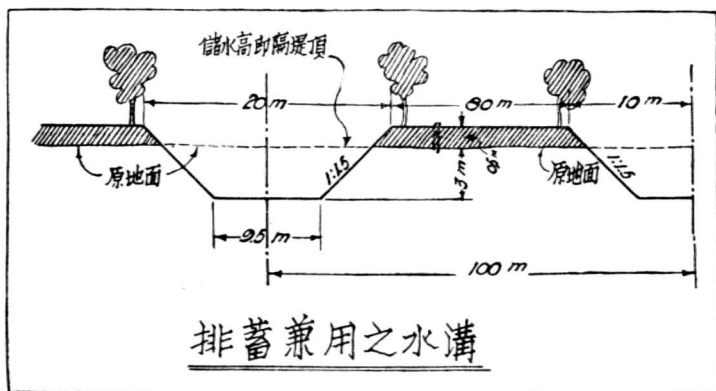
總出水溝或潛管，其位置必須低于田溝，或在支管之下，以利洩水。潛管之出口處，須有防禦冲刷之設備。

潛管排水其效等于明溝，而且無廢棄保養費用，實其大利所在。

4. 水溝之兼有排水儲水兩用者——華北常年苦旱，七八月之雨水反足以肇災。餘月則雖引水，而不可得。因乃有蓄水之議。排水固以能排最大洪水為準，為蓄水計，亦以能蓄足用之

全年雨量以 500 厘計，則夏季可蓄之水當有 350 公厘之多，則每平方公里應有 350,000 立方公尺之雨水。究應至少儲存若干，方足應用，必先予以切實之研究。

查華北最乾旱時期，為自冬十月至夏四月，此時之作物，為麥棉之屬。棉作新種需水較少，麥作每畝共需水約三百立方公尺，（見拙著灌溉水效率，水利九一期）¹³種麥面積以十分之六計，則每平方公里實淨需水 270,000 立方公尺。在此長期乾旱中，水面之蒸發，地層之滲漏，以及其他種種之損失，極少限度應耗去三成以上。則儲水量至低限度應有 350,000 立方公尺，此數適與能儲水量相等。倘能設法儲存，則冬春麥遇乾旱即可澆灌，確可不靠天而收穫矣。今以百分二十之地面開為溝渠，則其深需有 35 公尺。其制可將田間溝道隔分為多段，以盡其排水與儲水之作用，如圖所示：



沿溝長每距若干遠，修一隔堤，其高度低于田地 0.5 公尺，則雨水不及隔堤頂時，水盡儲存。旱則吸取灌田，水面高過堤頂則讓其自然流出。

此制所可慮者，潛水面將被提高耳。若使水溝之距離稍遠，或在一

百公尺以外，勿使過于密隣，或不致有若大惡果。

依上擬計，溝距一百公尺，則每平方公里至少有10,000公尺之溝道，每溝寬以二十公尺計，共占地200,000方公尺，開深三公尺，每公尺長出土420公方，均置田中，增高0.5公尺。自岸視溝深3.5公尺，儲水總量為420,000立方公尺。

如是則大部分雨水，儲蓄有所，足備不時之需。多餘洪潦，排洩有道，可無淹沒之危。水早有備，人力勝天，收穫歲可豐登。水中廣植菱藕，或利以養魚，可為農民副業。溝畔植樹，材用有所取給。在此不可耕之水溝中，所獲之代價，實可遠過耕作地之上。

總觀上述各種水溝，各有其利弊，各適其相當地之環境，非可通用。年來全國人士，懷於水災之慘，曰惟防洪是務。治理巨流大川，固以最大洪水為防，即以局部細流，亦每以排水是重。與其防洪於河中，何若蓄洪水於田間。地方有害之水，固當排除務盡。旱時所需要之水，幸無同時並去。參酌雨量之情形，審度土壤之所宜，就天然之地形，以選用溝渠之制度。勿拘泥於一隅，則得之矣。

2. 防旱之工事

為防旱而開溝渠，在通常雨水和順之年份，當可收效，惟華北雨量變率極大，（參閱雨量變率表）應雨而不雨，連月苦旱，芟禾枯萎，赤野千里。司空見慣，巨川大河，涸竭斷流，亦非罕聞之事。滴雨無落，田間即有廣大之溝渠，亦無從得水。是以防旱之法，尙有待于他求也。

在此半乾燥區域，欲求廣大水源，本非易事。然天然富源，並非未有，特未盡人事耳。一，各河上游山壑區中應有截留雨水之儲庫。二，遠處流來巨量河水吸引以事灌溉。三，地下泉源可掘取用。再再需加以人力方能有用者也。

山中水庫——灌溉水庫之在中國，尙無建設者，華北水利委員會，擬有官廳水庫之建造。其用專為攔洪，非為灌溉。華北山原多屬黃土。雨水驟臨，常使巨量泥沙與之俱下。據實測陝省涇洛各河泥沙嘗達50%

以上，若云建壩爲庫以儲洪流，恐其不數年，即可被淤填實而失其效。夏秋雨水之量最豐，儲而蓄之，一面固可供灌溉之用，一面使洪水巨潦不即時下注下游，則不致再有意外之水災。但泥沙之問題，不得解決，則大規模之儲洪水庫，無從建造。

爲防止土壤沖刷，年來國人已深加注意。植林種草，政府已在提倡。山原之上，造成梯田，開溝儲水，植樹防沖，尙在着手試辦中。倘得有成效，普爲推廣，則山陝豫甘各省黃土區域，地面覆被草木，阻止沖刷，夏日雨水盡可儲存待用。即黃河亦可除却禍源，治理更易爲力。

統計華北各河流上游，山原區內面積總共計有五十四萬平方公里。（包括熱察綏晉各省）夏秋暴雨量，平均在400公厘左右。今假定其逕流數，當雨量三分之一，（實際上在此崇峻之山原其逕流當有二分之一）則可蓄之洪水至少有 72×10^{12} 立方公尺。可供灌 12×10^7 平方公里之農田，華北廣大平原，皆可同沾澤惠。

此種數字，驟然視之，似屬不經。然試匯集偌大區域中之千百支流，僅得此數。分之于各支流，則其數並不見其大矣。倘實際用之，恐尙有水源不充之感。

大量蓄水既非所能，而泥沙之沖刷防止需時。無已，乃另籌設置多數較小之水庫。儲雨水以爲本地之用。李儀祉先生力倡是說，曾載在黃河水利月刊一卷八期『蓄水』一文中，其壁畫周詳，此處無庸重述，讀者請參閱之。

吸取河水——引用天然河水，以供灌溉，爲制甚古。秦之鄭公渠成效大着。蜀之都江堰，已歷數千年，迄今尙享其利。寧夏河套，皆早着成效。冀豫各省，到處皆有引水灌田之設施，其法築湃分水，導之入渠。或攔河築壩，抬高水頭以引水。惟規模狹小，工事簡陋，旋興旋廢，未見大效。近年涇惠渠已獲大利，靈壽渠已放水灌地。洛惠渠功成過半，渭惠渠亦在進行，鉅工偉業相繼而起。皆以位渠門于山口，築壩抬高水位以利引導。華北各河流，類皆源出山原，暴雨驟來，洪流突漲。待雨期去後，河鮮巨源，僅

存細流，爲量無多，不足以灌沿岸農田。漳衛沁丹各河。常于春季斷流即因此也。故主要財富，當以能截留洪水爲要，引用平時洪水，猶其次焉。

在過去各河流之水文記備，多未測記。卽有之，亦僅夏秋洪水流量，對於低水流量，未加觀測。故華北各河之低水流量究有若干，可資利用，尙無從統計。深望各水利機關，對於各河水文，皆有常年之記載，以供作灌溉設計之根據。

黃河自孟津之下，鮮有利用之者。唐宋兩朝，曾引黃濟汴以利漕運。近年始有安設虹吸管，以事淤田灌溉。據曹瑞芝先生之估計，以虹吸引黃河水灌田，所需無多，每畝攤工款多在兩元以內。惟黃河遊行于兩岸之間，河床遷移無定，能爲取水之地點不可多得，非隨處皆可取水，故所應考慮者爲選擇地址，以期其能久持耳。

黃河之水，素以泥沙最重著名，惟在洪水期內爲然，平時含水會較其他各大河爲多，因沙體輕小，游懸水中，稍微流動，即不致沉澱。且因此種細泥，堪作肥料，有益農田，正爲農民所需之物，直放之入田可也。及至洪汎來臨，可停止虹吸工作，以避重沙。

黃河沿岸附近之田畝，可儘量利用天然利源，無任其廢棄流去。按歷年黃河在秦廠最低之流量記錄爲 275 秒立方公尺，上自武陟下至利津，凡可能安設虹吸站者皆裝設，地多水少，即吸盡黃河低水期內之水亦不足兩岸田畝之用，何況有所不能也。

鑿井取水——掘井灌田，爲北方常見之事。山之麓水之濱，桔槔，轆轤水車相望於田間，皆引取地下泉水，以繁苗禾者也。泉水有兩種來源，一爲由當地雨水之滲漏于下層土層中者，來量甚少，深度甚淺，僅及四五丈，一井之費洋三四十元，灌田自三數畝以至四十畝，視來水之豐嗇而定。一爲深地層之水，取水深及數十至數百公尺以下，一井之費常數百元至千元以上，澆地出水多者可至百畝。

淺水井之在山塲河濱者，水質尙好。若在此沖積平原區內，則水含鹼性，及不適于灌溉之用。深井雖富礦質，含鹼者尙不多見。

水井之設既可供灌溉及作食水之用，倘分佈適當，又可減低潛水面，一舉而兩利，惟恐水中含有害作物之礦質，故有地位之限制，未可到處皆能鑿井灌田也。

在此廣大區域中，潛水面常年變化若何，地下土壤構造若何，水源最豐地層在若何深度，皆應加以詳細之測探，研究，以備將來鑿井之參考。聞河北省有農田水會社之組織，甚盼其能對此方予以注意，或可稍解酷旱之荒歉也。

3. 濾鹼

消除鹽鹼之法，第一需有良好之排水，以減低潛水面。第二需有充分水量，以濾去土中所含鹽鹼雜質。

減低潛水面——潛水面距地面之深度，與作物之發育，極有關係，距地面過近，則土壤中無空氣而窒息。如過遠則毛細管吸水量不足以供葉面蒸發而枯死。其最適當之深度為1.5—2公尺。在普通之沙粘土壤中，毛細管吸水能力在距地面1.5公尺以下，其效不大，如是則水中曾含有多量鹽鹼，無由升集地面，故開溝深度適當，其來源既除，表面質當可日減。

