

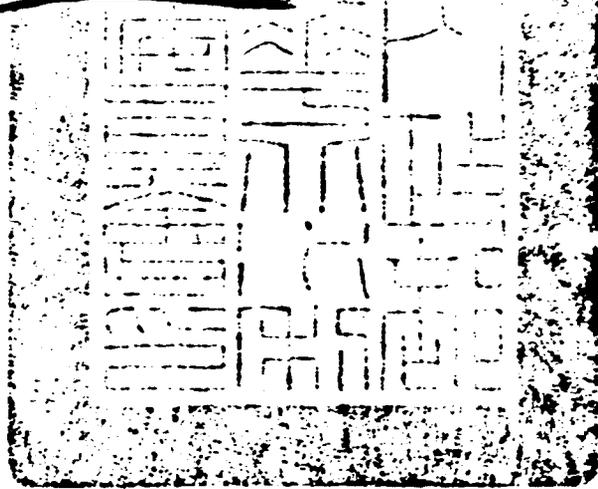
44
302333

水定河沿本計番

卷

一

永定河治本計劃



永定河治本計畫目錄

甲，編目

緒言	1
提要	9
第一章 永定河及其流域之形勢	15
第一節 永定河之支流	15
第二節 永定河上游之地質	38
第三節 三家店以下之永定河	46
第四節 三角淀及其下游	50
第二章 永定河之水災與其治導之沿革	56
第五節 永定河下游之變遷	56
第六節 永定河之水災	60
第七節 防治沿革	73
第三章 治本計畫之根據——水象	83
第八節 氣溫氣壓濕度及蒸發量	83
第九節 雨量	88
第十節 暴雨	99
第十一節 永定河之流量與最高流量之估計	102
第十二節 永定河之沙泥	119
第四章 攔洪水庫	145
第十三節 攔洪水庫之原理及其應用	145

第十四節	永定河攔洪水庫之計畫	152
第十五節	永定河攔洪水庫之效果及其影響	176
第十六節	攔洪水庫之申論	195
第五章	下游之整理	216
第十七節	修建盧溝橋及金門閘操縱機關	216
第十八節	河隄之防守	226
第十九節	河道之整理	235
第二十節	永定河尾閘之規畫	248
第六章	沙泥之處置	261
第二十一節	上游攔沙	261
第二十二節	下游兩岸放淤	267
第七章	結論	287
第二十三節	工費估計及施工步驟	287
第二十四節	計畫實施後所得之利益及其他問題	298
附錄一	獨流入海減河工程計畫摘要	306
附錄二	永定河河槽之變遷	309
附錄三	官廳與太子墓水庫建築先後問題	311
	關係文件	313

乙·表 目

- 一 永定河支流系統表
- 二 媯水河調查表
- 三 永定河及洋河調查表
- 四 東洋河調查表
- 五 西洋河調查表
- 六 南洋河調查表
- 七 桑乾河調查表
- 八 壺流河調查表
- 九 玉河調查表
- 一〇 渾河調查表
- 一一 灰河調查表
- 一二 永定河下游坡降變遷表
- 一三 永定河下游寬度及洩量表 以上第一章
- 一四 十三年永定河決口淹沒面積表
- 一五 十八年永定河決口淹沒面積表
- 一六 永定河河防年表
- 一七 永定河隄防建置表
- 一八 永定河洩洪閘壩建置表 以上第二章
- 一九 中國各地平均全年雨量表
- 二〇 中國各地全年雨量與夏季三個月雨量比較表

-
- 二一 華北水利委員會各雨量站全年雨量與夏季三個月雨量比較表
 - 二二 華北各雨量站分組研究表
 - 二三 永定河流域流量站表
 - 二四 永定河盧溝橋測站歷年洪水流量表
 - 二五 永定河盧溝橋洪水深度表
 - 二六 永定河流域暴雨之運流
 - 二七 三家店盧溝橋流量比較表
 - 二八 永定河週期洪水流量表(傅樂氏公式)
 - 二九 永定河週期洪水系數
 - 三〇 永定河週期洪水流量表(修正傅樂氏公式)
 - 三一 世界著名河流含沙量表
 - 三二 永定河沙泥之比重與空隙
 - 三三 永定河官廳沙泥之大小與重量百分比
 - 三四 永定河沙泥與尼羅河沙泥比較表
 - 三五 永定河各測站含沙量消漲表
 - 三六 永定河低水流量與含沙量關係表
 - 三七 永定河含沙量與水深之關係
 - 三八 永定河三角淀加淤體積推算表 (十年春至十六年秋)
 - 三九 永定河逐月排洩沙量推算表
 - 四〇 世界著名河流之流量與每年輸出沙泥總量表以

上第三章

- 四一 攔洪水庫效用比較表
- 四二 各種洩水機關效用比較表
- 四三 六公尺寬四·五高上圓下方形涵洞低水流量計算表
- 四四 六公尺寬四·五高上圓下方形涵洞高水流量計算表
- 四五 滾壩溢量計算表
- 四六 官廳渥奇式滾壩分析表
- 四七 官廳拱形滾壩應力分析表
- 四八 太子墓渥奇式滾壩分析表
- 四九 官廳水庫攔洪效果表
- 五〇 太子墓水庫攔洪效果表
- 五一 永定河水庫減洪效果表
- 五二 三家店及盧溝橋節制洪水流量估計表
- 五三 官廳水庫逆水線推算表
- 五四 官廳水庫村莊被淹戶數推算表
- 五五 官廳洪水週期年表
- 五六 官廳水庫地畝淹沒週期率表
- 五七 官廳水庫地畝淹沒一日以上之週期率表
- 五八 官廳水庫限制洩量與壩高推算表
- 五九 官廳水庫減洪效率及單價計算表

-
- 六〇 太子墓水庫限制洩量與壩高推算表
- 六一 太子墓水庫減洪效率及單價比較表
- 六二 永定河下游流量分配表
- 六三 各國水庫與永定河水庫建設單價比較表
- 六四 壩身體積與蓄水量比較表 以上第四章
- 六五 大小清河流域所受永定河洪水比較表
- 六六 永定河沿堤險工所在地及堤岸曲線半徑表
- 六七 永定河糙度系數測算結果表
- 六八 永定河河槽約束寬度與流速及平均深度之關係表
- 六九 永定河河槽束至二百公尺後在低水時情形之預計
- 七〇 整理永定河河槽計算表 以上第五章
- 七一 永定河上游擬築攔沙壩表
- 七二 永定河兩岸放淤區域表
- 七三 各放淤區域洩量及流速表
- 七四 各放淤區域引水分水攔水及洩水計畫簡表 以上第六章
- 七五 永定河治本工程材料單價估計表
- 七六 永定河治本工程工費估計表
- 七七 永定河治本工程九年施工程序表
- 七八 永定河治本工程五年施工程序表 以上第七章

丙，圖目

- 一 永定河治本計畫總圖
- 二 永定河支流圖
- 三 永定河各支流縱剖面圖
- 四 官廳山峽地形圖
- 五 官廳山峽縱剖面圖
- 六 官廳至三家店永定河橫斷面圖
- 七 永定河上游地質略圖
- 八 永定河自三家店至雙營地形圖
- 九 永定河下游縱剖面圖
- 一〇 永定河下游橫斷面圖
- 一一 永定河自三家店至雙營寬度及面積曲線圖
- 一二 盧溝橋圖
- 一三 盧溝橋滾壩圖
- 一四 金門閘全圖
- 一五 三角淀圖
- 一六 屈家店以下之北運河及海河平面圖
- 一七 屈家店以下之北運河及海河縱剖面圖 以上第一章
- 一八 永定河下游變遷圖
- 一九 三角淀內永定河河道變遷圖
- 二〇 永定河水災區域圖

-
- 二一 永定河歷年漫決位置圖
 - 二二 康乾間六次築堤改道圖
 - 二三 永定河堤防橫斷面圖
 - 二四 石盧水渠平面總圖 以上第二章
 - 二五 一月同氣壓綫圖
 - 二六 七月同氣壓綫圖
 - 二七 颶風初起時同氣壓綫圖舉例
 - 二八 颶風經華北時氣壓綫圖舉例
 - 二九 十八年天津氣壓溫度相對濕度及蒸發量變遷圖
 - 三〇 十九年各站蒸發量逐月變遷圖
 - 三一 華北雨量站分佈圖
 - 三二 全國一年間平均雨量同深綫圖
 - 三三 每月平均雨量圖
 - 三四 華北夏季六月至八月間平均總雨量同深綫圖
 - 三五 華北九月至五月間平均總雨量同深綫圖
 - 三六 天津雨量之漸進均數及或是率
 - 三七 週年間暴風之約略途徑圖
 - 三八 三次大水之颶風路徑圖
 - 三九 十二年八月九日至十一日同雨量綫圖
 - 四〇 十三年七月十一日至十三日同雨量綫圖
 - 四一 十三年七月十五日至十七日同雨量綫圖
 - 四二 十八年七月十六日至十八日同雨量綫圖

-
- 四三 十八年八月一日至五日同雨量綫圖
- 四四 華北歷年暴雨面積與深度關係曲綫圖
- 四五(甲) 永定河各站歷年流量曲綫圖
- 四五(乙) 永定河各站歷年流量曲綫圖
- 四五(丙) 永定河各站歷年流量曲綫圖
- 四六 永定河官廳測站水位流量關係曲綫圖
- 四七 永定河三家店測站水位流量關係曲綫圖
- 四八 永定河盧溝橋測站水位流量關係曲綫圖
- 四九 永定河雙營測站水位流量關係曲綫圖
- 五〇 十三年七月各站洪水流量曲綫圖
- 五一(甲) 民國十八年七月洪水流量曲綫圖(官廳)
- 五一(乙) 民國十八年七月洪水流量曲綫圖(三家店)
- 五一(丙) 民國十八年七月洪水流量曲綫圖(盧溝橋)
- 五二(甲) 十八年八月洪水流量曲綫圖(官廳)
- 五二(乙) 十八年八月洪水流量曲綫圖(三家店)
- 五二(丙) 十八年八月洪水流量曲綫圖(盧溝橋)
- 五三 永定河各站最高流量估計曲綫圖
- 五四 永定河盧溝橋洪水流量頻速率圖
- 五五 永定河淤泥之研究
- 五六 永定河枯水流量與含沙量關係曲綫圖
- 五七 永定河枯水流速與含沙量關係曲綫圖
- 五八 大沽沙變遷圖 以上第三章

-
- 五九 官廳水庫控制各種洪水效力曲綫圖
- 六〇 各種洩水機關效用比較圖
- 六一 官廳水庫平面圖
- 六二 官廳水庫面積容量曲綫圖
- 六三 官廳壩址鑽探位置及斷面圖
- 六四 太子墓水庫平面圖
- 六五 太子墓水庫面積容量曲綫圖
- 六六 永定河水庫洩水機關計畫圖
- 六七 永定河水庫洩水機關洩量曲綫圖
- 六八 官廳涵洞縱剖面及低水正深處水位與尾流水位關係曲綫圖
- 六九 官廳重量滾壩應力圖解
- 七〇 官廳重量滾壩圖
- 七一 官廳拱形滾壩圖
- 七二 太子墓重量滾壩應力圖解
- 七三 太子墓重量滾壩圖
- 七四 歐美各國消弭水力機關試驗圖
- 七五 齒形消力檻作用圖
- 七六 官廳水庫攔洪效果圖甲(最高洪水)
- 七七 官廳水庫攔洪效果圖乙(十三年洪水)
- 七八 官廳水庫攔洪效果圖丙(十八年洪水)
- 七九 太子墓水庫攔洪效果圖甲(最高洪水)

-
- 八〇 太子墓水庫攔洪效果圖乙(十三年洪水)
- 八一 太子墓水庫攔洪效果圖丙(十八年洪水)
- 八二 三家店節制洪水流量圖甲(最高洪水)
- 八三 三家店節制洪水流量圖乙(十三年洪水)
- 八四 三家店節制洪水流量圖丙(十八年洪水)
- 八五 官廳水庫逆水綫推算圖
- 八六 太子墓水庫逆水綫推算圖
- 八七 官廳水庫地畝作業情形及地價圖
- 八八 官廳水庫水位及淹沒地畝之週期率暨洪水流量關係曲綫圖
- 八九 官廳水庫流量水位與淹沒時間關係曲綫圖
- 九〇 官廳滾壩高度與體積及水庫建築費之關係曲綫圖
- 九一 太子墓滾壩高度與體積及水庫建築費之關係曲綫圖 以上第四章
- 九二 盧溝橋減壩流量與永定河水位之關係圖
- 九三 金門閘流量與永定河流量之關係圖
- 九四 盧溝閘圖
- 九五 盧溝橋洩洪機關對於大清河流域受淹面積之影響
- 九六 盧溝橋洩洪機關對於大清河水位之影響
- 九七 永定河下游整理計畫平面圖

-
- 九八 永定河下游整理計畫縱剖面圖
 - 九九 永定河標準土堤及引河剖面圖
 - 一〇〇 柴排堆石及混凝土排護岸計畫
 - 一〇一 甲種堆石挑水壩圖
 - 一〇二 乙種堆石挑水壩圖
 - 一〇三 永定河挑水土石壩標準圖
 - 一〇四 甲種透水擋壩圖
 - 一〇五 乙種透水擋壩圖
 - 一〇六 丙種透水擋壩圖
 - 一〇七 臥柳淤岸圖
 - 一〇八 標準截流壩圖
 - 一〇九 永定河尾閘分期規畫全圖
 - 一一〇 永定河尾閘各沙漲地面積及容量曲綫圖
 - 一一一 疏濬北運河下游計畫圖
 - 一一二 金鐘河寬度深度面積及容量曲綫圖
 - 一一三 疏濬金鐘河計畫 以上第五章
 - 一一四 擬築永定河上游攔沙壩剖面圖
 - 一一五 十公尺及十五公尺堆石攔沙壩圖
 - 一一六 板壩計畫圖
 - 一一七 石匣里攔沙壩位置及壩後地形圖
 - 一一八 長城放淤區域布置圖
 - 一一九 長城放淤區域引水渠計畫圖

-
- 一二〇 長城放淤區域堤岸剖面及引水口門圖
 - 一二一 長城放淤區域進水閘圖
 - 一二二 長城放淤區域洩水閘圖
 - 一二三 龍鳳河窪地面積及容量曲綫圖 以上第六章

永定河治本計劃

緒 言

華北諸水，永定爲大，而爲禍亦最烈。蓋永定上游，桑乾及洋河，馳突於富有黃壤之山谷中，水流激湍，挾沙之多，世罕其匹。及至下游，坡勢驟緩，水力無所消納，則惟有紆迴曲折，用以冲齧土地。復因紆迴曲折之故，所挾之沙，又隨溜之緩急，以沈以浮。此永定河所以變遷多故，號稱無定也。然在昔時，水患固不可免，而縮於此者伸於彼，其來也漸。且一水一麥之利，失於今者取償於來年，其患亦未甚顯著也。自遼金元明以來，建都北平，根本之地，時遭水害，則爲遏止之謀，而築堤尙焉。復以南漕北運，惟求運道之疏暢，不計入海之通塞。五大河之水，所恃以吐納者，惟一海河。伏秋盛漲，復值高潮，河不能容，則泛溢冲決，益不可免，昏墊之禍，更以延長。自明迄清，數百年間，無定爲災，載於史冊，數倍前世。康乾之間，國力豐富，遂復範堤兩岸，號稱永定。農田不復得淤泥之利，而河床日以高仰。蓋以一綫長堤，當此洪流，無事則病於補苴，一決則不可收拾。同光以後，國力瘡斲，物價高騰，爲政安於苟且，舊堤漸以殘破。漫決之禍，與日俱增。雖於事後呼嗟補救，根本之患，猶然未除，民生益以困苦矣。



及至民六，災及天津，中外商人怵於後患，乃請政府

(南)

設立順直水利委員會，以謀根本救治之方。於是華北水利始有地形測量，水文觀測，以爲計畫之根據。十三年復遇大水，永定堤決，禍烈於前。人民奔走呼號，益感治水之切要。順直水利委員會乃於十四年公佈順直河道治本計畫總報告書。其中對於永定河治理之計畫分二種：一，取北道經舊沙漲地入海。二，取南道另闢新沙漲地。其中二種相同者。爲：(甲)，建築官廳攔水壩。(乙)，盧溝橋至金門閘間河道之整理。其餘則前者復須整理金門閘雙營間之河道，就沙漲地內另闢新河，及天津迤北入海新河諸項。後者則有金門閘下游之整理費，新沙漲地土地及工事費，及入海新河諸項。前者估計需費四千五百七十六萬餘元，後者估計需費三千二百七十九萬餘元。兩者相較，後一種廉於前一種約一千三百萬元。

順直水利委員會主張抉擇第二種，即新沙漲地之計畫。「以爲此計畫能使洪水之分佈，較適宜而自然。并可使永定河之渾水，行於海河之南，較之行於海河之北爲佳」。(註一)雖新沙漲地，須用地五百八十平方公里，惟其中「實有二百四十平方公里，其高度不及大沽水平線上七公尺。故每遇洪水，無不受災。如民國九年之情形，則其受災區域，竟達四百平方公里」。(註一)蓋該會之意以爲「今日沙漲地之上端，已高出平常地面六公尺至八公尺，其瀦

註一 順直河道治本計畫報告書第七十五頁

水之功用已盡，當別覓永定河入海之道」。(註二)不特其所估費用較第一種計畫可減省也。

順直河道治本計畫書對於永定河入海之道，擬於「永定河經新沙漲地後，即與大清河及子牙河會合。此三河匯流之水，一部份由海河入海，一部份另在第六堡關一新河槽入海。而在該處建設分水機關，以便操縱水量，維持航道」。(註二)其新河槽所取路線則以稻田(小站)北邊者為根據。蓋若令新河槽與馬廠減河相交，而於馬廠新閘之下游，另闢入海之路，將使馬廠減河之水，不能越新河槽而過，以灌溉小站附近六萬二千畝之稻田也。

十四年公布之計畫以政局不定，迄未能實行，而對該計畫之批評與研究，則頗不乏人。其有直接利害關係者，姑置不論。其他批評要點可分為：(一)新沙漲地問題。(二)南道入海新河問題。(三)北道由金鐘河入海問題。均有所贊否。惟對於官廳水庫，則大都認為適當焉。

對於新沙漲地之反對者，其所持之主要理由為：(甲)所擬新沙漲地區域，為人煙稠密之區，一經洪水漫溢，人民蕩析流離，不勝其苦。(註三)(乙)永定河有甚寬廣之沙漲地，二百餘年而致今日之狀況，今則固安以上，積沙已盈，其趨新沙漲地也，建瓴而下，勢倍徒易，況其面積，又不及舊者之鉅，則新者壽命，恐不及五十年，而新沙

漲地淤積以後，將更難爲繼。（註四）至於南道北道之爭，則是南道而非北道者，以爲（一）可以避免北平之水災，（二）可維持北運河之航道，（三）免北運河河床之增高，以致宣洩不易，（四）北塘距大沽過近。（註四）其是北而非南者，則以（一）永定河改南有大清子牙及南運諸河之交錯，使形勢更爲複雜，（二）北運河之航運，在今日之關係較輕，（三）北運原與永定合流，則增高河床之說，不足憑信，（四）永定河沙泥可肥淤津東鹼地。（註三）

十四年永定河計畫既未實行，而永定河之尾閘海河，則自十六年後，反淤淺日甚。至十七年，吃水十呎以上之船舶，不能上駛，天津幾成爲死港。於是向之因水災而注意永定河者，復因其淤沙而加以更深切之認識。惟以治理永定，費用浩繁，而須時又久，則移其目光於下游暫時之整理焉。十七年秋季，本會奉命司華北之水政，就順直水利委員會加以改組，對於救濟海河及治理永定之計畫，積極進行，不遺餘力。於是探討事實，綜合意見，於同年十二月十四日第二次委員會臨時會議議決各項如下：（註五）

一，興修官廳水庫，以節制洪水及蓄水量爲灌溉用，至

註三 華北水利月刊第一卷第二期十至十七頁朱延平對於永定河改道之我見

註四 華北水利月刊第一卷第一期李儀祉永定河改道之商榷

註五 華北水利月刊第一卷第三期第四十五頁

抑採用前順直水委會之滾水堰式，下有六涵洞，或改用高堰式，添闢旁涵洞，設閘門以便操縱，俟計畫完成，與原計畫詳加比較，再定去從。

二，前順直水委會原計畫，永定取南道設新沙漲地，捨棄不用，惟獨流入海之道，認爲排洩大清子牙及永定河溢出之洪水所需要，決議採用。

三，爲減輕海河淤沙救急起見，由永定河三角淀闢一新水道，越北運入場河淀通金鐘河入海之計畫，可以採用。并認放淤地面，尙可擴大範圍，越金鐘河以淤其迤東鹼地。

四，引用永定河水以灌溉其迤南迤北之地，并藉以放淤。

五，呈請建設委員會即行核准本次會議議決各項主要工程，由本會與河北省政府聯合辦理。

六，呈請建設委員會建議國府，以海關附加作抵籌撥三百六十萬元，并由華洋義賑救災總會擬撥河北省賑款提出一百萬元，以爲先行興辦官廳水庫及場河淀工程之用。并另籌相當款項，開挖獨流入海新河道。

即於同月十九日，將全部工程計畫及工費估計，并籌款辦法，根據前項各議決案呈請建設委員會轉呈國民政府，從速核議，尅期施工，以除水患，興灌溉，而利航行。

同時河北省政府，天津特別市政府，及中外商人，亦發起組織整理海河委員會，以導引永定河渾水於新沙漲地，并施行測量。至十八年四月，建設委員會與省市政府商洽加派委員，共同組織整理海河委員會，而河北省海河短期公債及還本付息案，亦於四月中通過於立法院。然整理海河委員會正式組織成立，已在十八年九月，復以種種問題，公債始於二十年夏初發行，故一切設施，均不能按預定期限，循序進行。

十八年七月，北平附近暴雨。十八日下午，永定河金門閘上游潰決七十餘丈，被淹者十餘村。其後陸續擴大至一百八十丈，本會奉建設委員會電令派員前往查勘，以定堵口施工計畫，當即派員會同河北省建設廳，及永定河河務局人員，前往查勘，并擬具堵築決口計畫及附屬工程預算，呈請建設委員會轉呈行政院迅令財政部即日撥款，以拯災黎。一面復自觀測所得結果，研究本年雨量之分佈，與流量之大小，始知本年永定河之洪水，與十三年者迥異。蓋十三年之洪水，其大部分來自官廳以上，官廳以下至三家店所增加者，不過三家店全流量三分之一。若本年之洪水，則官廳以上與官廳三家店間之全流量，各為三家店全流量之半。官廳三家店間，坡勢峻陡，又無迴旋容蓄之地，其最大洪水流量，遂數倍於官廳以上，而三家店之洪水，實可謂全由於官廳以下之逕流也。於是永定河治理計

畫，既因整理海河之工程，而定其下游之途運，復因雨量分佈之殊異，有修正以前種種計畫之必要。乃先擬定永定河治本計畫大綱，於十八年十月六日第六次委員會議決，「原則通過，交技術長進行實際調查并妥慎計畫」。其大綱如下：

- (甲)，建築官廳水庫。
- (乙)，建築石匣里水庫。
- (丙)，建築官廳三家店間水庫。
- (丁)，約束河身。
- (戊)，開挖引道。
- (己)，修培堤防。

大綱既定，繼此而計畫之範圍，乃集中於實際之調查，測量，與建築方法之探討。十九年春，派員測量三家店至官廳間之地形，并探驗官廳攔水壩基及三家店官廳間各壩址之地質，一面研究各種攔水壩之建築，及收縮下游河身之方法，以資比較。適值政治變動，經費枯竭，本會工作，不能積極進行。然以同人之努力奮鬥，猶能於短時間內，測量完竣。其地質之探驗，則因出發較晚，僅於官廳壩基鑽探三處，然因此而知前順直水利委員會所探驗之結果，離堅石尚遠，亦足為計畫之一助也。

關於永定河計劃進行過程中，尚有足述者，(一)，凡以前治導永定河者，無不以為永定河上游無病，其病乃在

盧溝橋以下，故對於上游之測量調查，多付缺如。本會以爲下游致病之因，在上游之洪水，則上游之形勢，安可忽略。故於組織之始，即派技術人員前往實地調查，於十七年十一月七日出發，十八年二月三日回津，歷時三月，旅程六百公里。關於永定河各支流形勢，及其流域內之情形，以及水庫灌溉水力等等，及泥沙之來源，均有詳盡之報告，以爲本計劃之根據，實爲本會足以自誇之成績。（二），以前治華北諸水者，惟恃堤防遏水，即最上乘者，亦不過倡藉水刷沙之計，未有肯利用水者。向使永定河下游，無堤防之設，泛濫雖不可免，而一水一麥之利，猶勝今時之橫決。况河床不致高仰，臨河之地，不致廢棄，於今施以治導，致力不多，而功效易見。然大錯已成，積重難返。潰堤決水，勢不可行。即改道南北，不特利害所關，難者蜂起，而經費所資，更難籌集。然長此以往，泥沙輸諸海隅，地日以長，即坡勢日以平坦。下游輸送之力，日以微小，上游橫決之禍，日以益甚。沿河民衆，壁水而處其下，豈不日惴惴有其魚之歎乎。本會之意，若令泥沙盡輸於海，何若令其淤沿河之地。沿河之地既高，則水患自可漸免。故於十八年先草擬永定河下游灌溉計劃意見書，提經第五次委員會議決，函河北省政府會商辦理。即於七月中，呈請建設委員會核辦，以期化沙鹼爲沃腴，爲治水之最後之目的焉。其詳則見本計畫中。

提 要

計畫旨趣

永定河治本計畫，其目的在避免週期性之決隄與汎濫，以減輕兩岸農田之痛苦，暨減少鉅量沙泥之輸入於海河，以繁榮天津之商務，而所採用之方法，則以效用最大，阻力最小，而經費最省者為主。所有方法，凡曾經古今中外水利專家所建議或討論者，本會不敢掠美，皆一一表彰於計畫書中，其有較為遠於事實，及不合於上述三原則者，本會亦不敢苟同。取舍之旨，具見下文。

避免決隄與汎濫之方法，祇有三種。一，減低洪水高峯。二，分洩洪水。三，增加原河道洩量。三者之中，何去何從，則視各河道及其流域之情形而定。以永定河言之，其上游有優越之水庫地位，故以攔洪為主，而仍利用原有之盧溝橋減壩與金門閘，分洩一部分之洪水於小清河。若增加河道洩量，則以永定河現在河床，已高出地面甚多，若再加高隄岸，形勢將更惡劣。而改道之法，阻力過多，故但就原河道加以整理也。

減少海河之淤淺，莫如將永定河完全隔絕。但為地勢所限，永定河之出口，除海河外，祇有北塘之薊運河，其海口離大沽甚近。若令其淤淺薊運河，則未免顧此失彼之譏。且永定會合北運，北運之水較清，於海河不無利益。故尾閘之規畫，使永定河含泥之洪水，先經沙漲地而後入海。且使一部分澄清之水，亦得還入海河。

永定河之沙泥，不特爲害於海河，其淤高陸內之河床，尤爲顯著之弊。且如水庫及尾閘之沙漲地，其容量皆有限制，若任其淤積，則難以持久。故爲治本清源計，必須減少沙泥之來路。其方法則除植林以外，莫善於建築攔沙壩於陡峻之支流。又以永定沙泥，雖爲河道之害，而善能肥地，故撥於下游兩岸低地，施行放淤。

計畫大綱

故本計畫之大綱，可分爲下列各項。

- 甲、攔洪工程 一、建築官廳水庫 二、建築太子墓水庫
- 乙、減洪工程 一、改建盧溝橋操縱機關 二、修理金門閘
- 丙、整理河道工程 一、整理隄防 二、約束河身
- 丁、整理尾閘工程 一、疏濬永定河口以下之北運河 二、疏濬金鐘河 三、培修隄岸
- 戊、攔沙工程 一、建築洋河及支流攔沙壩 二、建築桑乾河及支流攔沙壩
- 己、放淤工程 一、北岸放淤 二、南岸放淤 三、建築龍鳳河節制閘及疏濬永定河口以上之北運河

攔洪工程 官廳水庫

攔洪工程，首在察哈爾懷來縣官廳村南建築攔水壩一道，高二十七公尺（自河底計算），長一百一十公尺，壩頂可以過水，溢道長九十公尺。壩之式樣，採混凝土重量式，或拱形，俟施工時決定。壩下設涵洞三座，上圓下方，

底寬各六公尺，高各四公尺半，並預設閘門位置，以便將來安置閘門，兼爲蓄水之用。水庫容量自壩頂計，約爲三百三十兆立方公尺，若遇最大洪水，於壩頂積水深三公呎時，其容量可至四百六十兆立方公尺。此項水庫，能將十三年同等洪水高峯，自五七〇〇減至一二〇〇秒立方公尺。遇最高洪水時，自八〇〇〇減至二三二〇秒立方公尺。其建築費連購地在內，約爲二百四十四萬餘元。

太子墓水庫

太子墓水庫，位置於河北省宛平縣太子墓村附近。攔水壩頂長一百八十九公尺餘，壩高四十八公尺（自河底計算），爲混凝土重量滾壩。溢道長一百五十公尺。其涵洞與官廳壩同，但不設閘門位置。此壩之作用，連同官廳壩之作用在內，能使盧溝橋之洪水，自十三年之四九〇〇減至二〇四〇秒立方公尺，十八年之四〇〇〇減至二二三〇秒立方公尺，最高洪水九八〇〇減至三七〇〇秒立方公尺。若無此壩而僅築官廳壩，則十八年之洪水，仍在四〇〇〇秒立方公尺左右也。此壩之建築費，約須四百四十三萬餘元。

減洪工程之主要者，爲改建盧溝橋原有減壩爲節制閘，設閘孔十四孔，各寬八公尺二公寸。閘底高度在大沽海平面上五九公尺，閘頂高度六二·六公尺，用電力開閉之。此項節制閘，遇永定河洪水流量在一一五〇秒立方公尺以上時始開，最多能洩一五〇〇秒立方公尺。因其所洩者

不過爲漲水時之高峯，故小清河及大清河沿岸所受之災况，均可較減塌爲輕。至金門閘則但須稍加修理，並添設閘門，即可應用。此兩項工程約須五十餘萬元。

整理河道工程 整理河道工程之一部分，爲隄防之整理。凡隄之卑者培之，薄者厚之。坐灣之處則築挑水壩以挑溜勢，挖引河以導中泓。急溜所趨，則以柴排或絞鍊或混凝土塊，以防坍塌。其三角淀內河道，原無隄防，則築隄以防泛濫，而仍設涵洞以利宣洩及放淤焉。此項工程，約須三百二十萬元。至原有河道，寬狹無定，洪水橫衝直撞，尤爲淤積及坍塌之因，故必須約束河身，使中流順規，方能永慶安瀾。約束之法，有以土石挑水壩，有以透水壩，有以截流壩，有以臥柳護岸，各因地制宜。此項工程所需，約計三百八十萬元。

永定河之尾閘，以先經沙漲地盪漾沈澱，再由金鐘河匯薊運河歸海。而一部分之清水，仍可導歸海河，以資刷深河底。此項工程，由整理海河委員會辦理者，卽淀北沙漲地，定爲第一期工程。俟第一期失效後，再行舉辦第二期工程，以塌河淀爲沙漲地。以次及於筐兒港，南山嶺，及新河等區。惟以整理海河委員會計畫之根據，較十三年或十八年同等洪水爲小，故有須略爲修正之處，卽疏濬北運河，疏濬金鐘河，及培堤工程也。此項工程，約計須費二百二十二萬餘元。

攔沙工程

攔沙工程，係於永定河各支流，如洋河及東洋河南洋河，暨桑乾河及渾河壺流河，就河道狹窄，坡勢陡峻之處，分別建築三公尺至十五公尺高之攔沙壩。其壩以堆石或木架爲之。壩之作用，在增高水位，以平傾度。傾度既平，流速斯減，而冲刷之力，自然低小，則沙泥不致洩入下游。其原由上游挾帶而下者，亦可強半沉澱。似此層層節制，下游之沙泥愈少，且因增高水位，原來乾旱之區，可引水以資灌溉，則沙泥更可得沉澱之處矣。本計畫中共擬在洋河及其支流建壩五道，桑乾河及其支流建壩六道，共須一百另九萬餘元。如收效宏大，將來尙應多建。

放淤工程

放淤工程，分南北岸舉辦。北岸自立堡至小京堡，約共六十五公里，平均寬二千九百公尺，面積一百八十九平方公里強，分爲十二區。南岸自金門關至雙營迤下，約長五十五公里，平均寬三千二百公尺，面積一百七十八平方公里弱，分爲八區。各區四面圍堤，其一面即永定河河隄，其餘三面，則另築低隄。永定河河水，由引水閘導入引水渠，由分水口洩於放淤區域，徐徐下降，至洩水閘門，使積水達一公尺，然後由洩水閘洩至原有或新開溝渠。在北岸者，導入龍鳳河以入北運河。在南岸者導入大清河。放淤之目的，在減少永定河沙泥之輸出量，一方面又可使永定河兩岸斥鹵之地化爲沃壤，且使地面逐年增高，以減少河床滲濃之水，改良土質焉。此項工程，約需二百二十

四萬餘元。

總計各項工程，連購置施工器械，共計須費洋二千另六十六萬餘元。

至於計畫之根據，則自前順直水利委員會設置水文站以來，水象之記載，已有十餘年，且經十三年十八年兩次之決口，資料尙稱不乏。然爲防洪計，仍嫌不足，幸永定河素爲國家所重視，歷史上之資料，尙有可採，根據此項資料以推算最高洪水流量，洪水週期年份等，均較臆測爲妥善。又如地勢，地形，地質等等，亦爲治河者所當悉，故本計畫首列「永定河及其流域之形勢」，次述「永定河之水災與其治導之沿革」，三示「治本計畫之根據—水象」，以爲上編。其工程計畫，則列爲下編，分爲「攔洪水庫」、「下游之整理」，及「沙泥之處置」三章，而以工費估計，施工步驟，計畫實施後所得利益，及其他問題以爲之殿，稱「結論」焉。尙有次要之討論說明，與夫在計畫完成以後所得之資料，則概置之附錄。