濾去鹵質——排水作用既可使鹵質不再增加，則表土因雨澤之沖洗，亦可逐漸改良。據山東虹吸灌田之經驗，若謂有四寸深之水量澆地，則可將鹵質沖淡，透濾入下層土中。不致有害作物。如欲其迅速，可灌多量之水，以沖洗之，其法于田之四周隔以小堤。以蓄水，則水由上而滲漏，以入地中，藉排水溝渠流出。茲將美國試驗之實例譯於次，以供參考。（見 U.S. Department of Agriculture Farmers' Bulletin No. 805）

在未經施行灌水以前，地面全為白色鹼質所覆蓋，鹽草雜生，別無有價值之植物可言。其自地面下至四呎間，土中所含鹽鹼質有2.2%之多。其潛水面距地面為2呎，灌水後月終試驗，得該土壤所含鹽分為1%，惟當夏日炎熱，蒸發量加大時，此地雖有灌溉排水，其鹽又復增至1.28%，後以巨量水灌入，鹽分減至0.43%，此後經繼續灌水，土中鹽分減至0，

20%。

又河套灌溉係蓄水於田中春時與種時放水，俗名壓碱，實則將碱質冲淡耳。

由上三例經驗事實觀之，除碱工作，能得排水與灌溉並重，則收効速而功大。故防旱備潦除碱三者實有相互之關係，一項解決，他項皆可連帶解決矣。

八 結 論

在此半乾燥之區域中，水為至寶，有水則生，無水則死。依雨量之記載，本區中雨量咸在五百公厘以上，並不能算少。普通之旱作物，勉強尚可作用。惟惜全年分配不均，致成潦旱。且變率極大，降雨多寡無常，尤為肇災之主要原因。

水既若是之珍貴，則用水時自當力求其經濟，勿使涓滴妄費。故以灌溉用水計，在理論方面，應以某種作物在其發育期內所得之平均雨量，作為必需之水量，乘以在此期內最大旱變率，即為應需灌溉之水量。用此水量，已可得常年之收穫量。若再研究，得到某作物在某處需水最經濟之數量，減去在發育期內所接受最少之雨量，以為灌溉量，則可永無旱災，且收穫量亦可達到最高峯。將每種作物逐一作如是之考量，就當地農民耕種分配之慣性而統計其總用水量。再加以引水時之消耗，即為最經濟之灌溉水效率。

年來有識之士，但籌排水，未視作蓄水之謀。如在雨量過剩之區，因當如是，推在華北似有改變目標之必要。不担雨水要儲，河水要引即是泥沙不堪用之山洪亦應設法存留利用。若地面有水可用，豈不便於深求之地下耶。何況存洪即所以防潦，更可兩得其利哉。

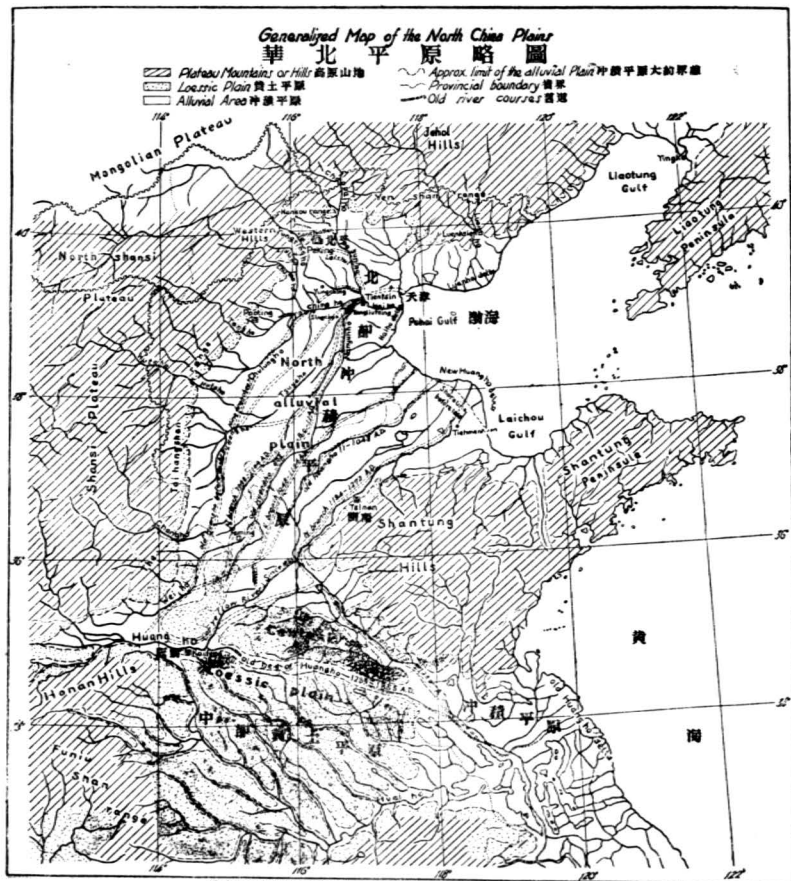
防止土壤之冲刷，實為刻不容緩之圖，黃河之禍源，為含沙過多，制止之方法與工作之步驟，黃河水利委員會已列為重要工作之一，深望其能早日普及西北黃土區域。則黃河固可得作根本治導，即時常為患

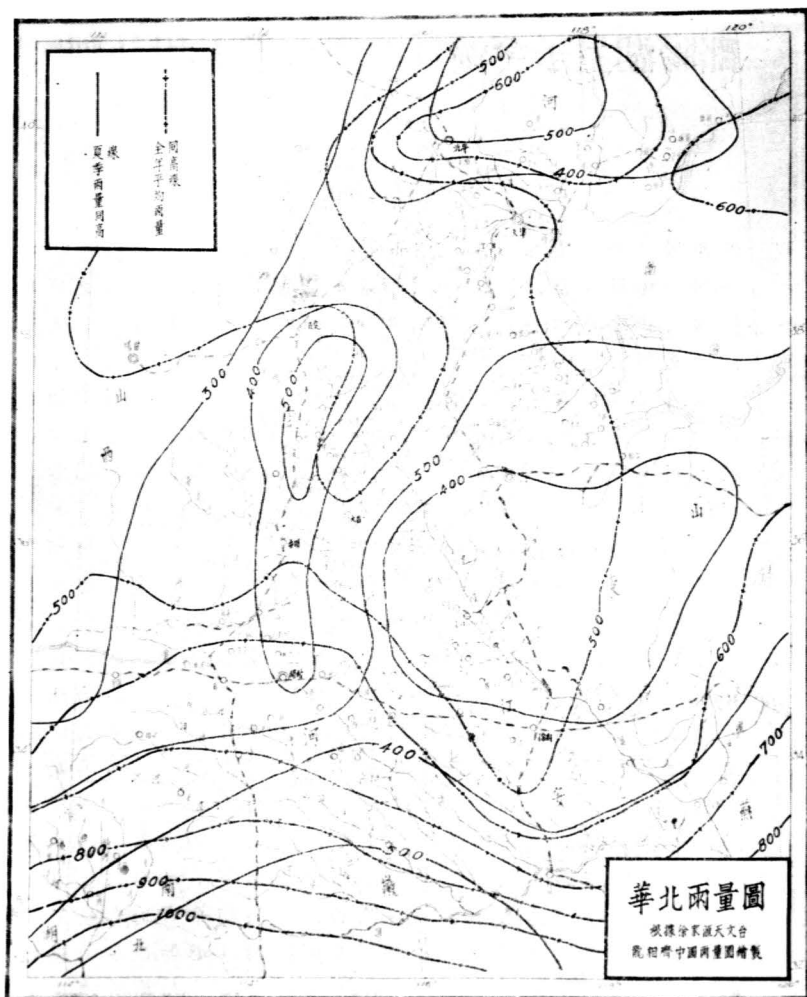
之山洪，亦可澤惠農民，轉禍爲福，是則治水者之貴也。

鹽鹼之生，因排水不良，及雨量不足而致，僅有良好之排水已足以消除鹵質。惟爲效尙緩，若再加多量水源灌溉，增加沖洗之力，施用化學肥料，改良其性質，則其效當更有可觀。

雖然談何容易，此種偉大之事業，非少數人之力所能舉，必從事水工者，日以利用天然水源爲事，而隨時隨處就環境情形詳加研究設計，以期其費省而效宏。農民更須洞悉國家舉辦此項事業之用意，及與本人切身之利害，再加政府方面示以大利所在，扶以經濟財力，暫以行政權威提倡領導。其能爲民衆所勝任者，如溝洫鑿井等，儘可于農暇調集民夫按照計畫，逐步推進。其非羣衆力所勝者，大規模之蓄水引水工程，以及防沖造林事業，則由國家處理之。似此上下一致，全體動員，方能滅除此廣模之巨禍。此則端賴執政者之毅力與決心耳。