第一章 永定河及其流域之形勢

第一節 永定河之支流

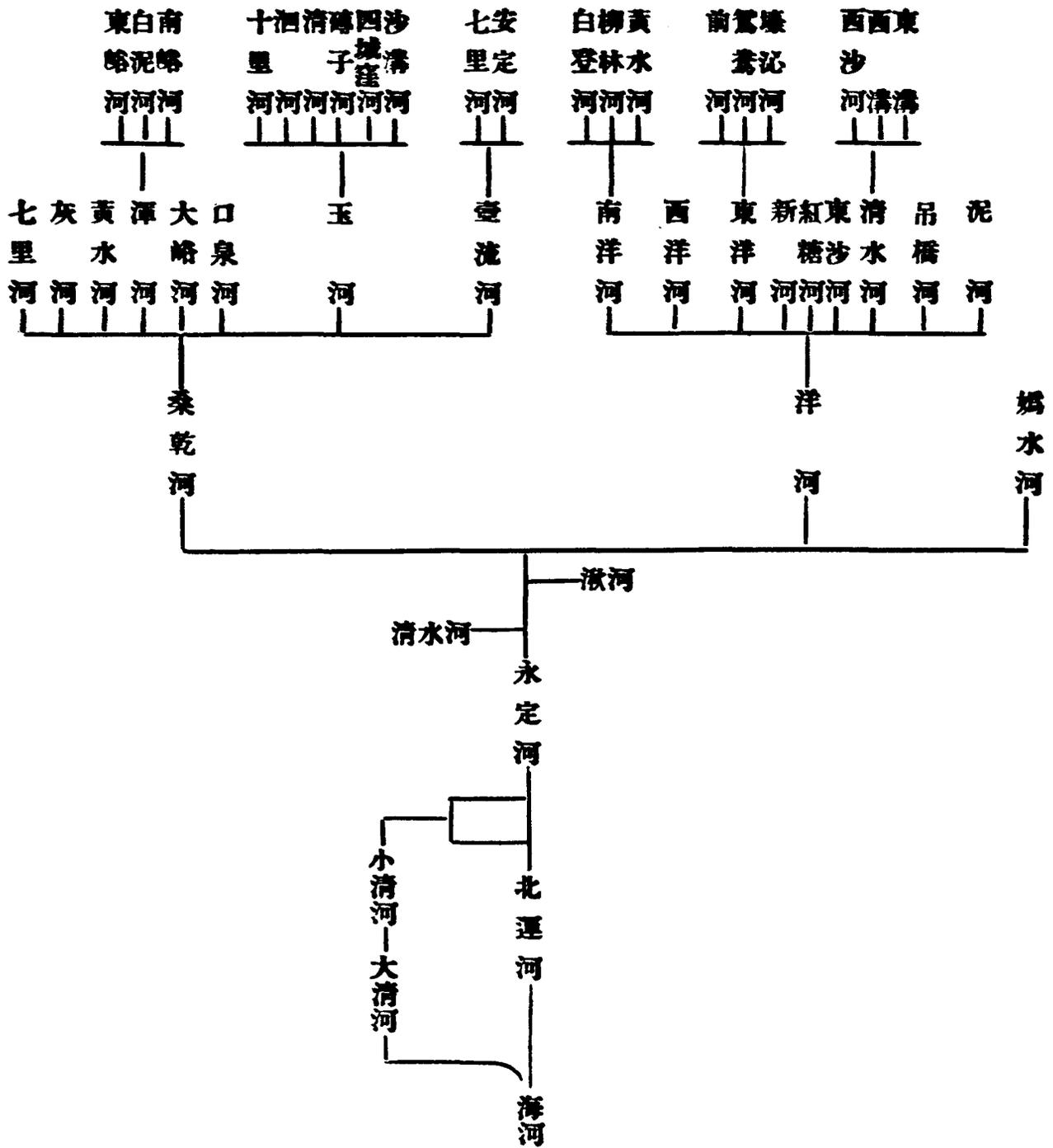
永定河上下游
之分界

永定河自官廳以上，山谷盤旋，萬流奔赴。及至官廳，東流入峽，隨山曲折，以至三家店，瀉入平原。隄防所限，無復支流，故述永定河之形勢，當以三家店爲分野。自三家店以上，謂之上游。自此以下，謂之下游。(圖一)

永定河上游流域，跨綏遠·察哈爾，山西，河北諸省。北迄陰山，南障恒嶽，面積四萬餘方公里。其中百分之七十爲山嶺，餘爲高原邱陵。河多泥沙，地雜鹽鹼。氣候乾寒，冬季長至四五月，氣溫每在百度表零下二十餘度。常年苦旱，雨不盈尺。往往六月始雨，種植維艱。水草既缺，畜牧亦不蕃殖。農產以穀，黍，荒，薯爲多，間有小麥藍麻，而菜菓絕少。民生窮苦，萑苻遍野，交通阻滯。雖饒煤鐵之鑛藏，而未能開採，任其棄置。至開渠灌田，利用水磨，雖間具雛形，亦限於財力學識，設備不周，功效未著。此永定河上游流域內之大概情形也。

永定河支流

永定支流，北曰洋河，南曰桑乾河。二河會於朱官屯，始稱永定河。東流，折而東南，至官廳附近，有媯水河自東北來會。茲將各支流系統列表如下(第一表)：



媽水河

媽水河 媽水河，亦曰懷來河，發源於延慶東北山麓，西南流經延慶懷來兩縣平原，至距懷來約十五公里之施家寨入永定河。平時降微坡小，流緩水清。然遇山洪暴發，流亦迅急，故田廬橋道，時被冲毀。蓋懷來以上，四面環山，高度達千餘公尺，距河不過四五公里。雨水直瀉於河，故其流驟增也。平時低水流量，每秒不過三四立方公尺，洪水時增至一千四五百立方公尺（光緒十九年民國六年各一次）。統計受水區域，長約七十公里，廣約二十公里，面積約一千一百方公里。河寬約由一百五十公尺至三百公尺，岸高數公尺至十餘公尺不等。河身坡度約一千八百分之一，底岸均屬沙土，當大水時，挾帶入於永定河之沙量不少也。

洋河及其支流

洋河 洋河三源，曰東洋河，西洋河，南洋河。三河會流於柴溝堡附近之岸莊屯。東南流七十公里受紅糖河（右），清水河（左），弔橋河（左），泥河（左）諸水，至宣化縣東之狐子溝。北岸為高原，南岸傍山。河身寬由一千至二千公尺，傾度約六七百分之一。岸多沙土，或陡或坡，隨地變異。底為細沙。平時沙灘分佈，歧流紆迴，總其流量不過每秒十五立方公尺左右。大水深三公尺。由狐子溝而下，河身縮減至七十公尺，山高四五十公尺。臨河北岸，火成岩上薄覆土壤。對岸為沙陵，數里及山。再下行一二里，河復展寬至四百餘公尺。北岸平原，高出河底十餘

公尺，南岸陵阜起伏，隨處變易。至響水堡東河入山口，高數十公尺，水受約束，河寬纔百餘公尺。鐵路依北山麓行，高出水面十餘公尺。又下行五公里至元台子，爲一山口，寬八十公尺，兩岸山阜高二三十公尺。過此，河又寬至二百餘公尺。南岸高山，北岸沙土。河底砂礫石礫，傾度一二百分之一。及上花園，河灘驟寬至二三千公尺。有小支流曰金龍溝，及沙溝河，於此與洋河匯流。二河發源於北山，寬各約一百公尺，傾度頗陡，洪流甚急。大水時全灘漫沒。由上花園至下花園，可六公里，河又減至五六百公尺。南岸爲山，北岸沙土。自下花園東二三里，河身又展，寬約一千餘公尺。河底爲細沙，傾度五六百分之一。岸爲沙土，高一二公尺。下行約二十公里，至朱官屯，與桑乾河會流，稱爲永定河。統計洋河受水面積，約一萬七千方公里，茲再將其支流分述於下：

(一)泥河 泥河出自龍門縣山麓，西南流約五十公里，於宣化東泥河村之南入於洋河。河寬一二百公尺。兩岸多屬沙土，坡度無定，高二公尺至五公尺。河底沙礫泥土互見，坡度三四百分之一。平時流量，不過每秒十分之二三立方公尺，盡引以灌田。大水流量，約每秒三百餘立方公尺。統計受水面積約六百餘方公里，半爲山陵。

(二)吊橋河 吊橋河在宣化西半公里許入洋河。源出龍門西境山麓，北行七八公里入山峽，東南流，復折而南

流。長約六七十公里。河寬一二百公尺，兩岸沙土漫坡，高約一公尺。河底細沙，傾度約三百分之一。平時流量，約每秒十分之二三立方公尺，大水深約一二公尺。計其受水面積，約七百萬方公里，多係山陵。

(三)清水河 清水河來自張家口外高原，西南流六十餘公里，穿山入張垣。復行二十公里，入於洋河。河寬約由一百五十至五十公尺。張家口以上，河窄而降大，兩岸皆山，高百餘公尺。河底多係沙礫石塊，傾度約百分之一。張家口以下，傾度漸減至五百五十分之一。兩岸沙土漫坡。河底細沙。平時流量約每秒一二立方公尺。均引以灌田。大水深五六公尺，流勢頗急。而張家口上埠至下埠五六里之間，河口縮至百公尺許，高差三四十公尺，洪流直瀉，勢如建瓴，為張垣心腹巨患，亦為洋河泥沙之源。統計受水面積，約二千三百萬方公里。清水河之重要支流為西沙河，來自萬全縣，經山麓高陵之地。平時無水，河寬一二百公尺，傾度約百分之一。經張家口河寬驟減為二十餘公尺。又束於市橋，而市中橋寬不及十公尺，高二公尺餘，形同遏水之壩。故每遇大雨，橫決旁溢，為害甚烈。

(四)紅糖河 紅糖河亦名洪濤河，發源懷安縣西南山麓，東北流六十餘公里至左衛城東北之劉家舖，入洋河。河寬二百餘公尺，兩岸或陡或坡，俱係沙土，高由一公尺至五公尺不等。河底為細沙，傾度一百二十分之一至四百

分之一。水量無幾，大水深一公尺許。受水面積一千五百方公里，多屬山陵。

(五)東洋河 東洋河發源於興河縣迤北山麓，東北流至搭拉基廟地方受壕沁河。折而東南流，至司五號左近，受鴛鴦河。至興河縣城東南半公里許，受前河。再行二公里許至十八台地方入山峽。行三十餘公里至東洋河口村出峽。至柴溝堡東約五公里之岸莊屯，入於洋河。河口寬處達千三百餘公尺，兩岸沙土，或漫或陡，高約由一公尺至十公尺不等。河底爲沙石。河經山峽兩旁爲數百公尺之高山，青石巉巖不着土壤。河寬約四十至八十餘公尺，傾度一百一十分之一。石壁高聳，達四五十公尺。由十八台而上，河寬四五百公尺。兩岸沙土，陡坡無定，高度由二三公尺至十餘公尺。河底細沙，傾度二百五十分之一至四百分之一。統計受水面積約五千四百方公里，盡屬山陵。

(六)西洋河 西洋河發源興河縣西南山麓，沿山谷東流，兩山相距由六公里至十餘公里，至柴溝堡東入洋河。河寬五六百公尺。岸係沙土，高由數公尺至十數公尺。河底細沙，傾度一百分之一至三百分之一。大水深二公尺餘。受水面積約七千方公里，多係山陵。

(七)南洋河 南洋河起自陽高縣東南之劉莊，承白登柳林黃水三河，經天鎮至柴溝堡東入洋河。兩岸沙土，鹼性甚大。岸高由三公尺至五六公尺不等。河寬一百至四百

公尺。河槽壅塞，每當洪水時，天鎮以上頓成澤國。河底爲細沙，傾度約二百五十分之一。其支流曰白登河，來自陽高西南五十里許之山麓。岸多沙土，陡坡互見。地含重鹼，土人多以熬鹼爲生。河底爲泥土，傾度約四百分之一。河寬四五十公尺。大水深約一公尺。曰柳林河，來自陽高西北山麓。乃一小山河，平時無水。曰黃水河，在北徐屯入柳林河。統計南洋河受水面積約二千五百方里，半係山陵。

桑乾河及其
支流

桑乾河 桑乾河源出朔縣東北四十里之神頭，磨石，司馬泊等村水泉，俗稱海子。平常水量，每秒不過三四立方公尺。東北流至朱官屯，與洋河會流，稱永定河。中經山陰，應縣，大同，陽高，天鎮，陽原，宣化，涿鹿等縣，北受玉河，口泉河，及若干小河。南受灰河，渾河，壺流河，及若干山河。自神頭以上，河槽較窄。上通朔西山麓之大溝。岸高十數公尺，黃土壁立，北依山麓，南爲高原。溝寬一二百公尺，底爲砂礫。大水深四五公尺。自神頭西約五公里之張家口村至馬邑，約十二公里，河寬三百公尺至七百公尺。岸高約五公尺，黃土壁立，河底沙礫細土，水流不凍。馬邑至北坊約三十五公里，河寬約三百公尺。岸爲黃土，高至十餘公尺。河底爲細沙土，傾度二三百分之一。大水深約二公尺。北岸離山數里，南岸爲高原。由北坊至大同之神咀窩六十餘公里，河寬至千餘公尺。

兩岸爲沙土漫坡，高約一公尺。洪水槽寬至二公里。河底爲細沙土，傾度約千分之一。神咀窩以下，北岸高至數十公尺，南岸仍爲漫坡。又十二公里至王漸疇，漸見丘阜。又四十餘公里，經楊家莊，河面寬約一千餘公尺，北岸爲沙土高地。至西冊田，河入山峽，寬約一百餘公尺。岸爲岩石，高三四十公尺。河底爲沙礫石礫，傾度四五百分之一。又七公里許至東冊田，出峽，河展寬至四五百公尺。岸爲土阜高地。至陽原張順莊，河道展寬，兩岸爲漫灘平地，高出水面約一公尺，南北寬約六千餘公尺。又十二公里至小白嘴，兩岸高起。至宣化之石匣里，河復入峽，寬僅六七十公尺至二百公尺。山高百公尺以上，花崗石居多。河底沙礫石礫，峽長六千餘公里，至涿鹿西六七公里之朝陽寺入平地。復行約三十公里至朱官屯。統計桑乾河受水面積，約二萬八千方公里，強半山陵。茲將其支流分述於下：

(一)壺流河 壺流河發源於廣靈以西之山麓，東流五十公里，經蔚縣高原，至君子疇，受七里河水。至西河營，折而北流，四十公里，至小渡口，入桑乾河。河身最寬處可四五百公尺。蔚縣鴛鴦站以下傾度，約六七百分之一，廣靈上下傾度三百五十分之一。河底雜沙土礫石，大水深二公尺。其支流，廣靈以上，多爲山河，平時無水，雨時暴發。蔚縣境內，則爲泉流，冬夏有水。又於下元皂對

岸，受桃花堡來之安定河，長二三十公里，河寬四五十公尺，大水深約一公尺。壺流河岸多黃土，間有斷崖，高數十公尺。蔚縣以西，南岸離山數里。入廣靈境，兩岸離山均近。廣靈以西，漸入山地，河深岸高。統計受水面積約四千四百方公里，半爲山陵，半爲高原。

(二)玉河 玉河亦名御河，發源於豐鎮西北山間高原，東南流一百二十餘公里，至大同東南三十公里之吉家莊，入桑乾河。自河口至大同北約二十公里之孤山子，黍地溝，一帶，河寬約千公尺。兩岸爲沙土高地，起伏頻數，陡坡無定。河底爲細沙土，傾度由三百至五百分之一。河東離山三四公里，河西離山十餘公里。自黍地溝而上，經九公里之山峽，至宏賜堡，河寬一二百公尺。鐵路依山麓通行峽中，高出水面十餘公尺。河底爲沙礫，傾度三百餘分之一。山高百餘公尺，上覆黃土，下爲岩石。越山峽，寬五六百公尺，岸多沙土，高由二公尺至七公尺。河底細沙，傾度六百分之一。河東離山只三百公尺。上至豐鎮縣境，山多孤峰，高不過三四十公尺。岩石之上，沙土不盈尺，河即繞行山間，寬約三四百公尺。至豐鎮北，漸減至一二百公尺，傾度二三百分之一。岸多漫坡，高約一公尺。河底爲沙土。至豐鎮北三公里之永王莊，尙有河形。再西上十七公里，至紅沙壩，漸與地平，無河槽矣。惟大水時，深約一公尺。其所受支流，爲(一)，沙溝河，在豐鎮

北十二公里，寬約二百公尺。河底沙礫，傾度二百分之一。平時無水，大水深約二公尺。(二)，四城窪河，在豐鎮一公里餘，寬一二百公尺。河底粗砂，傾度三百分之一。岸爲沙土，高六七公尺。大水深二公尺餘。(三)，磚子河，在豐鎮南，河寬二百餘公尺。大水深一公尺餘。河底粗砂，傾度約五百分之一。岸爲沙土，高約三公尺。以上支流，皆發源豐鎮西部山麓，流長不過二十餘公里。(四)，大同北黍地溝之清河，寬二三百公尺，傾度百餘分之一。底爲砂礫石礫。岸高三四公尺，多屬沙土。大水深約二公尺。(五)，大同北十餘公里之泗河，寬約百餘公尺，傾度百分之一。底爲砂礫，兩岸山阜。大水深約二公尺。流長二十餘公里。及(六)，大同南之十里河，來自雲崗山麓，流長三四十公里，於大同南十餘公里之艾家莊入玉河。上游河寬一二百公尺，河底砂礫石礫，傾度約一百分之一至五百分之一。河口寬四五百公尺，底爲細砂。岸爲沙土，高由三公尺至十餘公尺。大水深二公尺。以上三河，皆發源於豐鎮東部山麓。統計玉河受水面積，約八千七百方公里，強半山陵。

(三)口泉河 口泉河源出大同西南口泉山麓，東南流四十餘公里至吉家莊西八公里入桑乾河。寬二三百公尺，岸爲沙土，高一二公尺。底爲細沙。平時無水，大水深二三公尺。受水面積約六百方公里。

(四) 渾河 渾河發源於渾源東南之恒山。西北流百餘里，至應縣西新橋入桑乾河。渾河上游支流凡三：即南峪河，東峪河，及白泥河是也。南峪河東峪河發源於恒山，至花町村，匯流而為渾河。傾度約三百分之一，寬約三百公尺。兩岸漫坡，土質肥饒，多屬黃壤，頗適於灌溉。流至應縣東八公里之鄭子梁左近，受白泥河而西北流。河經平地，寬三百餘公尺。河底為細沙土，傾度約四百分之一。岸高約一公尺，盡屬沙土。現有廣濟公司利用渾河水灌溉鄭子梁左近之地，約四五百頃。鄭子梁以下，平時已成乾河。傾度約三百分之一。計其受水面積，約二千四百方公里。多係山地。

(五) 灰河 灰河發源甯武縣之管岑山麓，東北流九十多公里，經朔縣，平原，至馬邑入桑乾河。自河口上至羊坊口，長約六十餘公里，河寬二百公尺至九百公尺。河底為細沙土，傾度二百五十至八百分之一。兩岸沙土，高約三四公尺，或陡或坡，因灣勢而變。大水深約一公尺。羊坊口以上，漸入山地，河身減至一二百尺，傾度亦大。山多黃土，林木蕃殖。洪水淤地，多成膏沃，故俗稱肥水。灰河支流有七里河，來自朔縣西北四十餘里之范家嶺，長二十公里，至朔東二十里堡入灰河。會流後又名興家河。河寬三四百公尺，岸高約七公尺，多係沙土。河底為細沙土，傾度約八百分之一。大水深一公尺餘。統計灰河受水面

積約一千七百萬公里，多係陵阜。

第二表至第十表所列，皆為永定河各重要支河之河床情形，經調查所得者。首列所在村名，次列距官廳里程，而河床傾度，河寬，低水位高度，河床高度，高水位，河底土質，兩岸情形及土質，均依次排列，其支流分佈形勢，與各河坡度變遷之迹，則另以圖表明之(圖二及圖三)。

官廳山峽

永定河既受媯水河於施家寨，河流漸由寬而窄。至官廳村南，入山峽，是為官廳山峽，長約百公里。兩岸高山懸亘，河流隨山灣曲，寬自百公尺至三四百公尺不等。自官廳以下，沿河受支流十數，均係山河，長不及二十公里。至沿河城東南八公里受湫河。湫河發源於昌平縣西境鎮邊城北八公里之山麓，南流二十公里入永定河。永定河又曲折東南至青白口，受清水河。是河發源於涿鹿縣西南之仁崖山，東流十八公里，折而東北流，又十公里，折而東，三十公里經齋堂，又十里入永定河。自青白口以下，無復大支流。又五十餘公里至三家店，沿河為門齋鐵路所經，時遭水患。

官廳山峽坡度約為四百分一，兩岸所受支流，又均係山河，坡勢峻陡，每遇驟雨，一瀉無餘。永定河下游之水患，亦多發源於此焉。圖四為官廳山峽地形圖。圖五為官廳山峽縱剖面圖。圖六為官廳至三家店各段橫剖面圖。

第二表 橋 水 河

村名	距離由官廳起以計	河底度	河寬公尺	河底度		高水位	河底質	兩岸情形		兩岸質	附註
				目面	大上			右	左		
施家寨	2.2		800	450.0	449.0		沙石	漫坡	土立坎	沙石	
關家溝	4.2		400	451.5	450.5		沙泥	" "	土立坎	細沙	
楊大人莊	8.8	1:2000	140	453.6	452.6		" "	" "	漫坡	" "	
小七營	12.0	"	350	455.7	454.7		" "	" "	高地立坎	" "	由小七營以上左岸樹木甚多河岸地與水面約成十餘度角而已
四營	16.0	"	200	458.8	457.7		" "	" "		" "	
三營	17.5	"	200	460.2	459.2		" "	" "			
懷來縣	23.5	1:1700	200	463.7	462.7		" "	" "		沙泥	
平綏路橋	28.5	1:1500	140	465.7	464.7	469.7	" "	" "		沙泥	十三年最大流量1425秒立方公尺

註一 表內距離係由調查而得不甚準確

第三表 永定河及洋河

村名	距離由官廳起以公里計	河底度	河寬以尺計	低水位		河底度海尺	高水位平均計	河底質	兩岸情形		兩岸質	附註
				自	面上				右	左		
官廳				440.7	439.7			石沙			石沙	
魏家寨	2.2	1:500	600	450.3	449.3			石沙	立坎	立坎	沙石	左岸傍土山
珠窩園	5.0	1:700	700	452.7	451.7			石沙	立坎	漫坡	沙石	右岸高地
寨灣	8.5	1:500	800	456.8	455.8	461.3		沙石	立坎	漫坡	沙石	全上
西水泉屯	16.5	1:300	700	468.3	467.7			沙	立坎	立坎	沙土	右岸傍土山
朱官屯	31.0	1:450	1100	477.0	476.0	478.9		沙	立坎	漫坡	沙土	右岸高地十三年流量2590秒立方公尺
下花園	48.0	1:300*	600	531.1	530.1			石沙	坡	坡	石沙	兩傍石土山
元台子	54.0	1:300*	80	546.1	545.1	540.5		石沙	立壁	立坡	石	兩傍石土山
辛莊子溝	59.0	1:800*	400	560.3	559.7	570.7		石沙	立坡	立坎	石沙	兩傍石土山
孤子溝	63.0	1:350*	70	574.6	574.1	583.7		石沙	立坎	陡坡	沙	兩傍石土山
泥河村	69.0	1:500	700	581.6	580.7	582.7		沙	立坎	漫坡	沙土	右岸高地
宣化縣	76.5	1:500	1000	598.6	598.1	593.8		沙	漫坡	立坎	沙土	左岸漫坡
沙嶺子	91.5	1:500	2000	630.6	630.1			沙	" "	" "	土	左岸高地
太平岩	97.0	1:750	900	638.2	637.1			沙	立坎	漫坡	沙石	右岸外即山
左新城	106.5	1:550	850	655.2	656.8			沙	立坎	立坎	土	
岸莊屯	133.0	1:280	1450	752.2	751.2	753.9		沙石	立坎	立坎	沙	左岸高地右岸土山

*由下花園以下至孤子溝一段坡度有陡至一百五十一者且有數段急流表中所列係平均數

第四表 東 洋 河

村 名	距離 由官廳公 里起計	河 底 度 尺	河 寬 以 尺 公 計	河 底 度 尺		高 水 位 平 計	河 底 土 質	兩 岸 情 形		兩 岸 土 質	備 考
				自 面	大 沽 公 尺			右	左		
柴 溝 堡	139.0	1:280	1450	752.2	751.2	755.9		立 坎	立 坎	沙 土	平綏路橋估計十三年最大流量為2400秒立方公尺
東 洋 河 口	145.0	1:120	250	835.7	834.7		石 沙	立 坎 或 石 山	立 坎 石 山	沙 石 山	由東洋河口起溯游而上即入大青山 由城至興河縣出山谷
陶 平	153.0	1:105	50	908.7	907.7	914.7	石 沙	山	山	" "	
打 虎 溝	158.0	1:105	40	956.2	955.2	963.7	"	"	"	" "	
烏 里 雅 蘇 台	175.5	"		1122.7	1121.7		"	"	"	" "	
高 廟 子	184.8	"		1206.7	1205.7		"	"	"	" "	
十 八 台	196.0	"	60	1330.7	1329.7		"	"	"	" "	
興 河 縣	199.0	1:250	400	1370.7	1369.7		"	慢 坡	慢 坡 至 山		
" "	199.5	1:250	400	1375.7	1374.7		"				

第五表 西 洋 河

村 名	距離 由官廳 起以公 里計	河 底 度 度	河寬 公尺 以尺 計	低水位		高水位 平計	河 底 質	兩岸情形		備 考
				自 面	大上			右	左	
岸莊屯	133.0	1:280	1450	752.2	751.2	753.9		坡	立坎	平級路橋十三年最大流量 692 秒立方公尺
樂橋堡	139.0	1:170	500	789.9	789.4		沙	坡	坡	兩岸灌田
關帝廟	143.5	1:120	600	864.9	864.4		"	"	立坎	西洋河在此地以上出山谷兩山相離約一二十里不等河在中行
渡口堡	151.0	1:120	600	885.7	885.2	887.7	"	"	"	左岸土山立壁
石頭台	155.5	1:120	450	923.2	922.7		"	"	"	左岸立壁 因右岸及河灘種樹甚多河 底及岸淤高故水流改到左 岸
鳳沿橋	158.0	1:110	400	945.9	945.4		"	"	"	
西洋河堡	160.0	1:110	400	964.2	963.7		"	"	"	

第六表 南洋河

村名	距離由官廳起以公里計	河底坡度	河寬公尺	低水位		河底高度		高水位	河底質	兩岸情形		兩岸質	備考
				自	面上	大	沽			平	計			右	左
岸莊屯	133.0	1:280	1450	752.2	761.2	753.9							十三年最大流量652秒立方公尺
龍王堂	139.5	1:210			782.1								
西灣堡	151.5	1:210			839.3								
李信屯	161.3	1:300			871.9								
柳莊	194.0	1:1150	100		1001.4 9907	(1917) 1004.0			沙土	漫坡	漫坡	城地	
北徐屯	204.0	1:500	100		1021.4				沙	平	平		此段河身寬窄不等且有許多土壩 將河身築壩引水溉地
馬家莊	207.0	1:455	150		1029.0	1030.2			沙	"	"		
榆林屯	211.0	1:350	200		1032.2				沙	坡	坡		黃水河下口已經淤塞多年

第七表 桑 乾 河

村名	距離由官廳起以公里計	河底度	河寬以尺計	河底度		高水位	河底質	兩岸情形		兩岸質	備考
				自面	大沽公尺			右	左		
天官村	31.0	1:450	400	477.0	478.0						
孫鹿	55.0	1:400	350	519.8	518.7			漫坡			
孤山子	62.0	1:210	150	536.8	535.8	538.2	沙石	山山	石		民國六年高水位
石匣里山口	105.0	1:500	80	741.8	740.8	744.3	沙石	山山	石		山口外沿河爲紅土
華精營	115.0	1:1500	780	751.8	750.8	755.9	沙	立坎	左沙土 右土山		民國六年洪水流量2454秒立方公尺
東城	127.5	1:650	600	771.0	770.0		沙石	立坎	沙土		
小白嘴	150.5	1:700	760	803.8	802.8	804.32	沙	立坎	沙土		民國六年高水位
張順莊	160.5	1:700	3500 6500	818.1	817.1		沙	漫坡	沙土		
小石莊	180.0	1:700	500	846.0	845.0	847.02	沙	立坎	沙土		民國六年高水位
東册田	188.0	1:500	150	862.7	861.7		沙石	立壁	沙土		
圖册田	198.0	1:300 1:500	125	896.0	895.0	908.5	沙石	立壁	火山岩		光緒二十二年洪水流量4610秒立方公尺
徐 疇	208.0	1:700	1660	912.7	911.7		沙石	坡	黃沙		
施家會	223.0	1:750	700	933.4	932.7		沙石	漫坡 高地	沙		
吉家莊	240.0	1:750	1200	956.0	955.0	959.6	沙石	平原	泥沙		光緒二十二年洪水流量3810秒立方公尺

第七表(接) 桑 乾 河

玉河口	241.3	1:760	1200	957.4	956.7	960.6	沙石	高	平原	沙土	民國十三年高水位
佛堂寺	246.3	1:600	1000	965.8	965.3		沙	平坡	陡坡	" "	
東新橋	253.8	1:600	1000	978.2	977.7		"	"	"	" "	
西新咀	254.8	"	"	979.9	978.7		沙	平坡	"	沙土	
劉震莊	261.3	"	"	990.7	989.7		"	漫	坡	" "	
北買寨	263.8	"	"	1028.2	1027.2		"	"	"	" "	
何頭村	305.0	1:700	"	1080.8	1059.8		"	"	"	" "	
山陰	320.0	1:600	"	1083.8	1082.8		"	"	"	" "	
羅莊	329.0	"	"	1097.7	1096.7		"	"	"	" "	
西郭河	349.0	1:400	200 300	1137.7	1136.8		"	立坎	立坎	" "	
南河底	351.5	1:400	145	1144.0	1143.1	1147.0	"	"	"	" "	
馬色	358.0	1:250	500	1164.0	1163.1		"	"	"	" "	
牌頭	373.0	1:250	205	1224.0	1223.2	1231.0	"	"	"	" "	光緒二十二年高水位
	378.0	1:100	100 500	1252.5	1251.7	1254.0	"	"	"	" "	

第八表 壺 流 河

村 名	距離 由官廳 起以公 里計	河 底 度 度	河寬 公尺 計	水位		河 底 質 質	兩岸情形		兩 岸 土 質	備 考
				自 而 大 沽 公 尺	河 底 度 度 海 尺		高 水 位 平 計	右			左
壺流河口營	117.0	1:950	450	755.4	754.8	沙石				
北水泉	132.0	1:450	250	775.4	774.8	黃土			黃土	
東壺頭	139.5	1:650	270	789.0	788.4	"	立坎	平坡	" "	
下元壺	144.5	1:650	280	796.7	796.1	"	" "	" "	" "	
西河營	157.0	1:700	470	815.2	814.6	"	平坡	平坡	" "	
壺官莊	186.0	1:750	480	866.6	856.0	"	平坡	平坡	" "	
廣靈縣	206.0	1:350	190	892.3	892.3	"	漫坡	立坎	" "	

第九表 玉 河

村名	距離 由官廳 起以公 里計	河底 坡度	河寬 公尺	河底 高度		高水位 平均 計	河底 土質	兩岸 情形		兩岸 土質	備 考
				低水位 自面	高水位 大上 公尺			右	左		
齊家莊	241.3	1:750 1:400		957.4	956.7			立坎	坡	沙	
艾家莊	265.3	1:370	1100	101.7	1016.7			"	"	沙石	
大鐵 橋	275.3	1:880	1100	1044.6	1043.7 (1924) 1045.3		沙石	立	坡	沙土	
清水 河口	289.0	1:400	500	1080.7	1080.2			立坎	"		
老牛 坡	322.0		450	1161.6	1161.1						

第十表 潭 河

村 名	距離 由官廳 起以公 里計	河 底 傾 度	河 寬 以尺 公計	河 底 高 度		高水位 平 計	河 底 土 質	兩 岸 情 形		兩 岸 土 質	
				低水位 自 面	河 高 沽 公 尺 計			右	左		
潭新橋口	254.8	1:600 1:400	300	979.9	979.4	980.9	沙	平	坡	沙土	
大柳橋	259.8	1:300	300	994.2	993.7	994.7	沙	平	坡	沙土	
鄭子梁	274.0	1:300	300	1041.5	1040.7		沙	"	"	"	因光緒三年大水將潭源縣港沒官民 合修兩岸石壩約四公里長三公尺高
花 町	284.3	1:300	300	1075.8	1075.2	1076.3	沙	"	"	"	三公尺寬引水到潭源西南與東峪來 之水合併
唐南 寨峪 莊口	289.3	1:100	150	1100.8	1100.2	1102.2	沙石	石	壩	石壩	

第十一表 灰河

村名	距離 由官廳 起以公 里計	河底 傾度	河寬 公尺 計	河底度		高水位 平計	河底 土質	兩岸情形		兩岸 土質	備 考
				低水位 自面	高水位 大上			右	左		
馬邑	373.0	1:250	205	1224.0	1223.2		沙	立坎	立坎		
西林寺	376.0	1:450	360	1232.6	1231.8		沙	"	"		
劉家店	383.0	1:600 1:890	160— 500	1243.8	1243.0	1246.3	沙	立坎	立坎	沙土	
朔縣	393.0	1:400 1:450	900	1259.8	1259.0	1260.8	沙	"	"		
單坊口	423.0	1:400	200	1330.4	1329.6		沙	"	"		

第二節 永定河上游之地質

永定河上游地
質統述

永定河上游，爲陰山山脈與恒山山脈所包圍。峰脈之走勢，類屬東北行，實由於中生界之褶皺作用 (Mesozoic Folding) 所致。北爲蒙古高原，莽莽平沙，高出海面幾二千公尺。察綏南部爲陰山山脈，山嶺巉巖，崎嶇而下。及張家口之緯度，地勢漸緩，宛若平原，略傾東南。至八達嶺，復阻於山帶，是爲八達嶺高原。迤南奇峰聳峙，已及恒山山脈。由青龍橋而居庸關，而南口，高嶺峻谷，急轉突下，復化爲茫茫原野，直達海岸，是爲河北平原。

前述二高原，即蒙古高原與八達嶺高原，依地質之觀測，雖非同時所生成，而實由同一動力所造就。蓋華北一帶，在中生界以前，大都深沉海底，故有厚千餘公尺之新原古界 (Neo-Proterozoic) 矽質石灰岩 (Siliceous Limestone)，及歷期之石灰岩 (Limestone)，礫岩 (Conglomerate)，頁岩 (Shale) 之沉積。中生界內，地殼上升，南北促湊，以成近代之形勢。第三紀 (Tertiary) 內，侵蝕甚烈，今日河道之大綱，當於此時成型。夫就下之性，豈獨水，凡物莫不如是。粗沙礫石，經風之揚播，水之激盪，及空氣之腐蝕，充盈川谷。峙者漸減而坳者漸平，水勢爲之阻滯。其後疊經變動，升降靡定，依大內斜 (Geocyncline) 之遷移，西北漸高，河流之侵蝕力亦因以爲消長。屆上新洪積 (Pliocene,

Pleistocene) 二統，西北高風，散播黃土，凡山巔水涯，莫不爲所佔據，而有今日著名之黃土層(Loess)。靜極而動，地殼再傾東南，河流亦復蠢動，再起侵蝕。所經之地，又皆鬆沙軟土，一觸卽潰。地形峻峭，則下行之力又甚強。隔於山嶺，暴雨無常。故其流勢洶湧，挾淤之多，世所罕見。

以此變遷推測現在之永定河上游，實屬轉新性 (Rejuvenation)。蓋舊時河床，積淤而平，河身左右自如，床地遼闊，入於老態，及大地傾斜而復活。今日之河床，固先代之遺物也。上游新起，其勢峻滯。下游沉淤，河底平坦。灌注急而疏洩滯，故易爲患也。規之地質現象，河流一出峽口，其勢遂散而生沉積(Alluvial fans)，惟永定河上游，下侵之力尙盛，冲成土壁，粗砂礫石，互間成層，層質鬆軟。每屆七八月，降雨較多，水流洶湧，侵蝕最烈。其正流所佔河床甚闊，儼然巨川，實則常年乾涸，無舟楫灌溉之利可言也。

永定上游流域，恰在八達嶺高原之上，南俯河北平野，北仰蒙古高原，故其氣候迥異他處。蓋西北高風，異常乾燥，祇能颳沙，不足降雨。雨水之取得，惟東南風是賴，而南口一帶峰嶺爲之屏藩，東南風爲所阻蔽，或降而爲雨，或反折而散，高原農地，徒望雲霓而興歎耳。及至夏秋之交，時有颶風之尾，達高原之上，順流而北，阻於蒙

古高原，遂成暴雨。恒有懷來宣化之間，猶陽光照耀，而洋河之水，忽汹涌而下者，土人謂之「下東風雨」。蓋因地質之關係，成此氣候。時而驟雨傾盆，餘時則常年苦旱，草木無以滋生。山嶺濯濯，加以岩石堅密，遂失調劑雨水之功用，而水旱之患，不能幸免矣。