二十四年九月一日脫稿





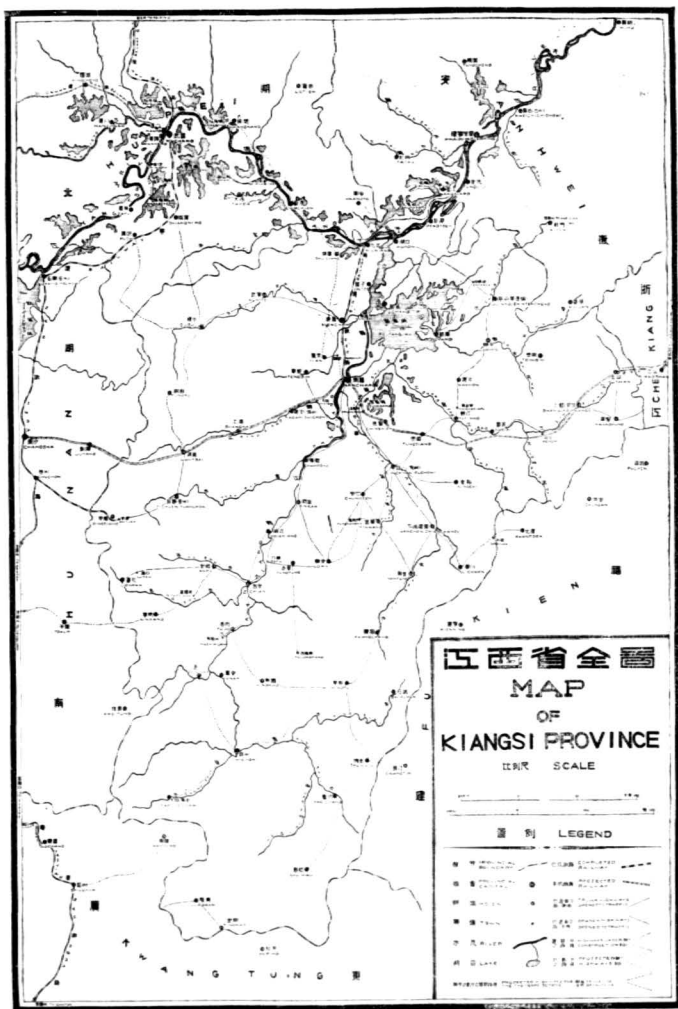
鄱陽湖星子至湖口間深水道工程計劃

水 利 處

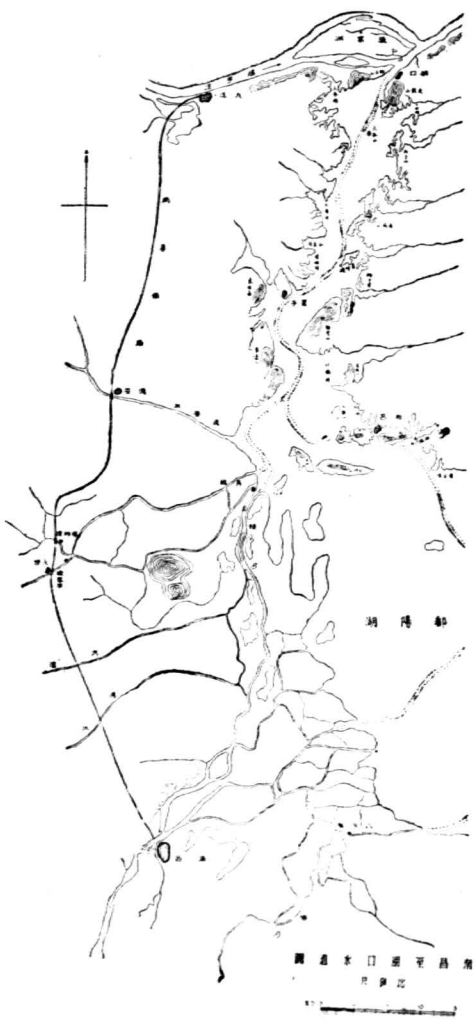
一、緣 由

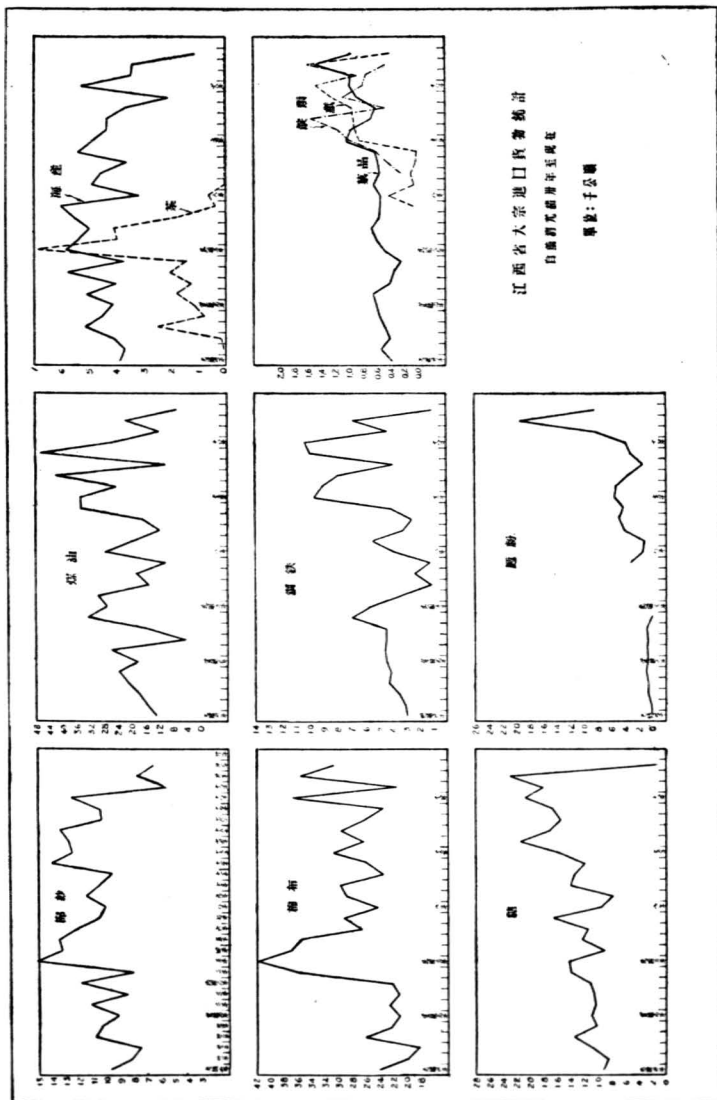
1. 江西居揚子江中部右岸，全省面積計600,000方里，人口計18,600,000，向稱物阜民富之區，地勢則東西南三面為南嶺與大庾嶺所環繞，為天然之分水界。贛江導源其間，縱貫南北，納信撫錦袁諸大支流，匯為鄱陽湖，由湖口以達於揚子江（附圖一至二）。境內氣候土壤適宜，人民勤奮，水運尚稱便利，故農林礦產以及工藝商販，在昔均甚發達，著稱全國，自清季外交失敗，吾國經濟基礎隨以動搖，贛省亦不能獨為例外，加以近年赤匪蔓延，贛省首當其衝，以致往昔盛銷省外或輸出國外之各種貨物，均衰落不振（附圖三）。因人民購買力之退步，以致輸入省內之貨物亦逐年減少（附圖四）。其結果所趨，貿易總量減退入超增鉅（附圖五），故瞻望前途，頗足令人不寒而慄。所幸今歲匪區收復，社會漸形安定，實予贛省以否極泰來之機會，苟能集合專家，以全省為本位，擬定經濟復興計劃，竭全力以赴之，不難恢復昔日之盛況。惟水運為交通方法中最廉之一種，尤適於農林礦產之運輸，即在今日亦為贛省大宗進出口貨所賴以流通，故將來必為基本建設工作之一。贛省通航水道甚多，如贛江袁江錦江修水撫江上饒河樂安河等，均為各縣交通孔道。祇以諸河向未經人工為之整理，故水漲則水流湍急，水落則淺灘畢露，祇適於吃水極淺載重極少之航運，不足以供大宗生產之需要。着手導治，實不容緩。以上各水道經緯全省，均輻輳於鄱陽湖，而以南昌至星子及鄱陽至星子兩段為其總幹，自星子以北，則縱貫鄱陽湖至湖口以達揚子江，尤為幹中之幹。此篇所述，為湖

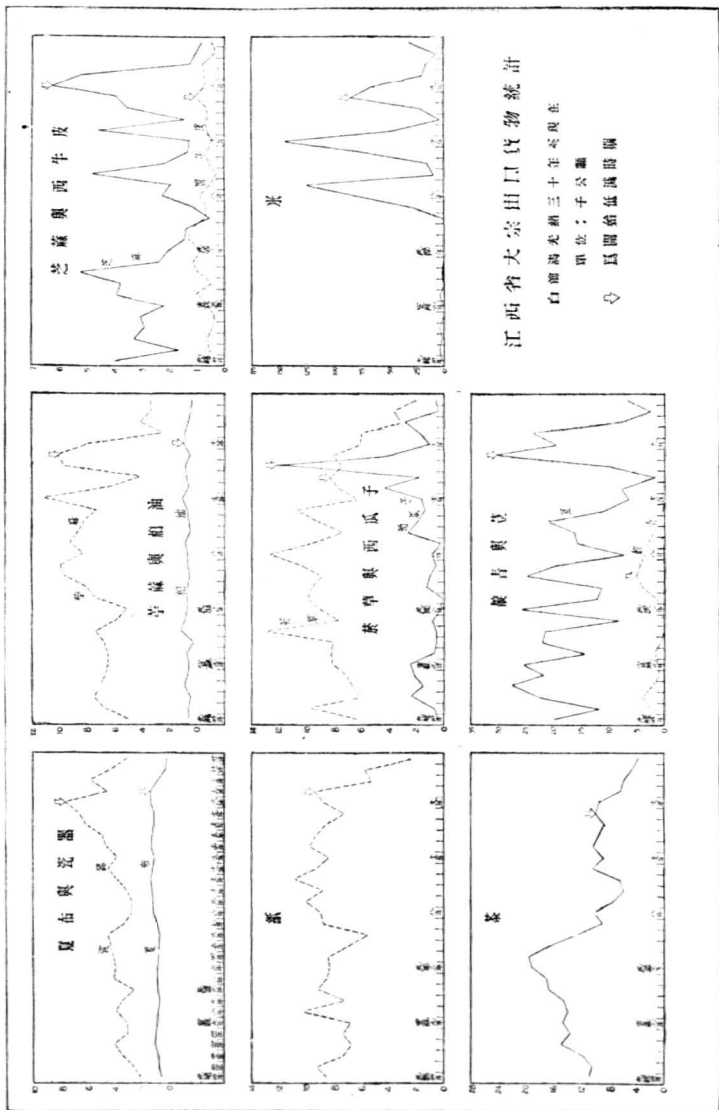
附圖一



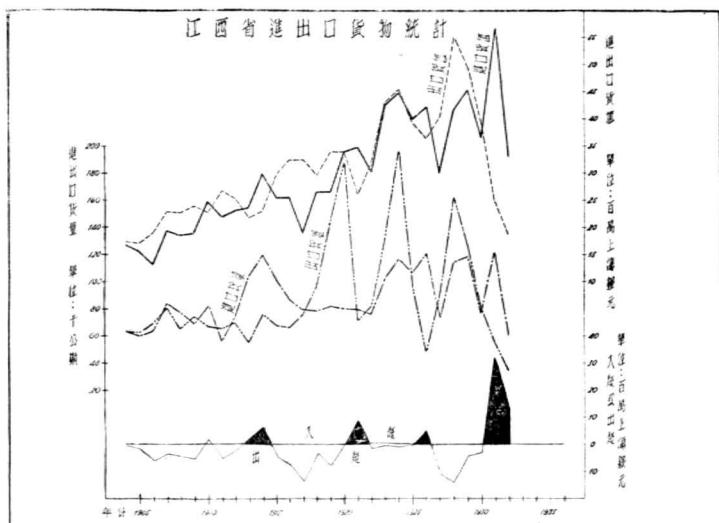
附圖二







附圖四



口至星子一段,其他水道整理計劃,尙待深切研究以及測量調查,方能着手耳。

2. 湖口至星子一段,因處於贛省諸水之尾閘,且逼近揚子江,故水量豐足,在航運上之狀況,亦比較為佳勝。惟高低水位相差達14公尺以上,故水落歸槽則形如河流,吃水在2公尺以上之船舶,即難通行。水漲之際,則汪洋一片,形如大海,不辨航道所在,以致觸礁擱淺之險,每不能免。且因終年水流方向靡定,以致深水道亦隨以變遷,揚子江中較大之船舶,每不敢駛入,關係贛省之繁榮甚巨。故此段之整理,實為不可稍緩之事,且治水宜始自下游,此段工程完成以後,始可謀星子至鄱陽及星子至南昌兩段之整理耳。
3. 本計劃之目的,在使湖口至星子間長年有一穩固顯著之深水道,

其最小深度爲 5 公尺，最小曲線半徑爲 3620 公尺，深水水道之寬度爲 42 公尺，如是則 4000 噸之江輪可以駛入，（例如招商局之江華船長 104 公尺闊 14 公尺吃水 3.8 公尺登記載重 3693 噸）爲使水流集中深水道內，以減少淤塞之機會，則於必要地點建築整流工程。爲使航船能辨認深水道起見，於水道兩側設立必要之標誌 (Beacons) 及浮標 (Buoys) 又以星子城爲內河民船與江船交換貨物之所，故泊船港碼頭貨棧等必要建築，宜繼本計劃及早實現。

4. 本處以設計資料如地形水文以及水道狀況各項均有待於實地查勘與測量以事搜集，爰組織一設計測量隊主持其事，於二十三年十二月出發，二十四年二月測量竣事返處。

二、資料及理論

5. 貨物統計 本計劃中所有貨物統計，均以江西省政府經濟委員會所刊『江西省進出口貿易分類統計』爲根據該書之資料，係得自海關總稅務司署出版之九江關貿易報告，因江西輸入之貨，必須經由九江關，而輸出物之大宗，亦必由此關，故九江關之統計，可以視作全省進出口貨物之統計也。且爲計算上便利起見，貨量單位均化爲公噸，貨幣單位均化爲銀元，其結果如附圖三至五。全省生產量可分爲就地銷費與輸出兩種，故進出口貿易統計並不能包括全部生產與消費量也。就地消費量因無統計可憑，故祇能出諸估計。茲取江西省政府經濟委員會所估計（江西經濟問題 P.142）者列下

江西省貨物產銷統計表

貨物	產量	輸出量	本省消費
米	穀 60,000,000石	2,400,000石	57,600,000石
烟	草 330,000担	150,000担	180,000担
茶	500,000担	300,000担	200,000担
木料	24,000,000立方尺	16,000,000立方尺	8,000,000立方尺

6. 船舶統計 自九江至內河之小輪船現僅八艘，噸位甚低，如下表。
(見九江經濟調查 P.76)

江西省內河船舶統計表

公司名	船名	毛噸	淨噸
大昌	宏昌	32.00	13.90
饒豐	饒安	39.74	13.76
春記	華通	35.00	15.00
春記	南豐	33.00	—
春記	南昌	—	—
春記	南康	—	—
三益	新龍崗	52.10	23.44
明慎	太平	26.69	9.91

此外船舶統計向未經人注意，故付闕如。

7. 九江水位 茲因星子湖口二處俱無充分之水位記載足供參考，惟有藉九江海關所測之水位以事推測。九江水位始測自民國紀元前八年，迄今已有三十年之歷史。茲將其各種持續期之最高水位及一日間之最高最低水位及歷年之中水位列表統計如下。

8. 九江湖口間水位差之計算 九江與湖口間之水位差，因受鄱陽湖吐納之影響，故時有變動。湖口及星子之水位記載甚不完備，惟根據揚子江水道整理委員會之報告，可得民國十三年六月至十四年五月之連續全年記載。茲將湖口站該項記載與同時期之九江水位記載繪於對數紙上，見其不能用同一直綫代表，於是乃隨九江水位之高下求出下列三公式。

九江水位在 12.3 公尺以上時

$$H = 0.799k^{1.065}$$

九江水位界於 10.1 至 12.3 公尺之間時

$$H = 0.728k^{1.1028}$$

九江水位在 10.1 公尺以下時

$$H = 0.59k^{1.193}$$

式中 H 為湖口水位， k 為九江水位，均為吳淞零點以上公尺數。用此三式，可將九江之長期水位記載，推算為湖口水位之數矣。

9. 湖口星子間水面比降之計算 查湖口星子間水面比降，高水位與低水位時期相差甚鉅。按十三年水面比降表，可知差數自 45.3×10^{-6} 乃降至 -3.57×10^{-6} 大抵在高水期比降小，低水期比降大，蓋高水期江湖並漲，有時江水倒灌入湖，於是湖面比降因受江水頂托而逐漸減小，至星子水位受倒灌影響時期，則水面比降乃由零而至負數矣。按民國十三四兩年水位記錄，湖口之平均水位為 12.90 公尺，星子之平均水位為 13.55 公尺，今試分高水位與低水位以推求其相當之水面比降。假定水位在 13.0 公尺以上者為高水位，以下者為低水位，則自 11 月至 4 月為低水期 5 月至 10 月為高水期。按此兩期水位計算，可得水面平均比降高水位為 7.55×15^{-6} ，低水位為 22.1×10^{-6} 。而總比降之平均數（即中水位平均比降）為 16.1×10^{-6} 。此種推測，雖未能必其可靠，然據以推測星子湖口間之水位差以為設計之依據，則精確率殆已足以供事實上之需要。

矣。

10. 星子湖口水位之推算 星子湖口水位僅有民國十三四兩年間記錄可為計算平均水位之依據,其結果殊難憑信。今試根據九江自民國紀元前八年至民國十八年之較長記錄為標準,由上述九江湖口間水位差及星子湖口間之水面比降,可以推知星子湖口之水位。查九江平均高水位為18.93公尺,中水位為14.07公尺,低水位為7.79公尺,按水位差之計算,(見前)得湖口之平均高水位為18.32公尺,中水位為13.30公尺,低水位為6.84公尺。再按水面比降計算得星子之平均高水位為18.63公尺,中水位為13.96公尺,低水位為7.77公尺,茲附推算表如下。

星子湖口水位推算表(根據1904—1929九江記錄)

持 續 時 期	九 江 水 位	湖 口 水 位	星 子 水 位
平均最高水位	18.93	18.32	18.63
一 月	18.40	17.82	18.13
二 月	17.86	17.28	17.59
三 月	17.21	16.63	16.94
四 月	16.65	16.07	16.38
五 月	15.81	15.23	15.54
六 月	14.82	14.24	14.55
七 月	13.47	12.89	13.82
八 月	11.94	11.17	12.10
九 月	10.75	9.98	10.91
十 月	9.41	8.46	9.39
十 一 月	8.50	7.55	8.48
十 二 月	7.79	6.84	7.77
平均最低水位	7.79	6.84	7.77
中 水 位	14.07	13.30	13.96

11. 實測與推算水位之比較 星子與湖口水位觀測，僅不過有一年繼續之記載，不足為設計之依據，已詳前節。茲試舉民國十三四兩年間九江湖口星子三處一年內同時水位實錄，以資與所推測之水位作一比較。

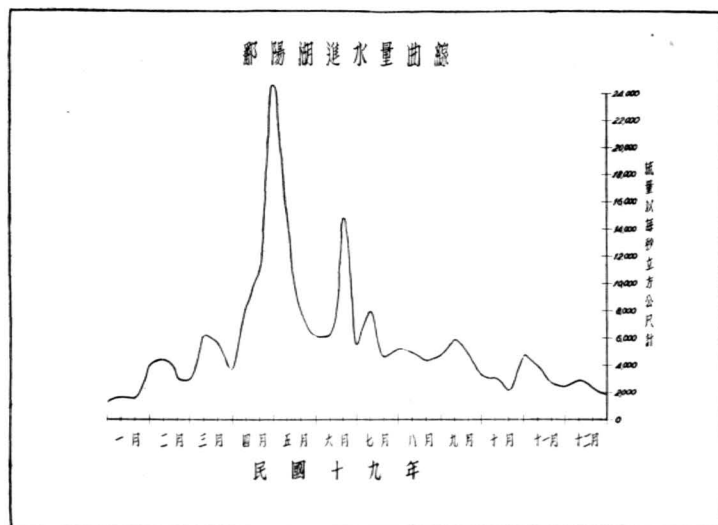
九江湖口星子水位表(民國十三年六月至十四年五月)

持 續 時 期	九 江 水 位	湖 口 水 位	星 子 水 位
最 高	20.10	19.52	19.79
一 月	19.98	19.22	19.40
二 月	19.25	18.54	18.80
三 月	17.82	17.06	17.57
四 月	16.63	15.85	16.40
五 月	15.99	15.18	15.79
六 月	13.92	12.90	14.00
七 月	12.43	11.62	12.90
八 月	10.90	10.09	11.12
九 月	9.70	8.92	10.28
十 月	9.03	8.28	9.10
十 一 月	8.32	7.60	8.20
十 二 月	7.72	6.66	7.40
最 低	7.72	6.66	7.40

試以上表各繪一曲線，與所推測之各相當水位曲線相較，則知由實錄計算之水位較推測之水位於低水時期在星子不過低三公寸，自此向下游逐漸減小，至湖口相差極微。即以此三公寸論，因標準航道（見後）假定甚寬，並不影響於實際通航。而根據推測之水位以計劃導流工程，則實偏於安全方面耳。

12. 流量 鄱陽湖匯集全贛水流而輸於長江，對於長江流量之影響甚為重大，故匯入鄱陽湖各河道之流量測量殊屬不可忽視。惜乎

此項記載尙不甚多，無從推算其最大最小之值，但將民國十九年揚子江水道整理委員會之測量成果，從事統計，以見一斑。是年該會於各河入湖口門之上游各設流量測站，計漳水在漳田渡，饒水在饒州，安樂江在角山，廣信河在瑞洪，撫江在八字環，贛江在南昌，寧武河汶爲二道，在涂家埠及楊柳津，德安水在德安。上述八河，共計測站九處，已將入湖水量包括無餘。統計結果，以一月一日爲最小，入湖總量每秒祇1,227立方公尺，四月三十日爲最大每秒達24,550立方公尺，全年平均每秒5,531立方公尺，自十二月十日至四月二十日低水時期平均4,001立方公尺。並繪民國十九年鄱陽湖進水量曲線如圖六。