復就各支河流域加以觀測，則可分爲(一)，懷來溢地，(二)，洋河溢地，(三)，桑乾河溢地。

懷來溢地

(一)，懷來溢地，即媯水河流域，東起永寧鎮，西達洋河溢地，東西長約七十公里，左右南北寬十七公里。三面環山，西部開朗，恒山山脈蜿蜒於南，西阻於官廳山峽，其勢猶未盡也。懷來溢地內充滿沖積層，高出河面者，有四十七公尺三十五公尺十二公尺數層。媯水河出自永寧峪，經延慶，懷來，轉趨東南，於施家寨入永定河。河床均寬六百公尺，兩岸即十二公尺土台也。河床傾度五千分之一以上，平時水流遲緩，所佔床地，不過三十公尺，大汛時則盈谷而流焉。

懷來四周之峰嶺，多由太古界片麻岩 (Archean Gneiss) 及新原古界之砂灰岩所組成。岩石之底部，雖深藏地下，而湖沼相 (Locustrine) 之沉澱，則於火燒營村附近見其露頭，爲深灰之膠泥層，且含介類碎片。沿媯水河兩岸之土台，則屬於河流相 (Fluvitile)，爲互間之粗沙卵石。土台附着山麓，形如帶繞，被山水下沖，橫加侵蝕，分割成塊

，下行之力甚盛。媽水河之傾度較小，由上而下之侵蝕，比較衰弱，與他河迥異。又他河之流向，多趨東南，此則向西，曩時地殼變動，不無影響及此。其兩岸之梯形土台，與歷期之侵蝕遺跡，在懷來附近者，已歷歷可觀。因未能廣事考察，其歷史事實，尚難確斷。大概懷來溢地之沉積物，較之華北一帶之地質，似屬第四紀 (Quaternary) 建設之終了，當在官廳山峽造成之後，蓋自是而侵蝕之動作寢起矣。

官廳山峽

官廳山峽，高約六十公尺，其橫斷面顯然表示梯台形狀。其侵蝕之史，最少已演三次。在五六十公尺以上，山峽頗寬，形似仰釜。再起強烈之侵蝕，向下刨掘，至今日所見之右岸，而流勢暫衰，微露旁侵之迹。地勢傾南，再接再厲，造成今日之右岸。河床充滿礫石卵石，其深度不得而知。山峽之岩石為砂灰岩，分布頗廣，岩質甚密，含石英薄層及杏仁體 (Amygloids)，其色灰藍。其成因為碳酸鈣與石英同時沉澱，頗能抵抗風化。風化部分，碳酸化物既已溶解，遺留石英質之白皮，反足保護深入之侵蝕。岩層全部，罅隙甚多，為石灰岩之特徵。

在施家寨之南，河左露極厚之黑泥，層層向北傾斜，適與今日之河流相背而馳。解釋之說，或因另有河道，此處為河側之湖沼。或因山嶺湧起，隔斷水流。又天氣乾燥，蒸散甚盛，故有此沉澱。及官廳山峽告成，湖水盡洩，

河道復出也。

洋河溢地

(二)洋河溢地，北盡陽高興河，南抵下花園，三分之二屬山嶺崗阜。下花園附近，夾洋河南岸之峰漸促，至上花園之蛇腰灣，復成山峽。迤北平地開闊，與懷來溢地相若。至張家口，爲蒙古高原之麓，東西綿延，峙障於北。溢地每闊六七十公里，居其中者，卽洋河及其支流與各地之村鎮也。

洋河溢地之冲積層，不外粗沙礫石，及次生黃土，互間成層。覆於上者，有原生黃土層，直隄峭壁，一望而知。其粒甚細，污物作黃色，且含有機物及石灰質，微具粘性。又洋河岸灘甚闊，河沙經風揚播，依沙粒之大小而成沙丘，不生草木，流徙無定，每掩蓋農田，壅塞溝洫，爲害非淺也。

下花園右岸沙岩居於巔層，厚約五十公尺，下爲綠色頁岩。鷄鳴山附近亦見此種岩層，直覆於砂灰岩及片麻岩之上。此種岩層，類皆向南傾斜，間有斷層之存在，地層之關係，較爲複雜。上花園老龍背迤北，繼砂灰層者，有粗面岩(Trachyte)，流紋岩(Rhyolite)，及凝灰礫岩(Tuff Conglomerate)種種火山岩石。歷期地層，殊欠連續，故層次上下，異地不同。張家口一帶，岩層比較完備，易於考察。西至陽高，純爲片麻岩，先代之地質史，因侵蝕而盡去矣。茲將本流域內各種岩石之特點分列如下：(一)，本

區之片麻岩，色深綠，質細密，條理顯然，稱爲桑乾片麻岩，含角閃石及柘榴石，其特徵也。片麻之上，嘗於宣化之北見有白色石英岩，具紅色條紋，殆因赤鐵礦物之摻入也。(二)，頁岩，如下花園一帶所見者，色綠，片碎，質細。每因富含炭質，其色黝黑。其層位固居侏羅紀(Jurassic)之石炭層以下也。(三)，凝灰礫岩，爲火山噴發之細灰與地面之礫塊沙土摻合沉積而成，往往極厚，宣化辛莊子一帶頗爲發育，與西山之髻髻山相似。(四)，粗面岩，見於張家口饅頭山附近，色淺灰，上花園站之左，亦見此種岩石之分佈。其岩石與花崗岩相似，惟缺少石英而富於鹼性，比較易腐耳。(五)，安山岩(Andesite)，見宣化孤子溝一帶，淺紅細密，層面向西南傾斜，覆於鬆散之礫岩上。

桑乾河溢地

(三)，桑乾河溢地，西起朔縣，南依恒山，北入豐鎮，東盡涿鹿與洋河銜接。西部地面平闊，多鹽鹼土，至大同，河谷仍保持三十餘公里之寬度。吉家莊南六公里，惟見峰嶺聳峙，究非溢地之帶。渾源蔚縣，尙有溢谷，與桑乾連接，卽渾河與壺流河之流域也。自徐疇以下，桑乾河谷漸狹。東西册田之間，低峽天成，凡數十華里。及宣化之石匣里，阻於山嶺。紆回而南，走入山峽，形勢險峻，不亞官廳。峽寬六十公尺，長五十公里許，而出涿鹿，會洋河於朱官屯左近。

豐鎮大同之間，玉河兩岸皆平頂矮山，高自二十公尺

至五十公尺，夾河而陣，至於大同。似此地形，非由於土台之發達，實由玄武岩流之特徵。入得勝口，岩石滅跡。代之者，爲深不可測之沖積層。

豐鎮以北，玄武岩直覆於片麻之上，關係甚簡。吉家莊南之襄城口，片麻岩復露，繼之者爲砂灰或石英岩，含炭頁岩，煤層，綠色頁岩。起雙柳丸村，地勢向南傾斜，漫漫坡岸，純屬黃土。至唐家莊，峭壁突起，爲石灰岩，下露紅色頁岩，是恒山正峰，亦桑乾溢地之南界也。

石匣里附近，桑乾河溢地之沉澱物，全部顯露。自下向上之地層：爲紅色泥層，紅色砂礫層，白灰泥層，（互間沙礫層，時呈灰白色），黃土等。此種沉澱物，在廣靈蔚縣一帶，爲最發育。有秋林村，居大同之東南與廣靈交界處，紅色之火山流岩，遍體氣孔，俗稱浮石，組成高嶺。其生成與時代，尙難猜斷。惟桑乾河畔之黑色玄武岩，平鋪地上，二者迥不相同也。

桑乾溢地之沉澱物，如白灰泥岩及應縣山陰之黃土，皆足爲湖沼物之証。大同豐鎮之間，吉家莊南之襄城口，渾源之唐峪口，以及陽原之七馬坊，處處皆有斷層之存在。凡地質之傾向，高矮之差，斷層動作之分佈，皆可得其概略。大同府爲地塹(Fault Graben)，位置最低。自襄城口而南，經行山徑，雙柳丸村居其南端，由是黃土極厚，直抵渾源，凡二十公里。唐家莊左右之峭壁，磨擦之痕宛然

，壁底堆積角石岩，以及地面形狀，皆指示有極大之斷層存在。石壁之上部，爲石灰岩，底部爲紅色頁岩，極似山東饅頭頁岩。然則二者之時代，當在奧陶與寒武矣。岩層大致向南，據云入山約十七公里，產煤甚富，知尙有較新時代之地層，附着於石灰岩之上也。陽原以東，地勢漸高。至七馬坊，坡面頓斜，轉折之處，甚爲明顯。山石之壁，亦有擦痕，似斷層動作，西仰東俯。而南近河處高下彌差，則有南傾之勢。據東城士著謂該城北之山，每年增高，乃活山云。又平綏鐵路，曾擬取道陽原，因高度變遷，改走陽高，則固鑿鑿可信矣。此處地殼既如斯其不穩，觀於所得又有北起南陷之傾向，是桑乾河底高度與橫斷面，亦在繼續變遷中矣。

自大同至渾源，越雙樹丸，卽見黃土，積厚面廣。屆恒山之麓，突然中斷，似斷層之動作，在黃土期之後也。溢地內之火山動作，顯然分酸鹼二期。紅色流紋岩及斑岩矗立於南，玄武岩則覆於灰泥之上。是先酸後鹼，又與華北一帶之火山歷史相符也。泥河之沉澱物，已知爲上新洪積二期砂礫層，環繞如帶。中部白灰泥岩甚發達，舊時湖沼，宛然在目，是桑乾河另有他道也。石匣里山峽告成，而湖沼之命運始畢，故造峽動作，爲最新之地質變動矣。

按永定河上游之地質圖可資參証者，有地質調查所出版之中國地質圖北京濟南幅，及太原榆林幅，惟均在北緯

四十度以南。張家口附近地質，另有地質調查所出版之張家口附近地質誌所附地質圖。惟治水所視為最重要者，為沙泥，而沙泥之原，則發生於黃土紅土及沖積層者為多，故本計畫所附永定河上游地質略圖(圖七)，僅示沖積層及黃土紅土之分佈位置及範圍。其他岩石，概從略焉。

第三節 三家店以下之永定河

永定河下游

永定河水自官廳入峽，橫決之力，束於山嶺，摩崖穿巖，其勢如萬馬奔騰，能於八小時行百餘公里以達三家店。坡勢驟緩，則復易慄悍下行之力，而為橫決，然猶為兩岸低山所約束也。及至盧溝橋以下，一望平疇，直抵海岸，坡勢愈緩，流速銳減。而餘怒未已，則橫決之力愈增。故在無隄防之世，永定改道，輒數百年而一遇。北迄平通以北，南至今大清河道，此三角洲內，皆曾為永定河廻旋之地。(改道歷史另詳他章)。及隄防完成以後，水始就範，然每逢洪水漫溢衝決之時，恒有改道之虞也。永定河河床坡降之展緩約如下表。(附圖九，永定河下游縱剖面圖。)

第十二表 永定河下游坡降變遷圖

地 點	官 廳	三 家 店	盧 溝 橋	金 門 關	雙 營	葛 漁 城	屈 家 店
河床高度	四四〇、七	一〇一、〇	五九、二	三七、六	一八、八	一一、〇	二、八
兩點間河床公里數	一〇八、七	一七、五	二九、〇	五六、〇	二八、〇	二七、〇	
兩點間平均坡度	三百二十分一	四百二十分一	一千三百四十分一	二千九百八十分一	三千五百九十分一	三千二百九十分一	

永定河堤防創建之年，已無可考，大致非一時所築。現在之堤，實完成於清康熙至乾隆間。計左岸自石景山起經盧溝橋至北天堂，爲石堤，約長十八公里。自北天堂以下則皆土堤，堤之方向屢改。自北天堂至求賢閣南行，略偏西，又折而東南。至里坨，又折東南至趙百戶附近，接三角淀北堤，計長八十一公里。右岸自東河沿至馬廠村附近，約長二公里。再自盧溝橋至長辛店附近，約長三公里，爲石堤。自此南行至金門閘附近折而東南，至固安縣城東北之小孫郭，折而東，微向南。至曹家務，又折而東南。至雙營附近，接三角淀南堤，約共長八十三公里。（附圖八永定河三家店至雙營地形圖）。

盧溝橋附近之石堤，爲北平之屏蔽，大部分建築於民國紀元前三百四十九年，頗爲堅固。迄今三百六十餘年，史冊所載漫溢及決口者僅四次，而三次皆在右岸。蓋以此隄保衛京師，爲主管者所重視也（附圖二十三）。堤頂寬度，至不一致，高出河床自三公尺至六公尺，（見附圖九）。兩隄間之距離，無一定之規律。盧溝橋寬二百十七·七公尺，除橋礮外，所餘水路僅一百五十餘公尺。至北天堂附近，寬至三公里有半。至金門閘，收至半公里許。復漸展寬至二公里。及抵雙營附近，又僅寬六百公尺。河身寬狹既各不同，河底坡勢又各互異。故全河各段洩量亦非一律。茲列表於下：

永定河洩量

第十三表 永定河下游寬度及洩量表

地 點		沿河槽距離	平均河寬	平均河底坡度	最大洩量
由	至	公 里	公 里		秒立方公尺
盧溝橋	閩仙堡	一五	二、二	一三六〇分一	四〇〇〇
閩仙堡	金門關	一五	一、五	一六七〇分一	三五〇〇
金門關	南四工	一九	〇、八	二四〇〇分一	二五〇〇
南四工	許辛莊	一八	一、四	二七七〇分一	三〇〇〇
許辛莊	雙 營	一七	〇、八	四二五〇分一	二〇〇〇

因洩量之不同，故河堤防禦之程度亦靡定。爲求安全計，遂沿堤築閘，以洩各段過量之洪水。自盧溝橋起，計在右岸者有盧溝橋減水壩，長五十丈。南上汛灰壩，長五十六丈。金門石閘，長五十六丈。北村灰壩，長無考。又草壩七處，長自十二丈至三十丈不等。在左岸者，有求賢村灰壩，長二十丈。又草壩六處，長十二丈至二十丈不等。共十八處，（詳見第二章第七節）。惟嗣後又陸續堵閉，四十年前已僅餘盧溝橋減壩，金門閘，及南上求賢兩壩。今則惟盧溝橋一壩，金門一閘，尙能洩水入小清河，以達大清河。餘皆失其效用矣。

永定河河床之寬度，坡度，及流量，既無一定之規則，而其隄防，尤高下無常。每當洪水盛漲之時，上游之水，洶湧而來。至金門閘附近，容量減少，水位增高，於隄頂較低之處，漫溢隄面。土爲水侵，隨流冲刷，防護一不

得力，坍塌隨生。愈刷愈寬，遂釀鉅患。如是者謂之漫決。十八年金門閘附近之決口，屬於此類。至河床寬窄無度，大溜不由中泓，忽左忽右，遷徙無定。溜勢所趨，其力甚大，隄防適當頂衝者，根基同被侵蝕，隄身有若懸崖。一旦爲水浸潤，數十丈之隄，可以不崇朝而坍塌殆盡。大溜奪口門而出，下游故道，遂無涓滴之水。亦有彎道過急，溜勢湍迅，雖在洪水以前，未呈險象。一遇盛漲，即未達最高流量，亦可冲刷成災。如是者謂之衝決。十三年高陵附近之決口，即其例也。

普通河流，河床低於兩旁之地，故雖有泛濫之災，一旦水位消落，潦水亦隨之而退。即或挾有泥沙，亦多沉澱於田野。若永定河河床，既爲兩堤所束，又復寬窄陡緩，無一定之準則。挾沙之水，不能盡量排沙入海，則積於河底。洪水之時，雖能逐漸輸至下游，水勢稍退，又復淤漲。河床高仰，日積月累。至於今日，河槽已高出隄外地面自三公尺至五六公尺。堤外居民，如以土壁擋水而處其下，隄防一有潰決，巨流下瀉，勢如建瓴。即欲臨時捍禦，而不可能，（見圖十永定河橫斷面圖）。不特此也，堤外之地，既低於河槽，則凡遇雨水過量時，即無從宣洩。上游較高之地，或可隨地勢以流至下游，而下游出口又爲隄防所阻，惟有停蓄泛濫，以待日光之蒸晒。故有終年沉淪水底者。且因水不入海，凡水土所含礦質，皆無從洗滌而宣

洩之。故有時得遇早年，土地乾涸，但見茫茫田野，皓皓如雪，寸草不生，遑論種植。又如雨水稀少，農田乏水，而永定限於隄防，雖有流水，不資灌溉。卽有槽底下潤之水，既經滲濾，滋肥盡去，但餘鹽鹼，傷禾害稼。此今日之永定，所以有百害而無一利也。

第四節 三角淀及其下游

三角淀

永定河自雙營以下，形勢又變。隄防突然開展，最寬處達十八公里，直至天津之西北，與北運河堤相接。隄內土地，東西長約三十七公里，南北寬約十六公里，面積約六百方公里。若連南外堤在內，則南北最寬處達二十四公里，平均寬二十一公里，面積七百五十方公里。統名之曰三角淀。其規模具於民國紀元前一百七十四年（清乾隆三年），蓋爲洪水回旋盪漾之地，以「散水勻沙」而達於海。

永定河在三角淀內，其低水河槽容量甚小。凡遇洪水自雙營入淀，卽漫岸溢流，沙泥沉殿，遂成下列各點之特殊情形：

- 一、永定河當盛漲時，流速既大，含沙又多。一經漫溢，流速驟減，淤泥下沉，日積月累，遂使全淀地面，高出堤外地面三公尺至六公尺。
- 二、洪水入淀，其最先泛溢之處，積沙必多，愈下則愈少。故淀之西部，積土較厚，而東部絕少。上游水

位更增，而積沙亦彌甚，造成西高東低，特殊之坡勢。

三、百餘年來，河槽在調河頭以東，忽南忽北，時有變遷。惟調河頭常在中部，故以全淀論，西部積土較多。若僅舉西部，則又以西部之中部爲多。淤積之土，成圓椎體形，向北東南三面坡降。

四、永定河之沙泥，顆粒大小，至不平均，最粗者其平均直徑約十分之一公厘，最細者尙不及千分之一公厘。當洪水漫岸時，粗者先沉於地面，細者尙可隨流致遠。故全淀土質，西部較東部爲粗，近槽處又較遠槽處爲粗。

五、永定河水勢消漲之差甚鉅。且上游隄防，時有潰決，則下游通塞，更屬靡常。以此之故，河槽時南時北，遷徙無定。平均計之，約二十餘年而改道一次，（參觀第十九圖）。

現在三角淀內河槽之位置，成於十三年洪水之後。當洪水之前，河槽經調河頭響口至皇后店附近，沿三角淀北堤及北運河西堤，至達子辛莊，匯入北運。是年洪水，堤決於高陵附近，河流忽斷，速力驟減，淤沙滿槽。十四年春間，決口堵築成功，河流挽歸舊道，仍由雙營入淀。惟調河頭以下，舊槽已塞，新槽未成，水無定軌，泛濫爲患。葛漁城一帶農作物，頗受損失。至十五年秋季，始成今

槽。調河頭以西，仍爲舊道。調河頭以東，在大鄭莊附近，折而東南流，經孫家場，葛漁城，六道口，泥沽港，漁壩口，及雙口鎮，至屈家店入北運河。

三角淀內河槽容量，尙未有精確之觀測。但就推算所得，平時至多不過每秒五百立方公尺。一經洪水，河槽刷深，容量增大，可至每秒七八百立方公尺。十八年七月間，洪水在金門關上游未決口之前，雙營最大流量約每秒九百餘立方公尺，當時三角淀內洪流，并未出槽，其明証也。故如限制入淀之水，爲每秒八九百立方公尺，則河槽可以維持，而淀內亦不復有淤高之弊矣。

三角淀既爲洪水盪漾之地，水災自不能免。加以河槽時有變遷，耕地常虞損失，似應爲荒涼寂寞之區，蘆葦所滋，鷗鳧所宅而已。然一查淀內，除極東一小部分外，村莊羅列。較之河北其他地區，未容多讓。計六百方公里內，五十戶以下者九十二村，五十戶以上至一百戶者，四十三村，一百戶以上至二百戶者，三十八村，二百戶至五百戶者二十村，五百戶至一千戶者三村，一千戶以上者四村。總計二百另各村，居民約十萬人，合每方公里一百七十人。較之河北全省，每方公里二百十七人，雖較稀少。而較之天津東南北各區，實遠勝焉。

按天津迤北，北運河以東，在昔北運潰決之時，時有水患。然秋潦既退，春麥豐收，未以爲甚苦也。乃北寧路

基，沿河而築，修護之勤，倍於河堤。三十年來，路基以東，未遭北運之水患。然鹽鹼上昇，漸成不毛，地價低落，戶口稀少。及整理海河之議既生，此區內之地主，乃以要求放洪爲請。故知三角淀內之居民，所以安土而不遷者，淤泥之利，猶足以償泛濫之損失也。且遇最大洪水之年，其上游必決，則下游損失較輕。地勢漸積而高，潦水之退亦易。可知專事堤防以遏水者，非根本之計矣。

三角淀初建置時，其地形如何，已無從詳知。然大致較現在淀外之地爲低下也。今則高於兩堤外者，自三公尺至六公尺不等。每年淤積之量，殊可驚異。前順直水利委員會曾於十年春季及十六年秋季，各測三角淀詳細地形一次。由兩次測量之結果，互相比較，則知七年之間，共淤土一百七十兆立方公尺。平均計之，每年約淤土二十五兆立方公尺，（詳見第十二節）。倘以此七年間之情形，代表將來平均之淤積，則全淀地面，每二十四五年可加高一公尺。惟淤土之多寡，各部不同，由第三十八表觀之，大部分淤於同高綫十三公尺與十六公尺之間，約居全部淤泥體積百分之四十三。同高綫八公尺以東，僅百分之六七而已。西部之淤高，既較東部爲速，將來高度之差愈大。且蘇家窰與葛漁城間河槽之陡坡（參觀第九圖），漸向東移，數十年後，洪流東注，勢如建瓴，北運西堤，岌岌可危。或因之發生奪道情形，如昔日之鳳河也，（按鳳河舊在三角

淀口入永定現運入北運)。

北運河及海河

永定河既會北運河於屈家店，稱北運河。復東南流，經北倉，西沽，會西河。又東南會南運河，又南經天津縣城東仍東南流。經塘沽，至大沽口，入於渤海，是為海河，亦稱沽河，蓋河北五大河之總尾閘。自三叉河口起，計長七十公里。天津附近一帶，平均寬度不及一百公尺。下游漸寬，至大沽口亦不及三百公尺。其最大洩量，一九二五年為每秒一千六百十四立方公尺，較之各河總量，相去懸殊。雖有新開河以消納一部分過量之洪水，仍屬無補於事。故河北各河之受病，海河洩量過小，亦其一因也。屈家店以下之平面及縱剖面圖，見圖十六，及圖十七。

海河既為永定尾閘，故亦受永定淤沙之影響。如一九二八年夏汛期內，於六星期間，淤積泥沙約有八百萬立方碼，雖以新河挖泥船之強大，不能於此期間挖掘其七十分之一，淤塞之烈，不言而喻。然此種淤積之泥沙，僅居包含水中者之小部分。尤甚者，在一九二八年汛期中，海河水內之泥沙，竟超過一千八百萬立方碼也。（見海河工程局一九二八年報告書二十五頁）。因此之故，海河之航道，於一九二七年至一九二八年間，竟有淤高六英尺餘者，（自四段上河口至嚴莊）。而最淺之處，僅深十英尺，（五段上河口至四段上河口）。然次年，即十八年秋潦，永定隄決，泛濫之水，因沉澱而澄清，輸入海河，冲刷之力

甚強。至十八年歲暮，最淺之處，在泥窩與葛沽之間，爲十四英尺。加以潮流之冲刷，及新河挖泥船之浚深，泥窩前之水深，復增至十五尺六寸焉。（見海河工程局一九二九年報告書）。

於此可知海河之通塞，與永定河關係之重大，而爲海河計者，尤利於永定河上游之決口。不特可以減少淤沙之來源，且可藉清水以冲刷河床，使之更深。然永定決口，自爲極不幸之事，而海河之深淺，又與天津及華北全區之商務，有密切之關係。自非通籌并顧，爲根本治理之謀不可也。

第二章 永定河之水災與其治導之沿革

第五節 永定河下游之變遷

永定河故道

永定河最初名曰灤水，亦名治水，嗣後曰盧溝水，曰渾河，曰無定河，至清始名永定。水經所謂「灤水出雁門陰館縣，東北過代郡柔乾縣南，又東南出山，過廣陽薊縣北，又東至漁陽雍奴縣西入筍溝」者是也。又水經註，「灤水自南出山謂之清泉河，……又東南逕良鄉縣之北界」。又曰，「灤水又東逕廣陽縣故城北，……又東北逕薊縣故城南。魏土地記曰，薊縣城南七里有清泉河，而不逕其北，經蓋誤証矣」。按古薊縣遺址，在北平附近，雍奴在今武清縣地。故知舊日之永定，蓋逕北平之南，而東流入筍溝。筍溝即灤水，今稱北運河也。

水經註又稱，「灤水東入漁陽，所在枝分。故俗諺曰，高粱無上源，清泉無下尾。蓋以高粱微涓淺薄，裁足津通，憑藉涓流，方成川剎。清泉玉潞，所在枝分，更爲微津，散漫難尋故也」。可知舊日永定入北運之處，多爲低窪平衍之地，故其水散漫歧分，冲刷之力甚微。蓋無堤防之遏迫，雖有泛溢，未爲大害。且有自上游導引以資灌溉者，如魏之劉靖裴延儻等，均引盧溝水廣開稻田，史冊所載，歷歷可考，非如今日之有害而無利也。

高粱水是否全爲人工渠或天然河道，殆無可考。水經

註，「灤水又東南逕良鄉縣之北界，歷梁山南，高粱水出焉」。又曰，「水出薊地西北，平地泉流，東注逕燕王陵北，又東逕薊城北，又東南流。魏土地記曰，薊東十里有高粱之水者也。其水又東南入灤水」。似高粱水原爲一小支流入灤水者，其後屢經開闢，改入於潞，以爲灌溉之渠。其間雖興廢不常，大致仍爲永定洩水之路。至金世宗時，分盧溝爲漕渠，始自京城北入灤，而東至通州之北入潞水。及渠成，以地勢高峻，水性渾濁，峻則奔流漩洄，齧岸善崩，濁則泥淖淤塞，積滓成淺，不能勝舟（見金史河渠志），卒以無功。嗣後復又塞金口牒於上游，高粱水不復通永定。元至正三年，復開是渠，亦無成就。自此以後，隄防之制愈備，而灌溉漕運之利，無復議及者。以今日之地勢觀之，北平西北一帶，地勢高而坡峻，蓋歷代灌溉淤積之後，其地形變遷所致。加以古昔開渠，於學理無所依據，流量坡度，都無定制。故初時得以成功，而最後二次，終歸失敗，非必灌溉之不可行也。

永定河自盧溝橋南行之道，自何時始，已無可考，大約在元時已通此道。元史河渠志，「盧溝河其源出於代地，名曰小黃河，以流濁故也。自奉聖州流入宛平縣境，至都城西四十里東麻峪，分爲二派」。明史河渠志，「桑乾河，盧溝上源也，穿西山入宛平縣界，東南至看丹口，分爲二。其一東流由通州高麗莊入白河。其一南流霸州，合易

水，南至天津丁字沽入漕河」。又曰，「盧溝河亦曰渾河，初過懷來，束兩山間，不得肆。至都城西四十里石景山之東，地平土疏，衝激震盪，遷徙靡常，……氾濫傷稼，畿封病之，隄防急焉。洪武十六年，浚桑乾河，自固安至高家莊八十里，霸州西支河二十里，南支河三十五里」。南道既通，北道遂廢。永樂以後，河更南徙。明史河渠志，「成化七年，霸州知州蔣愷言城北草橋界河，上接渾河，下至小直沽，直注於海。永樂間渾河改道，西南經固安，新城，雄縣，抵州，屢次爲害。近決孫家口東流入河，又東抵三角淀小直沽，乃其故道，請因其自然之勢，修築堤岸」。蓋是時之永定河，殆奪今大清河之道，故胡良，拒馬，琉璃等河，皆入渾河(明史世宗本紀)。東安縣(今安次縣)志，「萬歷四十年，渾河徙逼縣城，四十五年六月，暴雨，渾河溢西城下」。蓋此時永定下游，又徙而北矣。水道提綱云，「桑乾舊名渾河，自宛平良鄉而東，填淤冲决，自元明以來，遷徙不一。固安，永清，霸州，或南，或北，時苦泛溢。康熙三十七年，始由良鄉之張家莊至東安之狼城河，重開一道。使昔之泛決固安以西，與清水河合而南至新河霸州，今遷流於東，由固安永清之北，引流直出柳岔口三角淀，以達西沽。築長堤，南北兩岸二百餘里，遏其南趨，使不與清水諸河會，賜名曰永定河」。

。此則永定河之今道也。

永定遷徙之患，據水道提綱，謂自元明以來，則元以前，無大變遷矣。非必舊日之永定，其洪水流量，含沙量，等等，有異於元明以後也。舊時永定，灌溉稻田，水有所分，淤有所積，故其下游力弱水清，而不爲害。及金世宗時，懼奸人爲害京都，塞孟家山之金口橋，廢稻田爲陸地（見金史河渠志），則洪水高漲，而隄防競興。攷之史乘，金以前言永定水災者，載泛濫而不言冲決，則知尙無隄防之制。及金以後，水災漸多。蓋沙積於堤，河床高仰。水爲堤逼，流勢峻迅，冲齧根脚。一旦潰決，高下懸殊。水性就下，不可復遏。倉皇補苴，復沿前失。循環南北，而雄霸以北，無寧歲矣。

永定河今道

自康熙三十七年，起盧溝橋築堤至郭家務，肇錫嘉名，稱曰永定。此段河流，雖屢有南奔之勢，以歷次堵塞，尙未大變。然其下游變遷，曾未少減。據永定河志：（一），康熙三十七年，永定由郭家務東南流，至永清縣之朱家莊會安瀾城河，原名狼城河，繞王慶坨南，由淀達津歸海。（二），及三十九年，固安狼城河口受淤，遂于郭家務接築南岸堤工，於盧家莊接築北岸堤工，至霸州柳岔口止。改河由柳岔口注大城縣辛章河入東淀，達津歸海。（三），雍正四年，因辛章勝芳一帶淀地被淤，阻清水達津之路，遂於柳岔口稍北，改爲下口。南岸自冰窖村改築堤工，至武清縣王慶坨止。北岸自何麻子營接築堤工，至武清縣范

瓊口止。挑河入三角淀，達津歸海。(四)，乾隆十六年，三角淀一帶淤成高仰之勢，南岸七工冰窖草壩，凌汛奪溜。遂由冰窖改河，從舊有之東老堤開通，歸入葉淀。(五)，乾隆二十年因冰窖河口以北，淤成南高北低，改於北岸六工洪字二十號賀堯營地面，開堤放水，改爲下口。河流東往，地勢寬廣，任其蕩漾，散水勻沙，入沙家淀，達津歸海。是爲今三角淀完成之始。淀內河道仍時時變遷，不復贅叙。其歷代變遷之趨勢，康乾間改道之跡，與三角淀中泓遷徙之故道，均另以圖表明之。(圖十八，圖十九，圖二十二)。其歷次決口地點，見圖二十一。

第六節 永定河之水災

永定河水災史 永定河之水災，自金元以前，記載頗略。自金以後則較詳盡，尤以清代爲最完備，蓋國都所在，不容忽視也。但以吾國素無流量等測量，其被災狀況，亦無統計。且今昔情形不同，此種資料，僅足知永定河水災之類數而已。茲就永定河志，永定河續志，及其他公私記載，所記水災，及治導修護之績，編列爲永定河防年表：首紀元前後年數，次當時紀元，再次水災狀況，而終以防治概要。上起曹魏，訖於今茲，凡一千六百八十一年，關於永定河歷史之陳蹟，粲然俱備。不知竭若干人之才力心智，而永定河之爲患如故，蓋徒爲下游防治之謀，決非根本之計，閱此

者可以憬然悟矣。(附表十六)。

十三年水災

永定河最近之水災，爲民國六年，十三年，及十八年。民國六年之水災，各河盛漲，至天津街市，亦被洪水所淹。十三年永定河右岸決口四處，(一)高陵決口寬八百公尺，(二)保河莊決口寬三百公尺，(三)小馬廠決口寬八百公尺，(四)夏家場決口寬八百公尺，共計寬二千七百公尺。永定河水即由決口處奔小清河，大清河，西河，而至天津，下游幾不復有滴水。大清河本身已發生洪水，益以永定河之洪水，遂致漫溢四野，田畝被災者，閱時數月。據前順直水利委員會調查，災區之廣，凡六千五百平方公里。從推算所得以七年爲週期，其中逐年被災之區域，當如下列之數：

一年中之被災區域每年六千五百平方公里	共計六千五百平方公里
二年中之被災區域每年二千平方公里	共計四千平方公里
三年中之被災區域每年四百平方公里	共計一千二百平方公里
一年中之被災區域 無	共計無災區

七年總計被災區域一萬一千七百平方公里

平均計算，每年被災區域計一千六百七十平方公里，即二百七十二萬二千畝。

然此係連大清河之洪水在內，若僅就永定河計其受區域，則約爲七百四十六公里。

十八年水災 民國十八年永定河在金門關上游決口，寬九百餘公尺，大清河流域，因此受災者計四百二十方公里。茲將推算所得分別列表如下：

第十四表 十三年永定河決口淹沒面積表

河 流	汛期內共出水量 (以兆立方公尺計)	淹沒區域	淹沒面積 (以方公里計)	汛期內由永定 決口洩出水量 (以兆立方公尺計)	永定河水量與 全部水量之比 (以百分計)	因永定河決口 大清流域之加 大淹沒面積 (以方公里計)
白溝河上游各 支流及永定決 口	五八六〇	沿小清河及白 溝河一帶	八〇〇	一三〇〇	二二	一七六
大清河全部支 流及永定決口	一〇二〇〇	東西淀文安舊 及南運子牙間 窪地	四四三〇	一三〇〇	一三	五七〇

第十五表 十八年永定河決口淹沒面積表

河 流	汛期內共出水量 (以兆立方公尺計)	淹沒區域	淹沒面積 (以方公里計)	汛期內由永定 決口洩出水量 (以兆立方公尺計)	永定河水量與 全部水量之比 (以百分計)	因永定河決口 大清流域之加 大淹沒面積 (以方公里計)
白溝河上游各 支流及永定決 口	三五四〇	沿小清河及白 溝河一帶	五〇〇	一〇〇〇	二八	一四〇
大清河全部支 流及永定決口	五二四〇	東淀及西淀	一四九〇	一〇〇〇	一九	二八〇

至三角淀內六百平方公里，在平常洪水年份，亦不免受災。而北運永定兩河交錯之處，水不得洩，且時有倒灌之患，尋常範圍，約廣四百方公里，如再遇河決則更擴大。惟其受災之原，不全由永定，又無從分晰，故多歸咎於北運。至於歷屆為堵築決口之所費，亦屬不貲，僅最近二次，十四年為六十餘萬元，十九年堵口第一期工程費六十餘萬元，第二期約三十九萬元，則每年平均蓋三十餘萬元矣。

第十六表 永定河河防年表

紀元前	歷代紀元	水災情形	防治概要
一六六二	魏廢帝 嘉平二年		劉靖立埽於水塢高粱河造 反陵埽開車箱渠
一三四六	北齊 後主天統元年		斛律羨爲幽州刺史導高粱 水北合易京東會於潞因以 灌田邊儲歲積
?	隋文帝 開皇?		裴行方引盧溝水廣開稻田 數千頃百姓豐給
九一九	遼聖宗 統和十一年六月	大雨七月桑乾河溢居庸關 西害禾稼殆盡奉聖南京廬 舍多墊溺者	
七四一	金世宗 大定十一年		決盧溝水以通京師漕運因 高峻積淺不能勝舟
七三五	十七年七月	大雨滂沱盧溝水溢河決白 溝	
七二七	二十五年五月	盧溝水決於上陽邨	
七二五	二十七年三月		塞孟家山金口歸自此永定 河不復北流
七二〇	章宗 明昌三年六月	盧溝堤決	命胥持國及路鐸同檢視其 堤道
六四六	元世祖 至元三年		鑿金口導盧溝水以清西山 木石
六二九	二十年十月	涿州拒馬河溢	
六二四	二十五年四月	渾河決	
六二三	二十六年八月	霸州大水	
六一〇	成宗 大德六年五月	東安州渾河溢壞民田一千 八百餘頃	四月修盧溝上流石徑山河 堤乙亥修永清縣南河
六〇三	武宗 至大二年十月	渾河水決左都威衛營西大 堤氾濫南流沒左右二壩及 後衛屯田	下左右及後衛大都路委官 督工修治五月工畢
六〇〇	仁宗 阜慶元年二月	渾河水溢決黃蠟堤一十七 所又左衛決堤二處	發卒五百治之
	六月	大雨水漲踰丈決堤口二百 餘步	
五九八	延祐元年六月	涿州范陽房山二縣渾河溢 壞民田四百九十餘頃	
	七月	渾河決武清縣劉家莊堤口	差軍七百興築并同東安州 民夫協力修治
五九七	二年正月	霖雨壞渾河堤壓沒民田	發卒補之