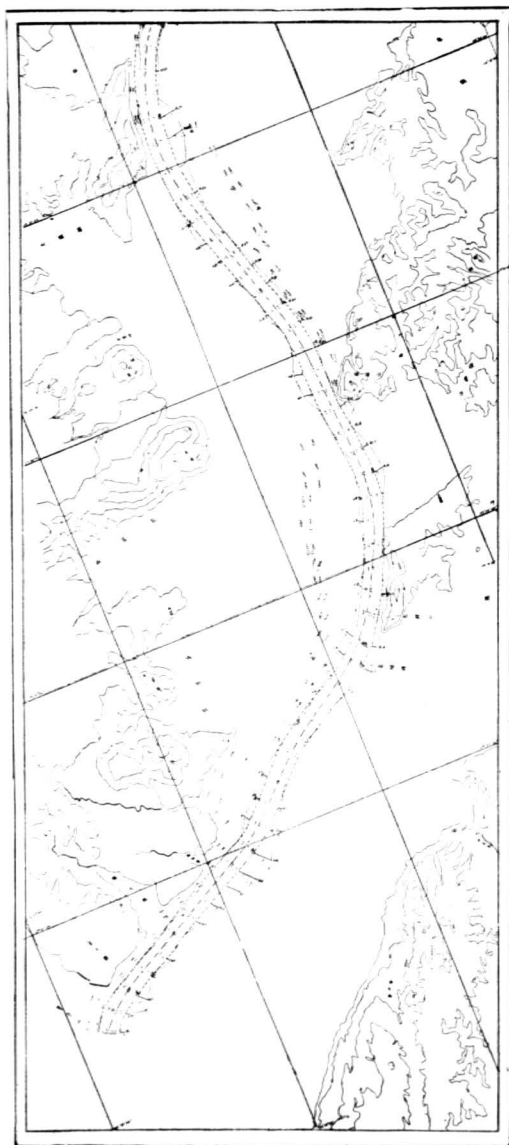
附 圖 六

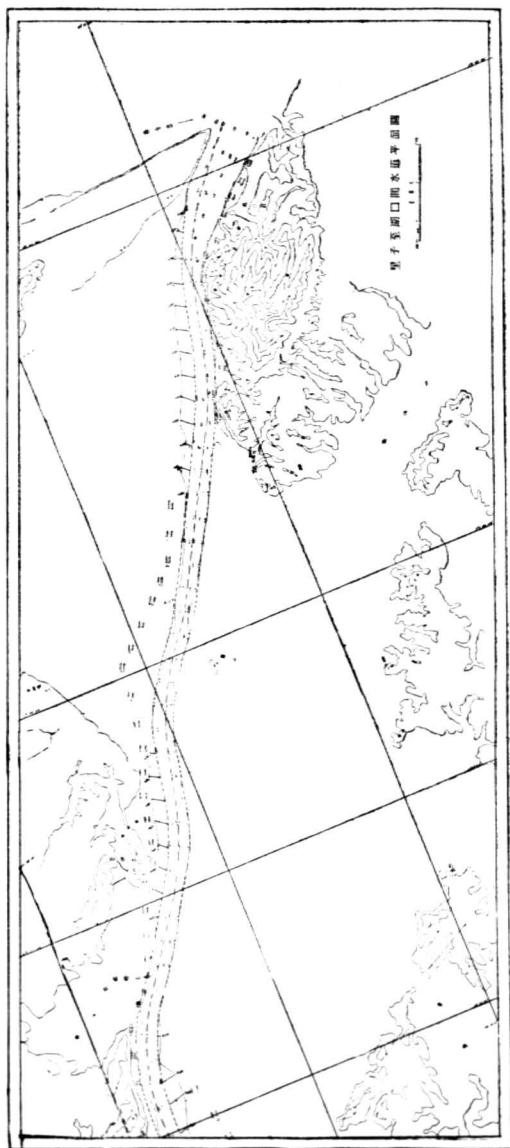
13. 氣候 本段航道界於北緯29度27分與29度45分之間，氣候溫和

潤濕。據徐家匯天文台之觀測，平均溫度夏季約攝氏30度，冬季約攝氏5度，至最高溫度42度與最低溫度9度則為若干年所不經見之數值。春夏多雨，下雨日數平均約佔73天，全年平均雨量為1465.7公厘，春夏二季雨量為1023.5公厘。降雪約在冬春之間，湖水向不結冰。

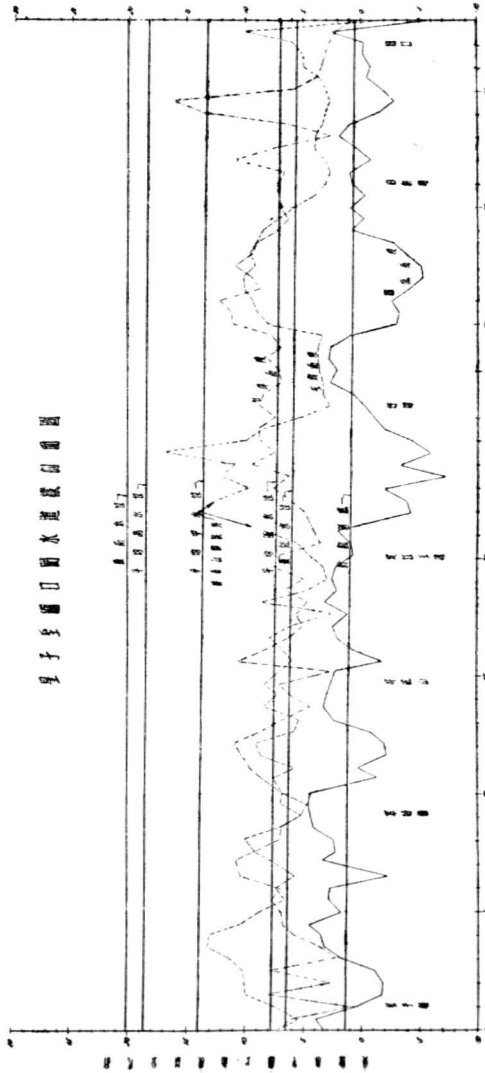
14. 水道現狀 鄱陽湖面積遼闊，高水期若於深水道設立適宜之標誌，則星子湖口間水位高出吳淞零點12公尺以上時，可以通航吃水四公尺之輪艦而無阻，每年通航期間，據民國十三年水位記錄，約在五個月以上，迨水位降低，則淺灘為梗，不利航運，上述吃水之輪艦，有不能駛入之憾。每年礙航期間，約在半年以上。茲分述低水河槽之概況如下。（附圖七至八）

- (1) 長度 自星子縣城至鄱陽湖入江之口，計42公里。
- (2) 寬度 寬度視河槽之曲直而異，大概平直處水面狹，彎曲處水面寬。水位在高出吳淞零點8公尺時，最狹者為300公尺，最寬者至800公尺。
- (3) 深度 星子至青山一段長約20公里，河槽甚高，在低水位時，水深僅1公尺餘，青山以下則有深至十餘公尺者。大概河槽彎曲而河岸為石質或硬土質之處，水亦愈深。
- (4) 彎曲 馬鞍山一帶，水槽彎曲最甚，曲線半徑僅有300公尺。
- (5) 通航情形 低水通航多用帆船及淺水輪，然猶不免有種種困難，例如載量過重，有時須用小划駁運，始能通過淺灘。航槽過狹，不能容二舟並行或往來對駛，有時須停佇以待。航行標誌，向無設備，有時且因槽狹攔淺。
- (6) 土質 河槽土質，大約可分為粘土沙土滴沙三種。沙土多在地面或淺灘。粘土地面地下皆有，地面者乾時多龜裂成塊，地下者則富粘性。滴沙多在地下，飽含水份，形如





附圖七



皇子多爾口副水進成日圖

附圖八

糊漿。

三、計劃概要

15. 星子湖口間深水道在低水期，非經治導，不能盡航運之利，觀上述情形已可略見一斑。然鄱陽湖為江西全省河流之總匯，下入於江，以言治導，則對於長江有無影響，亦應有考慮之必要，查長江之患，在洪水期則浸濫成災，在低水期則淺灘阻航。鄱陽湖為天然巨蓄水庫，江水高於湖水時期，不特漳饒樂安廣信撫贛寧武德安諸水流入湖中之水量統蓄於湖，即江水亦藉湖以為暫時停滯之所，而長江洪水位得以減低，水災亦可以避免。至低水期，長江因救濟阻航之患，需要巨量流量以增航運之便利，適與洪水時之需要相反，而鄱陽湖此時亦感來源不暢，未必能供此巨大要求，然今本開發航運之目的，擬治導星子湖口間深水道，使水道日深流歸正泓，則無論工程至若何程度，而實施後可以增加鄱陽湖之容量及洩量，於長江有利無害固無疑矣。本計劃以改良本段低水河槽為原則，其目的在（1）低水期河水有充分深度，（2）低水期水面有充分寬度，可容江輪同時並行或往來對行而安全通過，（3）工程建築不能含有礙航或助長障礙物之性質。茲準此原則，擬分全部計劃為疏浚與導流二種。導流擬用挑水壩束水攻淤，俾正泓自行刷深。然其結果如何，以未經水工試驗，固難逆料。但據整理閩江過去經驗，初經顧問工程師海德生計劃南台至馬尾航道，用壘石築壩約束水流，俾逐漸冲刷，預計三年可使二三呎深之水道刷至十呎至十三呎之深度。迨民國十七年總工程師韋斯德按照計劃着手依法築壩，歷時五載，覺水流之天然冲刷力量低微，迥出所料，乃決用挖泥機補助進行。由此可見普通水道欲藉水力刷深，其效果決不能謂有把握。星子湖口間深水道，據民國十三年揚子江水道整理委員會所測與本會設計測量隊二十四年春間所測者兩

相比較，前後雖歷十餘載，而變化甚鮮，可見河床泥質亦非易於冲刷，是以欲達到本計劃之目的，必須先之以疏浚繼之以導流而後可。茲分述於次。

(一) 疏浚計劃

16. 本段低水河槽，以能容江輪可以通行無阻為準。查招商局江華輪為江輪中之巨擘，堪以為例。該輪長 104 公尺，寬 14 公尺，吃水 3.8 公尺，登記載重 3693 噸。今航槽標準，擬以該輪尺寸為依據，俾其餘江輪俱有駛入之可能。茲述各設計要點如下。
17. 改定航綫 航綫以徑直為主，原河槽彎曲半徑小至 300 公尺，300 噸小輪即有難於行駛之虞，遑論噸位超過若干倍之江輪，故航綫必須改定。但恐改變過多，河槽將大起變化而發生意外結果。且棄舊從新，不能利用原有深水河槽，則疏浚工費亦且增鉅。是以改定之線，一以任其自然曲屈之勢為原則。計全段灣曲共有 12 處，曲線半徑均在 3620 公尺以上，俾 3600 噸船隻得以安全行駛。