五九六	三年三月		樞府奏撥軍三千修治石徑山金口下至武清縣堤
五九二	七年	渾河溢	五月修治廣賦屯北渾河隄
五九一	英宗 至治元年六月	霸州大水渾河溢被災者三萬餘戶	
	七月	大雨渾河堤決	
五九〇	二年		修渾河堤
五八九	三年五月	東安州水壞民田一千五百餘頃	
五八八	泰定帝 泰定元年五月	滹州固安州水	
五八七	二年四月	涿州房山范陽水	
五八六	三年六月	大雨山水暴漲氾沒大興縣諸鄉	明年四月差三千人修治
	七月	東安檀順鄆四州雨渾河決	
五八五	四年三月	渾河決	發軍民萬人塞之
五七五	順帝 至元三年六月	大雨自辛巳至癸巳不止渾河水溢	
五七〇	至正二年正月		自通州南高麗莊直至西山石峽鐵板開水古金口創開新河擬接引海運四月工畢起開於金口流湍無功
五二九	明太祖 洪武十六年		潘桑乾河自固安至高家莊八十里霸州西支河二十里南支河三十五里
五〇八	成祖 永樂二年十月		修順天府固安縣渾河決岸
五〇三	七年六月	決固安賀家口	工部遣官修築
五〇〇	十年	壞盧溝橋及隄岸沒田廬溺人畜	
四九五	十五年閏五月		修固安縣孫家口堤岸
四八七	仁宗 洪熙元年七月	盧溝橋東狼窩口決一百餘丈	命行後軍都督府行部發軍民修築
四八四	宣宗 宣德三年六月	渾河水溢決盧溝橋河堤百餘丈	發卒治之
四八三	四年二月		修盧溝橋凌水所決河口四月命侍郎羅汝敬往督
四八一	六年六月	久雨渾河漲溢冲決徐家等口	命工部撥工修理之

四八〇	七年三月	因安縣馬莊等處堤決	命順天府發民修築
四七八	九年	渾河決東狼窩口至小屯廠	命都督鄒銘往築
四七六	英宗 正統元年		復命侍郎李庸修築井及盧溝橋小屯廠潰岸明年工竣
四七四	三年	白溝渾河二水俱溢決保定縣安州堤五十餘處	命李庸治之築龍王廟南石堤
四七三	四年六月	小屯廠西堤決	詔發附近丁夫修築
	八月	白溝渾河二水溢決保定安州堤	
四七〇	七年十一月		築渾河口
四六九	八年六月	渾河水溢決固安縣賈家口張家口等堤	詔臨近州縣協力修築
四六八	九年三月		修盧溝橋
四六六	十一年六月	渾河氾溢賈家口張家口堤決	命有司築之
四四一	憲宗 成化七年二月		命高通鮑政等督官軍五千築盧溝橋堤岸
		河決孫家口	肅州知州蔣愷請修築堤岸詔順天府官相度行之
四三六	十二年二月		因保定等縣河岸沖決甚多留借通惠河人工修築
四二九	十九年		命侍郎杜謙管理盧溝河堤岸
四二三	孝宗 弘治二年	決楊木廠堤	命新寧伯譚祐等督官軍二萬人築之
四〇七	十八年六月	盧溝橋決堤六百餘丈	
四〇六	武宗 正德元年二月		命工部修盧溝橋堤岸並發卒築狼窩決口下支流渠盡淤
三八一	世宗 嘉靖十年		從郎中陸時雍言發卒浚導
三八〇	十一年五月	渾河沙壅阻塞胡良也馬二河下流	太僕寺卿何棟請疏浚工部復奏得旨允行
三五七	三十四年		修柳林至草橋大河
三五〇	四十一年八月	盧溝橋西南堤壞	命尙書雷禮修盧溝河岸明年訖工東西岸石堤凡九百六十丈
三三二	神宗 萬曆八年	春旱無麥夏秋渾河溢	

三二九	十一年	渾河決堤水失故道	
三〇〇	四十年	渾河徙運東安縣城	
二九五	四十五年六月	暴雨渾河溢東安縣西城下	
二八六	嘉宗 天啟六年	渾河溢入東安縣城架梁而居	
二六一	清世祖 順治八年	河自永清縣界徙固安運西與白溝河合流	
二五八	十一年	河決於固安巨羅伐又決於新城九花台南里	
二五一	十八年	河決雄縣大陰村王村口龍華村留通村李郎村各堤旋經塔合	
二四四	聖祖 康熙七年七月	河決盧溝橋及堤岸	命工部侍郎羅多等修築并禁止堤岸莊田私開溝河
二三一	二十年	河決霸州田家口民堤	
二三〇	二十一年		命薩穆哈熊一瀟察看石景山至盧溝橋堤岸確估修治
二二四	二十七年	渾河奪琉璃河故道由涿州至霸州	
二一四	三十七年三月	以渾河浸決水患頻仍親臨閱視	命巡按于成龍大築堤壘疏浚兼施南岸自良鄉之老君堂村至永清縣之郭家務北岸自張廟壩至盧家莊止計築堤者百八十里挑河長百四十里始名永定河至永清縣朱家莊會安瀾城河由淀達津歸海築堤用銀三萬兩
二一三	三十八年十月		命自郭家務以下開新河并築南北兩岸遙堤沙堤用銀四萬六千六百餘兩
二一二	三十九年四月		因安瀾城河口受淤遂於郭家務接築南岸堤工又於盧家莊接築北岸堤工至霸州柳岔口止（即今之東西兩堤）改河由柳岔口注大城縣辛章河入東淀達津歸海用銀六千餘兩
二一〇	四十一年五月	浸永清縣三聖口南岸堤	
二〇三	四十八年	決永清縣王虎莊前堤	

二〇二	四十九年		加培衙門口村真武廟二段石堤紀家莊至鹽村土堤并建真武廟排水壩七座用銀一萬三千四百兩
一九六	五十五年		加修兩岸沙堤大堤用銀二萬五千九兩餘
一九五	五十六年六月	決永清縣賀堯營北岸堤	加培郭家務以上沙堤大堤用銀二萬五千另九兩
一九三	五十八年	決永清縣賀堯營北岸堤	
一九二	五十九年		修盧溝橋石堤排水壩用銀一萬九千七百八十四兩餘
一九一	六十年		修理土石堤用銀四萬七千四百六十兩
一八九	世宗 雍正元年		修理堤兩用銀七萬四千一百七十六兩
一八八	二年	決霸州堂三舖南岸堤	挑挖柳岔口以下引河用銀三千三百三十四兩
一八七	三年七月	決永清縣城廠南岸堤	
一八六	四年	辛章勝芳一帶泥地被淤阻清水達津之路	命朱斌引潭河別由一遺遂於柳岔口稍北改爲下口南岸自冰窖村改築堤工至武清縣王慶坨止北岸自何麻子營接築堤工至武清縣范堯口止（即今之舊南堤舊北堤）挑河入三角泥達津歸海并築金溝口以下石堤等共用銀十八萬五千五百四十三兩
一八三	七年	決北岸劉家莊以南堤十五丈	用銀一萬七千一百八十五兩修河神廟
一八二	八年三月	漫南岸武家莊北岸五道口東西各十餘丈	
	七月	漫南岸馮家場一十丈田家場六丈決北岸四壘口六十餘丈	隨時培築惟四壘口全溜所經至八月水減竣工
一八〇	十年		建築何麻子營至范堯口重堤等及修石堤共用六萬八千八百八十兩
一七九	十一年		培修大堤用銀五萬一千九百八十四兩
一七八	十二年七月	決南岸二工堤蟹狗十七丈北蔡東北十五丈正東十七丈南蔡正東三處共十二丈五工黃家灣八十六丈北岸堤四工梁各莊四十五丈上七工四壘口一百六十三丈	九月培築工竣共用銀九千九百六十九兩餘

		下七工五道口九十三丈八 工小刺堡八丈趙家樓重堤 十八丈田家場重堤十九丈 其責家灣一處河漕全奪水 入永清縣屬流至霸州津水 窪歸淀	
一七七	十三年六月	決南岸下七工堤朱家莊東 十一丈八工東沽港二十六 丈三尺北岸趙家樓三十丈 地屬永清東安河水分流於 朱家莊趙家樓兩口之中決 口距三角淀甚近水由六道 口小堤復歸淀	
一七六	高宗 乾隆元年正月	決南岸八工東沽港堤二十 四丈	二月塔築工竣
一七五	二年六月	陡漲漫盧橋面遇隄頂冲 刷石景山土堤一處漫溢南 岸十八處北岸二十二處張 客地居上游出水更利漫刷 四百餘丈全河大溜盡從此 出由宛平良鄉涿州固安永 清東安武清等縣瀰漫而下 歸風河	著總河順琮馳驛前往察勘 其應行搶修事宜同李衛劉 勳速行籌劃辦理 八月塔築竣事計用銀五萬 七千四百另五兩餘又設行 船四十只土槽船八十只牛 舌頭船八十只共銀一千六 百兩
一七四	三年六月	決南岸下七工朱家莊大堤 一百五十五丈六工楊家莊 大堤六丈七月頭工又決八 十八丈	是年築南坦坡埝為南埝用 銀七萬二千二百零八兩餘 建南工十四號金門兩用銀 十九萬兩 八月塔築工竣
一七三	四年		築北大堤是為北埝並建草 壩遙堤挑挖引河共用銀十 萬五千九百六十五兩餘
一七二	五年九月		南二工十號開堤放水改永 定全河入西股引河 建築石堤並接築北埝共用 銀二萬三千一百九十七兩 餘
一七一	六年二月		塔閉南二工十號河水復歸 大堤之內用銀一萬七千八 百四十九兩餘又築曹家務 張家村月堤各一道用銀一 萬六兩
一七〇	七年		南岸二工金門兩石壩海堤 落低用銀五千四百零八兩 零又建築郭家務雙營胡林 店小惠家莊等壩用銀二萬 五百十七兩餘更自三角淀 北八工尾大內灣挑挖引河 并於王慶坨范壩口接築堤

			修用銀二萬八千九百八十五兩餘
一六九	八年		乘乾河上游開築築壩和合堡及五道口分別築石壩草壩共用銀一萬九千五十四兩餘
一六八	九年		築石景山大石堤工長四百六十三丈並挑河身淤沙用銀八千九百六十六兩餘又建北五工大盧家莊滾水壩一座用銀六千九百八十九兩餘
一六七	十年		疏浚東股引河自畢家莊東南至牛坨接黃家河用銀三千九百四十四兩餘
一六六	十一年		兩岸加幫於三角淀石景山挑河築壩用銀四萬九千三百二十二兩餘
一六五	十二年		兩岸加幫並修金門兩半截河各壩加培三角淀北堤用銀二萬七千一百四十二兩餘
一六四	十三年		北岸四工崔營村建壩用銀五千八百六十六兩餘
一六二	十五年五月	南三工十五號漫溢	馬家舖冰窖建滾水草壩各一座南岸長安城雙營張光務及北岸小惠家莊修整草壩又加培兩岸大堤殘缺及月堤共用銀二萬三千一百三十七兩餘
一六一	十六年	三角淀一帶淤高南七工冰窖草壩被汛奪溜	由冰窖改河從東老堤開通並加培南北堤河由葉淀達津歸海用銀二萬五千三百五十五兩餘
一六〇	十七年		加培南堤中下二汛堤工用銀一千三百五十四兩餘
一五八	十九年六月	南堤漫溢四十餘丈	加培南堤並風河東堤用銀二千二百六十九兩又挑挖安瀾城引河堵閉北盧家莊草壩用銀八百八十三兩餘
	七月	決下口東老堤六號一百餘丈復冲破西老堤六十餘丈是年改條河頭為下口	
一五七	二十年	冰窖河以北淤成南高北低	因於北六工洪字二十號賀堯營地面開堤放水改為下口河流東注入沙家淀達津歸海用銀五千四百四十二兩餘

一五六	二十一年		建築遙岑接築鳳河東堤用銀一萬四百七十四兩餘
一五三	二十四年閏六月	南四工漫溢	
一五二	二十五年		改建南岸三工十一號北村草壩並挑引河用銀五千二百四十九兩餘
一五一	二十六年七月	北三工十三號漫溢	八月堵築工竣又疏挑托牛河挑築北坨上中汛用銀五千五百三十三兩餘
一五〇	二十七年		北岸三工改建三號求寶草壩並挑引河又於堤外圍築斜堤一道用銀四千九百六十四兩餘
一四九	二十八年		疏浚黃家河自金門兩下至津水窪共長一百四十七里用銀四百二十七兩餘
一四五	三十二年		修理張家灣河並挑浚鳳河用銀二萬一千三百零一兩餘
一四二	三十五年五月	北二工六號漫口四十七丈	命工部侍郎德成會同總督楊廷璋督築北二工決口加築大堤一道並接築軟廂用銀四千五百九十八兩餘
一四一	三十六年七月	南二工漫口七十餘丈北二工漫口一百餘丈	復命會同督塔南北兩岸漫口
一四〇	三十七年	河出下口年久地淤形勢紆曲	遂於東安縣之條河頭開挖經毛家窪直入沙家淀並築塔壩挑挖下口黃家河及南三工北三工灰壩下各引河與鳳河共用銀十三萬六千五百八十九兩餘
一二八	四十九年三月		命步軍分段挑挖盧溝橋下游沙淤
一一五	仁宗嘉慶二年七月	新築堤工場去二十餘丈	
一一一	六年六月	大雨水發盧溝橋東西堤岸衝塌四處	派侍郎那彥寶高杞等塔築缺口
一〇六	十一年	北五工漫口	塔合用銀八萬七千六百兩零
九七	二十年六月	北七工二十四號漫溢場寬六十餘丈	九月塔合用銀六萬四千四十四兩零
九三	二十四年七月	南四工二十號北二工二十一號北頭工上汛七八九號均漫溢	著吳敬那彥寶籌辦九月塔合用銀二十六萬三千四百九十三兩零
九〇	宣宗道光二年六月	南六工上汛頭號漫溢堤身坐墊四十餘丈	顏檢奏塔築永定河漫口並鑿壩兩壩挑挖引河

	八月	水勢驟漲南六工東西兩壩 共走失十三丈	九月掛纜合龍用銀十一萬 六千五百二十七兩零
八 九	三年六月	北三工十二三號漫口約寬 四五十丈旋南三工二十號 亦漫口約寬五六丈北頭 工中汛十三號漫溢三十餘 丈	九月堵合用銀十六萬三千 八百一十兩零
八 八	四年四月		永定河南岸建設兩壩挑挖 減河
八 二	十年四月	永定河潭水南徒東淀直逼 千里長堤	命那彥成就杜家道構堤身 大加務培並多鑲帶段以資 抵禦九月命籌辦永定河下 口工程將大范雙口新堤及 南遙垓一律加高培厚
八 一	十一年三月		命王鼎培築入淀金門寬七 十餘丈並備護壩以資保障
八 〇	十二年七月	南六工上汛頭號水漲漫溢	命琦善等督工堵築閘九月 竣工用銀十萬三千六十六 兩零
七 八	十四年七月	北三工十一二號南二工金 門兩壩南北頭工下汛四號 及十四號北頭工中汛六七 八號均漫溢	命琦善等估工趕築十月堵 合用銀十四萬五千五百七 十二兩零
六 九	二十三年閏七月	北六工汛北遙堤十一號壩 場二十餘丈	命訥爾經額督工九月堵合 用銀六萬九千二百四十八 兩零
六 八	二十四年五月	南七工五號漫溢壩場十餘 丈	命訥爾經額督工九月堵合 用銀十五萬九千四百三十八 兩零
六 二	三十年五月	山水下注大清河漲北七工 八九號漫溢三十餘丈	命訥爾經額督工十月堵合 用銀七萬六千九百四十三 兩零
五 九	文宗 咸豐三年六月	南三工十三號堤身坐墊場 寬三十七丈	四年五月堵合用銀三萬九 千五百三十兩零
五 六	六年六月	南七工五號漫溢過水約四 十餘丈深約尺餘北四工上 汛十號北三工十三號均漫 決二十餘丈	命桂良督工十月北三工漫 口堵合北四工上汛及南七 工添築壩工亦均一律完竣 用銀八萬二千八百五十五 兩零
五 五	七年六月	北四工上汛十號堤埝漫場 二十餘丈	命譚廷襄督修九月堵合又 疏浚中泓下口用銀五萬七 千二百八十三兩零
五 三	九年七月	北三工十二號堤埝場四十 餘丈	命恒福督修十月堵合用銀 五萬四千三百二十兩零
五 〇	穆宗 同治元年四月	水漲隹縣毛兒灣與保定縣 交界處開口數丈又雄縣之 西橋新城之青嶺開口三道	旋即趕修竣事