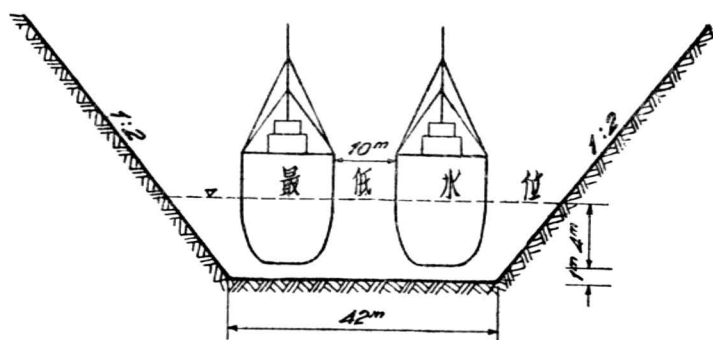
新河槽彎曲段一覽表

號數	地 點	曲 線 半 徑 公 尺	方 向	曲 線 長 度 公 尺
1	星子縣上游	3620	右	2500
2	蔡家嶺	4200	左右	1200
3	火 焰 山	5420	右	1200
4	寡 婦 磯	4000	左	2100
5	馬 鞍 山 下 游	3780	左	2000
6	屏 風 山 下 游	4750	左	1100
7	青 山	4260	右	3800
8	姑 塘	5950	左	2000
9	鞋 山	5500	右	2000

10	鞋山下游	3800	左	500
11	白許塘	4820	左	1200
12	湖口	4900	右	2000

18. 航道標準 依據江華輪尺寸,規定航道標準剖面如附圖九,即河

航 道 標 準 剖 面



附 圖 九

底寬42公尺,最小水深5公尺,輪底高於河底1公尺,兩岸坡度1比2,則水面寬62公尺,船底處寬46公尺。查本段原有河槽,不適於此種剖面之處,約佔三分之二,而必待疏濬之各剖面面積,其疏濬最深處,在低水位時不過佔原面積之百分之十,在高水位時,各剖面之面積激增,疏濬之面積僅佔甚微小之一部份而已。規定標準航道剖面之疏濬工程實施後,在任低水期內可不致發生發生航船淺阻之情事。

19. 疏濬土方 本段礙航地點，計有七處，長度自 0.5 至 11.0 公里不等，大多因淺灘為梗。各處疏濬土方，經按本年所測橫剖面圖逐一繪算茲列其結果如下表。

疏濬土方估計表

疏 濬 地 段	長 公 里 度	土 公 方 方
星 子 至 馬 鞍 山	11.0	673,580
馬 鞍 山 至 青 山	10.0	433,837
姑 塘 至 鞋 山	2.5	137,170
鞋 山 下	0.5	8,602
白 許 塘	1.0	10,007
湖 口 與 白 許 塘 間	1.0	28,565
湖 口	0.5	38,142
共 計	26.5	1,329,903

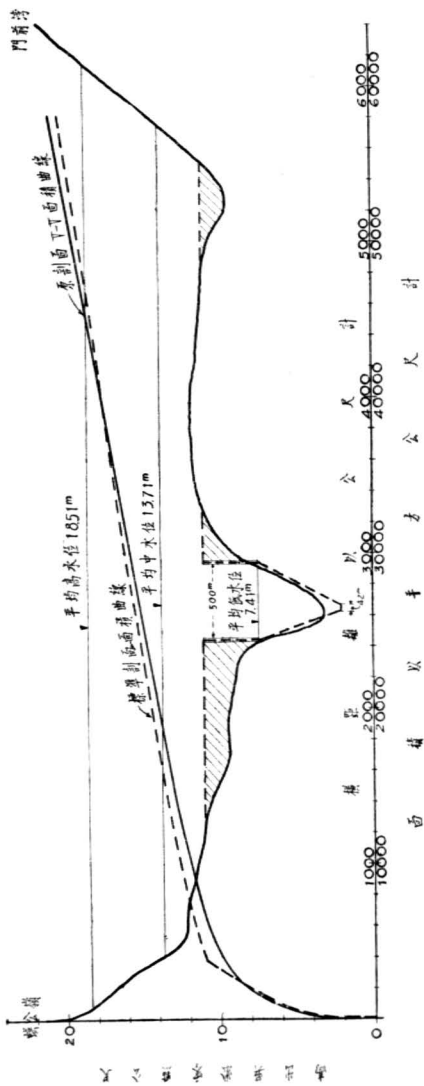
20. 施工時期 疏濬工程宜在低水時行之，蓋湖水在吳淞零點 12 公尺以上，則水面過寬，不特深水下挖泥不便，即所挖泥沙亦有難於放置之虞。在低水時施工，可將泥沙堆置挑水壩間空處，使成一有規則之河岸，廢泥處置問題，於以解決。且卸泥既近，以視在高水時疏挖必須將泥沙輸送遠岸者，所省費用，亦甚可觀。今據鄱陽湖水位漲落觀之，每年自十一月至翌年三月約有五個月時期，最適於挖泥之工作。
21. 挖泥機之選用 疏濬工程，全部行於水下，非賴挖泥機之力不可。挖泥機種類甚多，工作情形及功效亦異。今本段河底土質多係泥沙，送泥遠兩岸距離，不過 300 公尺左右，疏濬土方約為 1,330,000 公方，加百分之二十之預備量 266,000 公方，共計約為 1,600,000 公方。假定每年實際挖泥日數為 140 日，每日挖泥 20 小時，挖出泥沙

使佔出泥量之百分之四十。今擬於四年內完成此項疏浚工程，則須選用每小時出泥 400 公方之挖泥機一艘，或每小時出泥 200 公方之挖泥機二艘，始可如期完工。然二種挖泥機效率既相等，而二艘挖泥機之總價並不小於一艘之單價，二艘之工作消耗如工資及油煤材料費等必較一艘為巨，故用二艘不如用一艘之為經濟。

(二) 導流計劃

22. 本段河槽經疏浚後，恐失其固有狀態而不免發生變化，為維持新航道計，不能不有相當導流建設。本部工程以挑水壩為主，其作用一方面可以限制低水河槽，使溜勢趨向正泓，以助河槽自行刷深，一方面可以使壩與壩間之河床得以逐漸淤高。
23. 深水道標準 深水道容量以與原河槽之容量不相上下，並使全部流量集注正泓而水位不致降低為標準。茲於本段上中下三游採擇實測之低水橫剖面 7 個，各繪一面積曲線，集於一處，以資比較。於是採取其一，以為標準，蓋該剖面一則適合新航道之標準，一則為適中之河槽，其面積與全段各處剖面面積比較，不失之過大或過小，故於水位方面，當亦不致發生何種影響也。因根據該剖面尺度，規定深水道在平均低水位處寬 410 公尺，其他與航道無妨害之部位則一仍其舊，以求與天然剖面無大軒輊，而得以維持其固有狀態。（附圖十）
24. 挑水壩計劃 本段挑水壩作用最大之時，當在低水時期。若壩身過高，阻礙大溜，反致發生漩渦，而呈險象。故挑水壩頭高度，以與平均低水位齊平為依據，再由壩頭依 1 比 200 至 1 比 400 坡度展築，以與原河岸啣接。水漲之時，任其漫壩而過。又因沿灘流速減小，水中泥沙，可望於壩側沉澱，而壩身亦有日增穩固之勢。壩頭受流部份，易被沖蝕，應按 1 比 4 坡度展築達於河底，而資保護，壩頂寬

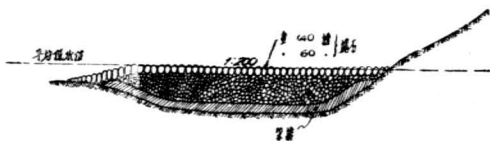
星子湖口深水道標準剖面圖



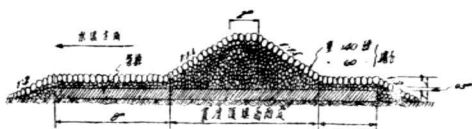
附 圖 十

2 公尺，兩側坡度均 1 比 1.5，其橫剖面成一梯形。壩基易受迴溜影響，故迎溜方面放寬壩腳 4 公尺，背溜方面放寬 8 公尺，使不致有動搖之患。（附圖十一）

挑水壩標準剖面



橫剖面



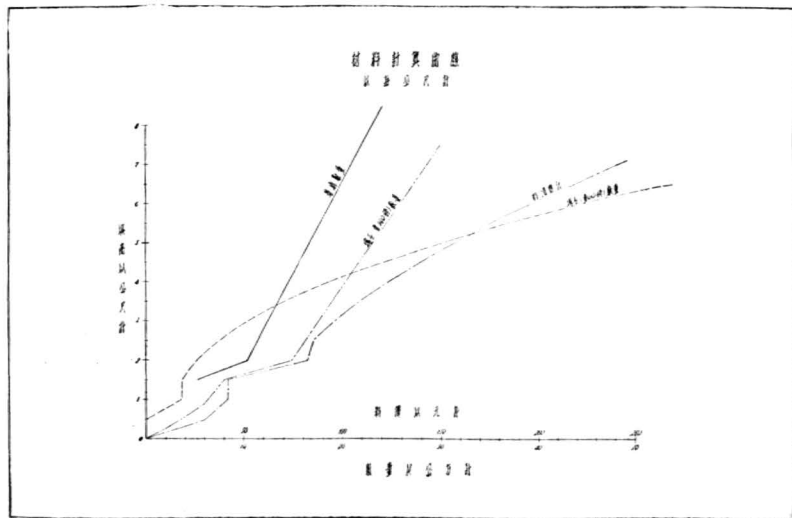
壩前圖

附圖十一

25. 材料 本段擬築之挑水壩，每年幾有十一個月一部或全部浸沒水中，故非多用石料難期穩固持久，河底多係鬆沙粘土，每易被水沖刷，故壩基宜用柴排，以緩溜勢。鄱陽湖四面多山，石料木材及柴料所在多有，就地取材，其價自廉，建築之法，先鋪柴排一層，厚 0.7 公尺，上拋重 60 磅之石塊，至少厚 0.3 公尺，表面覆以重 140 磅之石塊一層，厚 0.7 公尺，如此則柴排承受石料之重大壓力，可成一穩固之基礎。
26. 壩間距離 壩間距離，因受天然的及經濟的影響，毫無一定之規律，大都視河槽之寬度與河岸之彎曲而定。本段低水河槽，規定寬

440 公尺，壩間距離，多以直處為河寬之 $\frac{1}{2}$ ，內河處為河寬之 $\frac{1}{3}$ ，外曲處與河寬相等為標準。間有因特殊情形，不能與上述規定符合之處，挑水壩之位置見附圖七。

27. 壩之斜度 壩之中心與河槽所成之角度，通常自直角以至向上游或向下游斜 10 度或 20 度不等，然向上者為多。蓋壩頭常生迴溜，迴溜方向與壩之中心線多成直角或銳角，故向上之壩，迴溜大都為離岸之方向，而向岸之方向，大都避溜，泥沙遂多淤積於此。是以本計劃採用向上游傾斜之挑水壩，中心線與河槽所成之角，以 75 度為標準。（圖七）
28. 材料估計 擬築之挑水壩，高度至不一致，按之設計標準，壩高在 0.5 公尺以下者，材料宜全部用重 140 磅之塊石，在 0.5 至 1.5

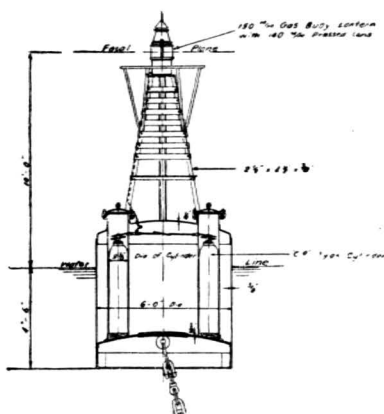


附圖十二

公尺時，宜大小塊石併用，在 1.5 公尺以上者，大小塊石及柴排應同時均用。為便利計算起見，將各種高度時每公尺應需材料之數量及料價逐一計算，並繪成材料計算曲線（如附圖十二），以便估計。其中柴排單價每公方以 1.5 元計，塊石重 140 磅者每公方以 3 元計，重 60 磅者每公方以 2 元計，俱包括採運及編排拋石等工在內。復按材料計算曲線，就左右兩岸挑水壩共 68 座之應需材料逐一計算，計柴排共需 74,803 公方，料價 112,204 元，重 140 磅塊石 143,856 公方，料價 431,568 元，重 60 磅塊石 82,819 公方，料價 165,638 元，總計料價約 710,000 元。

(三) 航道標誌

29. 本段水道既經整理改善以後，在低水期吃水 4 公尺之江輪固可以通行無阻，然若無顯著之標誌指示航線，則駕駛者仍不敢貿然前進。且漲水時期湖面遼闊，深水河槽無從辨認，水下建築物尤有攔觸之虞。是標記之設立，當為不可緩之事，標誌宜設立於挑水壩近端及河槽灣曲處，全段共應設立 14 個，計兩岸各設 7 個，惟右岸寡婦磯（石上原設立鐵柱一根）左岸蝦蟆石二處，可於石上設立一鐵柱，前者漆黑色，後者漆紅色，以為標誌。其他十二處擬設立汽光浮標，而另附以白晝標誌，俾日夜航行均得無阻。汽光浮標種類繁多，尺度與式樣俱以設立之地點與特殊之條件而不一致，大別之約有淺水浮標與深水浮標二種，後者底部有尾狀附屬物，吃水常自 3 公尺至 6 公尺，海洋深水中多用之，前者平底，吃水數公寸以至三公寸，淺水航道中多用之。鄱陽湖水位漲落相差達十餘公尺，設立浮標處所，在低水時水深不過 2 公尺，故所用浮標以吃水淺者為宜。茲根據安利洋行樣品，擬採用浮標如次（附圖十三）浮標分為標身及附件二部，標身受波浪衝擊，宜用柔性鋼板鑄製，直徑六英尺，牆與底各厚 $\frac{1}{2}$ 英寸，頂厚 $\frac{1}{4}$ 英寸，約重 4000 磅，吃水



汽 光 浮 標

附 圖 十 三

4 英尺 6 英寸 (1.4 公尺) , 光點距水面約 10 英尺 (3.0 公尺) 。附件有燈蓄汽筒畫標及重錨等物,燈係置於浮標上部,內須容透鏡閃光器燃燒火口各一,透鏡直徑為 140 公厘,閃光器用單閃式,即每 3 秒鐘內 0.3 秒時間發光,其餘時間熄滅,燃燒火口燃汽量為每小時 20 公升。蓄汽筒係置於標身內部,而由汽管上通燈頭,每浮標須置蓄汽筒二具,每具容汽量在華氏 60 度受 10 汽壓時須 4950 公斤。燈與標身之間宜備置畫標一個,擬用木板條與鐵架組合而成一球形成圓錐形體,近東岸者漆黑色,近西岸者漆紅色。安置浮標須用長鏈及重錨互相繫紮以求穩定,重錨宜用鐵鑄,約重 $\frac{1}{2}$ 噸,上面略凸而圓,使鏈不致牽掛,底部成凹形,俾易深嵌土中,頂上鑲一牢固之鐵環,以為繫鏈之用,錨鏈須粗 $\frac{3}{4}$ 英寸,長約大於洪水深度 1.5 倍。每一浮標每一次之貯汽量約足供五個月之消耗,

茲簡單計算之如下。

每日燃燒火口之消耗	$\frac{1}{10} \times 20 \times 24 = 48$ 公升
引火消耗	10 公升
預備量加 10 %	5.8 公升
每日總消耗	63.8 公升
故每次貯汽量可供消耗日數	$\frac{4950 \times 2}{63.8} = 155$ 日

四、工費估計

30. 本段工費,計有疏濬建壩及設立航道標誌等項,茲列表彙計如下。

工費估計表

項 別	工 (元) 費	備 考
疏 濬	380,000	挖泥機一艘購價約 200,000 元工資及使費每日以 250 元計四年完成合計約如上數
挑 水 壩	710,000	
航 道 標 誌	60,000	安利洋行估單為 4,430 磅約合國幣 55,315 元加畫標及鐵錨錨鏈等費約計如上數
預備費一成	115,000	
總 計	1,265,000	

五、施 工 程 序

本計劃最要工程為疏濬深水道建築挑水壩及設立航行標誌三種,茲擬施工程序如下。

31. 疏濬 疏濬土方約 1,600,000 公方,一年間可有實際挖泥日數約僅 140 天,如欲短期完成,則必須購備大量挖泥機多艘,不但所費不貲,事實上亦非一蹴可幾。茲將全部工程分二期進行,第一期疏濬湖口至馬鞍山一段,工長約 16 公里,土方約 790,000 公方,第二期疏濬馬鞍山至星子一段,工長 11 公里,土方約 810,000 公方。今擬採

用每小時出泥量為 400 公方之挖泥機一艘，價值約二十萬元，工資及使費每日以二百五十元計，則每年消耗約三萬餘元，每公方所費約不過一角而已。每年十一月間開工，宜先期將挖泥機備置就緒，以免延誤。第一期工程完竣之後，宜於同年枯水時繼續舉辦第二期工程，以便向上游逐漸推進。每期工程約須二年。

32. 建築挑水壩 建築挑水壩以維持一定之深水道，同時引溜歸泓以助水道自行刷深，故該項工程，可與疏浚同時進行。全部工程亦宜分為二期，第一期自湖口至青山，計建挑水壩左岸自 L 18 至 L 38 為 21 座，右岸自 R 26 至 R 30 為 5 座，共 26 座，約需費四十三萬元。第二期自青山至星子，計建挑水壩左岸自 L₁ 至 L₁₇ 為 17 座，右岸自 R₁ 至 R₂₅ 為 25 座，共 42 座，約需費二十八萬元。該項工程須於低水時施工，惟宜於高水便於民船運輸時期，先將各項建築材料籌齊運集施工地點，迨水退時着手興工。
33. 航道標誌 航道標誌，應隨疏浚工程進行程度依次設立，第一期與第二期各須設立七座。茲按施工程序及工費支配列表如下。

分期施工支配表

期別	項 別	地 段	土方或數量	工 (元) 費	備 註
第 一 期	疏 浚	湖口至馬鞍山	790,000公方	300,000	挖泥機一艘及工作使費
	挑水壩	湖口至青山	20座	430,000	
	標 誌	湖口至青山	7座	30,000	
	預備費一成			76,000	
	共 計			836,000	
第 二 期	疏 浚	馬鞍山至星子	810,000公方	80,000	挖泥機工作使費
	挑水壩	青山至星子	42座	280,000	

二期	標 誌	青山至星子	7座	30,000
	預備費一成			39,000
	共 計			429,000
第一二期共計				1,265,000

六、工程利益

34. 江西河流經緯全省，而由贛饒諸幹道以總匯於鄱陽湖。星子依山臨湖，形勢天成，將來可闢為全省航線之中心。星子至湖口一段，深水道雖僅四十公里，然將來可為全省水運之總樞紐，毫無異議。是以欲發展江西航運，必自整理本段深水道入手，然後以次經營其他幹流及連屬之支流以盡其利。惟必須幹支各流航運互相聯絡貫通，則本段航運效益始克臻充分發展之域，是以本段工程僅為發展江西航運之初步，固不能謂已盡水運之能事耳。請就本段工程而估計其利之所在。
35. 在經濟上之價值 贛省特產獨富，若磁若茶若米若木材，不但供給本地消費，而復運售海外。然近年以來，大有一落千丈之勢，試一檢近年出口貿易數字（見附圖五），不禁令人驚異。民國十七年本省出口土貨為五千五百萬元，十八年落至四千九百五十萬元，十九年落至三千九百萬元，至二十年竟暴落至二千五百萬元，於是本省特產，幾被屏除於國際與國內市場。雖其主要原因，乃由赤匪盤踞蹂躪所致，然生產技術之陳腐，交通運輸之不便，市場遂日形頹廢，復受外貨競爭，而有一蹶不振之勢。若本段航道完成，實為復興農村發展江西固有產業之一道。江西匪區業已收復，大規模公路交通行將完成，橫貫全省之玉萍鐵路亦早興工，將來陸運上定有長足之進步。然而水運較陸運運脚低廉，如水運發達，則輸入長江各地貨物與各地貨物之輸入本省者將多取道於斯。水陸兩

運相輔而行，由是改良技術，增進生產，則復興農村，恢復固有產業，自非難事。

36. 在本身營業上之價值 本省進出口貿易額（見附圖五）最大進口貨值約五千七百萬元，最大出口貨值約五千五百萬元，合計約一萬一千二百萬元。論理大部份貨物應從水運，因無水運與陸運數量可資比較，今即以水陸平均分運而言，則由本段航道進出口貨值亦在五千六百萬元左右。今以中國境內徵收河捐稅率為標準，如滄浦局規定進出口貨照海關正稅徵百分之三，即合照貨價抽萬分之十五，海河工程局規定照海關正稅徵百分之一至百分之四，即合照貨價抽萬分之五至萬分之二十。今按最低稅率徵收物價萬分之十五計算，則年可收入河工捐約近十萬元。若按之市情變遷物價上下匯水漲落情形，滄浦局亦有將稅率增至值百抽半之議，如此則河工捐最大收入每年可達三十萬元。更據進出口貨量而論，最大進口貨量約十二萬公噸，最大出口貨量約十九萬六千公噸，合計約三十一萬六千公噸。若以所省運腳計，則每年利益亦屬不貲。茲先舉貨物運腳據「水利」所刊摘錄如下。

交 通 方 法	每公里每公噸運腳
人力（推挽車）	40—50 分
獸力（馱載）	30—40
鐵路	1.6—3.0
公路汽車	30
槽船上行緩溜中	1.5—3.0
槽船下行及木筏	0.15—0.5
汽船行天然河道	
大溜中 { 下行	0.3—0.8
{ 上行	1.5—2.5
小溜中 { 下行	0.2—0.5
{ 上行	0.2—1.0

渠中航行	0.2—0.5
航海	0.1—0.4

本省進出口貨物大量運輸向恃鐵路，今即根據鐵路與汽輪以推算運腳之差。

$$\text{汽輪平均運腳} \frac{1}{3} (0.3+0.8+1.5+2.5+0.2+0.5+0.2+1.0) = 0.88 \text{分}$$

$$\text{鐵路運腳} \quad \frac{1}{2} (1.6+3.0) \quad \quad \quad = 2.30$$

$$\text{運腳差} \quad 2.30 - 0.88 \quad \quad \quad = 1.42$$

$$\text{本段航道每年所省運腳} \quad 316,000 \times 40 \times 1.42 \quad \quad \quad = 179,488 \text{元}$$

由此可知減輕運腳每年亦有十八萬元之巨。

或以爲本段僅以40公里之工程，而需費幾達一百三十萬元之巨，似與經濟原則有違，然而此項工程目的不僅在乎贏利，尤在減輕國民腳值，以發展整個社會經濟，固不能昧於近利，且以一百三十萬元資本在相當環境之下亦可獲利十餘萬元。以每年盈餘儲爲星子港埠及整理星子南昌與星子鄱陽間航道之用，俾將整理航運工程逐漸推廣與全贛公路鐵路聯絡交通斯則本段工程最終之企望耳。

靈 渠

范成大桂海虞衡志曰靈渠在桂之興安縣，湘水於此下融江。融江爲牂牁下流，本南下興安，地勢最高，二水遠不相謀，秦監祿始作此渠，派湘之流而注之融使北水南合，北舟逾嶺。其作渠之法，於湘流沙磧中壘石作鐮背，銳其前，逆分湘流爲兩，激之六十里行渠中以入融江與俱南。渠繞興安界深不數尺，廣丈餘，六十里間置斗門三十六，土人但謂之斗。舟入一斗，則復闌斗，俟水積漸進，故能循崖而上，建瓴而下，千斛之舟亦可往來。治水巧妙無如靈渠者。（編者近於舊書肆得木刻彩色靈渠圖彌足珍貴，特附誌於此）

附 錄

本會耕硯論文獎牌之緣起

李 書 田

中國之有水利工程學會，創始於民國二十年四月，當時張若岩，須君悌，孫斐忱，陳夙之，與書田等，在南京集議創立，草擬會章，並邀集彼時在京之水利工程同志，假導淮委員會，舉行成立大會，推選李儀祉為會長，書田為副會長，張若岩為總幹事，須君悌，孫斐忱，陳夙之，張華甫等為董事。吾會自創始迄今以至於永遠之將來，悉以聯絡水利工程同志，研究水利工程學術，及促進水利工程建設之宗旨自矢。

聯絡水利工程同志最有效之設施，為年年一次之年會，與各地分會，其首先成立者，為天津分會，研究水利工程學術之媒介與傳佈，為按月編印之「水利」月刊，促進水利工程建設之首要，在統一全國水利，歷經分向中政會，國府，行政院及內政部，詳陳理由，並建議辦法，而卒於二十三年秋季統一矣。

吾會最重要之宗旨，乃在共同研究水利工程學術，交換經驗，切磋商心得，播之至遠，傳之永久。吾會固已規定有年會之討論論文，及按月編印之“水利”月刊，以便水利工程學術之研究矣。然鼓勵之方，獎進之術，中外各學會，或設紀念獎金，或置激勵獎金，或捐設獎牌，或創立獎狀，或為刊印單行本，輕重容有不同，獎勵之至意，無往而不應用，以企求學術之進展，而福利吾人類也。

吾會經始以還，書田即注意設法獎進論文之道，第以我自己尚未先行捐設獎勵論文基金，未便空言倡議。二十一年九月，書田因整理海

河委員會復有致送委員出席費之舉，書田當時為代表國民政府建設委員會之委員，而且始終主張縮減該會經費至工程費百分之十以下者，既不願因各委員支出席費而增加行政費，復不願因書田之不受出席費，而影響其他委員，乃聲明以各月所領出席費共捌百元，捐贈本會，設立獎勵本會論文之耕硯基金，藉償宿願，並冀本會其他會員嗣後更有鉅額之捐設，則拋磚引玉之旨，又一微意也。

書田旋即致函本會，說明捐設獎勵論文基金之旨趣，當經提出本會二十一年十月二十五日在南京舉行之第九次董事會議，據會議紀錄載：“李副會長來函，捐助本人整理海河委員會夫馬費每月二百元，作為長期存款，以所得之利息，充本會獎勵月刊論著最佳者之用一案，決議本董事會正式接受，並復函李副會長致謝，為尊捐助人意見起見，並請李副會長擬定評判論文及發給獎金詳細辦法，交下屆董事會討論。旋即接准本會二十一年十月二十九日復函如下：

逕復者：准函承捐助獎金，具徵宏獎學術，至佩熱忱。茲經第九次董事會議決：由本會正式函復接受，並為尊重捐助人意見起見，函請李副會長擬定評判論文及發給獎金詳細辦法，交下屆董事會討論等語。紀錄在卷，相應函復即希查照為荷。此致李副會長。中國水利工程學會啟

嗣於民國二十二年二月一日，先將存放基金情形，函達本會，原函如下：

逕啟者：前准本會來函，囑書由自擬所捐論文獎金章程，現已起草，一俟草就，即行寄呈董事會討論決定。又現共捐國幣捌百元，已存天津中國農工銀行。第一次存本取息定期，係自二十二年二月一日至二十五年二月一日，每年取息壹佰元正。業就近委託張華甫，徐行健，李耕硯三會員，為第一屆保管委員，存款簽字，亦係該三君者。存戶為「中國水利工程學會耕硯獎勵論著基金。」業公推張華甫為保管會秘書，以後總會關於此事，即請逕向張華甫君接洽，並乞董事會追認上述辦理情形，加聘上述三君為保管委員，存單現存保管會秘書張華甫處，合併陳

明。此致中國水利工程學會。李書田啓 二十二年二月一日

旋復將「中國水利工程學會耕硯獎勵論著基金章程」擬定，送請本會董事會通過施行。茲將此項章程條文列后：

中國水利工程學會耕硯獎勵論著基金章程

- 第一條 本基金由李耕硯博士所捐之國幣八百元充之
- 第二條 基金每年所生利息（現時國幣壹百元）專為獎勵中國水利工程學會已出版『水利』中論著之用
- 第三條 本基金由中國水利工程學會執行部推舉保管員三人經理之。
- 第四條 保管委員任期三年但至少須有一人連任
- 第五條 評定論著於本會年會前一日舉行之
- 第六條 評判委員會由本會董事出版委員會委員長及執行部聘請會員五人共同組織之
- 第七條 受獎者暫定每年一名經評判委員會審察後發給金質獎牌或現金
- 第八條 受獎者必須（一）本會會員（二）其論著已登載本會『水利』而於水利工程學術有特殊價值且係獨立工作
- 第九條 每年『水利』中論著若經評判委員會審查結果認為不合格時該年獎金併入基金
- 第十條 本章程自本會董事會通過日施行

二十三年三月，本會董事會以通函方式通過「中國水利工程學會耕硯獎勵論著基金章程」並通過推定李書田徐世大張含英為基金保管委員會委員，並以張含英為該委員會秘書。

二十二年十月十日，本會董事會舉行第十二次會議於杭州，決議推陳懋解，宋希尚，沈怡，為第一屆耕硯基金論著審查委員，由陳懋解召集審查範圍自第一卷第一期起至第五卷第三期止。

二十三年八月十二日，本會董事會舉行第十五次會議於南京，決

議通過陳委員懋解等報告審查論文結果，以李會員儀祉所著『對於改良杭海段塘工之意見』一文得獎。（此文曾載本會『水利』月刊第一卷第一期）

當即由書田委託天津最著名之德商克隆洋行精製金質論文獎牌，共費國幣壹百壹拾伍元，除壹百元由基金利息項下撥付外，餘拾伍元由書田再度捐付，其正面背面如下圖所示：



本擬於二十三年十一月十七日，於本會在鎮江焦山舉行第四屆年會時贈授李會長儀祉，嗣以徐董事行健臨時因公中止赴鎮江參加年會，未獲攜鎮，不克舉行贈授儀式，於年會閉幕後，由天津逕行函贈李會長儀祉。

二十三年十一月十六日，本會董事會舉行第十六次董事會議於鎮江之大華飯店，決議推須愷、陳懋解、徐世大，為第二屆論著審查委員會委員，由陳懋解召集，審查範圍，以自第五卷四期起，至第七卷四期止。深盼本年早日審定，於本會本年十一月間在天津舉行第五屆年會時，贈授受獎人。

書田捐設獎勵本會論著耕硯金質獎牌基金之微意及其經過，已如上述，至希本會其他會員接踵捐置更鉅額之獎勵，以資提倡水利工程學術，而裨益我國水利工程建設於無窮也。