四 五	六年七月	北三工五號漫堤三十餘丈 南上汛灰壩等溜	命劉長佑督修北三工十月 灰壩塔合共用銀五萬三千 九百二十一兩零
	十一月	南七工六號漫溢	仍命劉長佑督工搶辦
四 四	七年四月	南四工十七號堤埝漫溢刷 寬口門二十餘丈	命官文等迅速籌辦塔合
	七月	南頭工上汛十五號漫溢刷 塔十餘丈	八年四月南上汛水口塔合
四 三	八年五月	北四工下汛五號漫溢堤頂 刷塔三十餘丈	命曾國藩督修十月塔合共 計七八兩年用銀三十萬五 千九百八十八兩零
四 二	九年六月	南五工十七號漫刷二十餘 丈十號三十餘丈	前後命曾國藩李鴻章督修 十月塔合用銀十萬四百六 十八兩零
四 一	十年六月	南二工六號漫刷三四十丈 又盧溝橋南岸石堤五號因 水漫刷石子土埝衝決成口 寬四五十丈	命李鴻章通盤籌劃趕緊辦 理明年三月續增大工合龍 石堤水口塔合用銀三十一 萬一百五十四兩零
四 〇	十一年七月	北頭工下汛十七號漫溢成 口	命李鴻章督修九月塔合除 各員賠款外用銀四萬四千 兩
三 九	十二年閏六月	南四工九號漫溢成口	命李鴻章籌辦工賑九月塔 合除各員賠款外用銀五萬 七千兩
三 七	德 宗 光緒元年六月	南二工六號漫口	命李鴻章籌修九月塔合除 各員賠款外用銀四萬一千 九百三十九兩零
三 四	四年七月	北六工十四號漫口	命李鴻章塔築十月合龍除 各員賠款外用銀四萬五千 一百九十四兩零
二 九	九年七月	南五工十七號大溜冲刷漫 口	
二 五	十三年二月	南八工下汛十三號凌汛增 長漫口二十餘丈	
	六月	南七工西小堤四號漫口又 十四十九二十號奪溜刷寬 口門四十餘丈	
二 四	十四年七月	盧溝橋汛南岸三號石堤及 南二工十七號大堤被刷成 口五十餘丈北上汛十二號 大堤均被漫溢刷寬口門四 五十丈	
二 二	十六年六月	北上汛二號被水漫溢刷寬 口門七八十丈	
二 〇	十八年六月	北三工北二上汛漫溢南上 汛灰堤漫口四十餘丈	

一九	十九年六月	南上汛三四號十四號北上 汛五號七號北中汛九十號 北下汛頭號至五號並連通 上之北中汛末號同時浸溢 又盧溝橋蓮上西岸石堤衝 倒四十餘丈盧溝橋城根水 深約八九尺	
一八	二十年五月		盧溝橋減壩成用銀二十六 萬七千四百五十九兩
一七	二十一年		修建盧溝橋減壩用銀三萬 六千一百八十四兩餘
一五	二十三年七月	北六工八號北中汛七號漫 口奪全河大溜口門刷寬數 丈大興宛平東安武清永清 被災	
八	三十年六月	南四南二兩工漫口	
五	三十三年六月	南五工北四上汛先後決口 奪溜口門各寬至二三十丈	
中華民國	元年	北五工七號決口一百一十 丈	堵築費用銀二十九萬七千 餘兩
	二年八月	南岸五口十九號決口七十 餘丈	堵築費用銀二十二萬四千 餘兩
	五年八月	北岸六工頭號決口六十一 丈	堵築費用洋二十八萬七千 餘元
	六年八月	北岸三工二十三號決口二 百五十六丈	堵築費用洋六十四萬五千 餘元
	十三年七月	右岸高陵決口寬八百公尺 保河莊決口寬三百公尺小 馬廠決口寬八百公尺夏家 場決口寬八百公尺	堵築費用洋六十萬五千餘 元
	十八年七月	金門關附近決口三四百公 尺嗣後節經冲塌共長九百 二十四公尺冲成河槽約三 百公尺	第一期堵築費用洋約六十 三萬元於十九年秋施工第 二期共用洋約三十九萬元 於二十年施工
附註 紀元以前月數均係陰曆			

第七節 防治沿革

永定河防治沿革，可分為灌溉，隄防，閘，壩，等項，茲分述於下：

灌溉

一，灌溉 自金以前，史乘所載，引永定之水以灌溉

者凡五：(一)，水經註，引劉靖碑載，魏嘉平二年（紀元前一六六二年），都督河北道諸軍事劉靖，登梁山以觀源流，相灤水度形勢，立遏於水，導高粱河，造戾陵堰，開車箱渠。主遏以石籠爲之，高一丈，東西長三十丈，南北廣七十餘步。北岸立水門，門廣四丈。立水遏，長十丈。山水暴發，則乘遏東下，平流守常，則自門北入，灌田幾二千頃。凡所封地百餘萬畝。景元三年（紀元前一六五〇年），遣謁者樊晨更制水門，限田千頃。剋地四千三百一十六頃，出給群縣，改定田五千九百三十頃。水流乘車箱渠自薊西北逕昌平，東盡漁陽潞縣，凡所潤含，四五百里，所灌田萬有餘頃。(二)，劉靖所立遏，經三十六年，至晉元康五年（紀元前一六一七年）六月，洪水暴發，毀損四分之三。上渠車箱，所在漫溢，時靖子宏持節監幽州諸軍事，復起長岸，立石渠，修立遏，治水門，門廣四丈，立水遏五尺，興復載利通塞之宜，準遵舊制，凡用功四萬有餘焉。(三)，北魏書載裴延儻爲幽州刺史時，范陽有舊督亢渠，漁陽燕郡有故戾陵堰，廣袤三十里，皆廢毀多時，莫能修復，水旱爲害。延儻表求營造，遂躬自履行，相度水形，隨力分督，未幾而就。溉田百萬餘頃，爲利十倍，百姓賴之。(四)，北齊書載斛律羨爲幽州刺史，導高粱水北合易京，東會於潞，因以灌田，邊儲歲積，轉漕運，公私利焉。(五)，冊府元龜載隋開皇中（永定河志作唐），

裴行方檢校幽州都督，引盧溝水廣開稻田千餘頃，百姓賴以豐給。唐宋以後，史乘無所載。但在金塞金口閘以前，稻田仍沿而不廢。至元末開渠失利，遂無復資永定以灌溉者。最近在永定河下游施行灌溉者，有華洋義振會所辦之石盧灌溉工程，自石景山下導永定河水，穿永定河左堤以灌石景山東南之地。計已成幹渠四·六公里，支渠一六·八公里，未成幹渠五·八公里，支渠一五公里，灌溉面積約計五六平方公里(見圖二十四)。至上游之灌溉，如泥河兩岸，口泉河上游，灰河洋坊口，渾河之源，桑乾河之羅莊及朝陽寺等地方，均引河水以資灌溉，大者達五六百頃。而下游沿堤以水管引水放淤者，間亦有之，惟規模狹小，成效未覩耳。

隄防

二·隄防 隄防之制，始於金，盛於明，至清而大備。左隄始於石景山附近之北金溝，右隄以盧溝橋南雁翅為起點。其最初一段，計左岸二十二里九十六丈，右岸五里又一百三十丈，多係石堤。但建築方法不一。有大石堤，以寬二尺，厚一尺五寸，長五尺之大石(有青砂大石，豆渣大石二種)，釘順間砌。順石每長二丈，并用長四尺寬二尺厚一尺五寸拉扯石一塊，各石用鐵釘或鐵錠鈎連，另以白礬熬江米汁和灰漿灌縫，外用桐油灰拘抵石縫。大石背後填砌片石，以白灰或灰泥砌成。有片石堤，以片石砌成。有石子堤，亦有堤上加石子埧，則以灰漿製成三合土

者。堤後加鑲土堤，亦有土堤後加片石戩堤者。至土堤平均頂寬八公尺，內外坡度約爲直一橫三之比，然亦各段互異。(附土石堤橫剖面圖，見圖二十三)。

三，堤之防守 河堤防守分爲二守，三汛，四防。二守者，一曰官守，二曰民守。三汛者：一曰凌汛，於驚蟄前五日，各汛員移駐要工，預備大小木槓，長竿，鐵鈎，俟冰凌解泮時，督率汛兵，將大塊冰凌打碎，撐入中泓，不令撞擊堤埽。二曰麥汛，先於枯河時挑浚中泓或引河，至夏至前後五日，麥黃水至石景山時，卽由石景山聽差人馳報各汛，隨水查看。三曰伏秋大汛，先於入伏之前，分派駐防人員，按工程之險易，酌給器具銀兩，飭令備齊，至期各接汛防守。四防者，凡遇汛期，分爲：(一)晝防，卽在堤上隨時巡查察看，如有汕刷蟄陷，及時搶護，陰雨則填墊浪窩水溝，少暇則積土堤上，以備不時之需。(二)夜防，則於夜間巡查，以更簽立限傳遞，務使堤岸徹夜不斷行人。(三)風防，於閒時在要工處，捆紮龍尾小掃，擺列隄旁，如遇風浪大作，用繩槓懸於附堤水面，隨水起落以護堤。(四)雨防，於大雨時，巡查各處，并備雨具，分給兵夫，以免兵夫入舖躲避，致堤埽無人看守。至大汛之時，盧溝橋兩岸各汛及下口，各立水誌，備報水單，量明底水尺寸，委人看守。每日按子午酉三時，填明河水漲落，呈報各廳。三日一次，呈報總督。如遇驟長，則

由石景山磨以火籤填明尺寸，馳報河道，專差馳稟總督，火籤則仍遞至下口，然後繳回。凡經由各汛，俱按時刻粘籤籤上，以便稽查。水落亦如之。至各項防護工程，如開浚引河，建築埽壩，盤頭，挑土，種柳，以及搶險方法，皆如黃河之制。詳載於明潘季馴之河防一覽，清新輔之治河方略，及清徐端所著之迴瀾紀要，及安瀾紀要，不復贅焉。

永定河堤各段長度及建築年月，約如下表：

第十七表 永定河堤防建置表

河岸	起	訖	長	材 料	建置年分	備 考
左	北金溝	盧溝橋 東南三里 九十六丈	二十三里 九十六丈	大石 片石 石子 或土堤帶片石餞堤	雍正九年 以前	乾隆嘉慶年間均 有加築二堤
右	盧溝橋	橋南里餘	五里一百 三十丈	大石堤	乾隆五年 至十五年	最初一段係雍正 九年以前築
右	盧溝橋 南五里餘	大寧村	二里	土堤		
左	左石堤	宛平縣 利堡村南	二十二里	沙堤	康熙三十 七年	
左	利堡村南	良鄉縣 張廟場	五里	土堤	康熙四十 年	原係高阜 張廟場現已無
左	張廟場	永清縣 盧家莊	一百另二 里	土堤	康熙三十 七年	
右	宛平縣 高店村	良鄉縣 老君堂	三十五里	土堤	康熙三十 七年	
右	老君堂	永清縣 郭家務	八十二里 四	土堤	康熙三十 七年	
左	盧家莊西 何麻子營	霸縣 柳岔口迤東	五十里八	土堤	康熙三十 九年	雍正三年廢
右	郭家務	柳岔口	六十一里 六	土堤	康熙三十 九年	冰窖至柳岔口一 段雍正三年廢
左	何麻子營	武清縣 范豐口	七十四里 另	土堤	雍正三年	一作四年下同 范豐口或係大范 口今僅餘一段

惠家莊	草壩	同前	同前	寬十三丈 深五尺	內一七丈外 二〇·七丈 深七丈	同前	同前	同前	同前	同前	
清涼寺	草壩	寬一六丈 深五丈	同前	寬一六丈 深五尺	內二一丈 外二五丈 深五丈	同前	同前	長七丈 寬二丈	乾隆十年	同前	
張倫務	草壩	同前	同前	同前	同前	同前	同前	同前	同前	同前	
五道口	草壩	寬二〇丈 深五丈	長十丈 寬五丈	寬二〇丈 深五尺	寬三〇丈 深五尺	順堤斜長三丈 長一·八丈 寬二丈	同前	長一四丈 寬三丈	同前	同前	
惠家莊	草壩	寬一六丈 深五丈	長五丈 寬三丈	寬一六丈 深五尺	內寬二一丈 外寬二四· 七丈深七丈	長七丈寬二丈	同前	長七丈 寬二丈	乾隆八年	同前	
張營村	草壩	寬一二丈 深五丈	長五丈 寬三丈	寬一二丈 深五尺	內寬一七丈 外寬二一丈 深七尺	長七丈寬二丈	同前	長四丈 寬二丈	乾隆 十三年	同前	
周家鋪	草壩	寬一二丈 深五丈	長五丈 寬三丈	寬一二丈 深五尺	內寬一七丈 外寬二〇· 五丈深五丈	長七丈寬二丈	同前	長四丈 寬二丈	乾隆 十五年	同前	
永營	草壩	同前	同前	同前	同前	同前	同前	同前	同前	塌前外地勢過低乾隆十 六年凌汛率消因展寬作 為下口現已廢	
北村	灰壩	寬一六丈	兩壩合各 寬五丈長 五尺底寬 七丈高八 尺	迎水壩寬 內寬二〇丈 外寬二二丈 深三丈	出水壩寬 內寬二〇丈 外寬二六丈 深一二丈				乾隆 三十七年	已廢	
求賢村	灰壩	寬二〇丈 深五丈	兩壩合均 寬六丈南 五丈北五 丈	迎水壩寬 內寬二五· 五丈深四丈	出水壩寬 內寬二四· 五丈外寬三 〇丈深一二 丈				同前	同前	同前
南上汛	灰壩	寬五六丈 深八丈	頂寬六丈 底寬四丈 深八丈 寬六丈	迎水壩寬 內寬六一丈 外寬六五丈 深四丈	出水壩寬 內寬六二丈 外寬七六丈 深一四丈				道光四年	道光二十五年同治六年 十二年遷修遷井加寬 塔高現已廢	
金門關	石關	寬五六丈 深五丈	高八尺	石迎水壩寬 內寬五六丈 外寬六一· 四丈深二丈	石出水壩寬 內寬五六丈 外寬六七· 三丈深九丈	灰迎水壩寬 內寬七五丈外寬 八五丈深一五 丈迎水雁翅南北 各長三〇丈	北出水雁 翅長三〇 丈南出水 雁翅長六 〇丈		乾隆二年	乾隆六年塔高一·五尺 三十五年三十七年三十 八年遷次修築	
盧溝橋	減壩	八孔每孔 寬二〇公 尺	高六·九 二公尺		寬一六〇· 五公尺深五 〇公尺				光緒廿年	出水灰機已毀	

機關

五，管理機關 永定河河防，在元明時尚無專管機關。清康熙三十七年，設南北岸兩分司。四十三年，增設南

北岸兩同知，以爲之副。雍正元年，裁南岸分司，北岸同知。四年改設永定河道。其屬有(一)，石景山同知(雍正八年設)，轄巡檢一員，外委一員。(二)，南岸同知，轄七汛，州同一員，州判二員，縣丞四員，千總一員，把總一員。(三)，北岸同知，(雍正十一年復設)，轄八汛，州判二員，縣丞六員，千總一員，把總一員。(四)，三角淀通判(雍正十二年設)，轄五汛，主簿四員，巡檢一員，鳳河東堤把總一員，浚船經制外委一員。其千把總及其他弁兵，仍受河營都司(嘉慶十六年設)，守備(乾隆四年設)，協備(乾隆五十六年設，專管北岸，原有守備專管南岸)，之管轄，聽河道之節制。此清代對於永定河防設官之大要也。至監督機關，原爲總河，轄直隸河南江南浙江等處河務，駐濟寧州。雍正九年，添設直隸正副總河，駐天津。乾隆元年，裁副總河。十四年，裁正總河。直隸河務，歸總督節制焉。

民國以來，永定河道撤消，改設永定河務局，以京兆尹爲監督長官。十七年京兆地方歸併於河北省，永定河河務局，受河北省政府建設廳之指揮監督。局設局長一人，下設第一科，掌理總務，第二科，掌理技術。沿堤設工巡段，並於防汛期內，設防汛委員，防汛夫焉。

經費

六，經費 據永定河志，自康熙三十七年建築堤岸，設立兩岸分司等官，歲撥修款，每年動用銀三四萬兩。另

案疏築，隨時請款。雍正四年，改設河道，定兩岸額設歲修銀一萬五千兩，搶修一萬兩，如有不敷，再行請領。雍正九年，增歲修疏濬下口銀五千兩。乾隆十五年，添設兩岸疏濬銀五千兩。十八年，復定兩岸歲修銀一萬兩，搶修銀一萬二千兩，疏濬中泓五千兩，石景山歲修銀二千兩，疏濬下口銀五千兩，每年共額定銀三萬四千兩。上年用剩節存，准其下年通融動用。乾隆四十年，刪去額定字樣。嘉慶七年，加增歲搶修銀二萬二千兩。八年，又加增運腳銀八千五百兩。十四年，又加歲修銀二千兩，搶修銀三千兩，連前共計六萬九千五百兩。二十年，添備防稽料銀二千兩。道光三年，復歲估備防料銀一萬九千餘兩至二萬九千餘兩不等。二十年請二萬五千二百兩，後爲定額，歲共領銀九萬四千七百兩。咸豐四年，部庫支絀，減半支領。同治九年，加撥歲搶修銀二萬三千兩。十二年復原額，仍實領銀九萬四千七百兩。光緒三年，加搶險銀四千兩。

其他另案請款者，如培修大堤，建築挑水壩，挑挖引河，堵合漫口決口等工程，自康熙三十七年後歷年用費，均附見於歷代河防年表。

民國成立，其歲修及臨時搶險費，據永定河河務局之報告，民國十五年全年度歲修七萬三千三百元，搶險費四萬元。十六年全年度歲修十一萬一千二百六十元，內有兵餉洋一萬七千七百六十元，搶險費三萬九千九百元。十七

年全年度，歲修七萬九千四百元，搶險費三萬九千九百元。十八年全年度歲修七萬九千四百元，搶險費二萬九千八百元，特別搶險費三萬元。十九年全年度歲修七萬三千零五十七元，搶險費二萬四千三百一十七元。其遇有臨時搶辦工程，均係另案請撥專款，不在原定預算之內。

第三章 治本計畫之根據——水象

第八節 氣溫氣壓濕度及蒸發量

水象研究之
重要

凡爲河流治導之計畫者，必先明瞭諸河流域地形之變異，與其流量之消漲，以爲根據。流水之源，實爲雨雪。其多寡驟緩，皆足以影響河流。而所謂雨雪之多寡驟緩，及其按年月日按數量之分配，莫不因地勢，風力，風向，氣壓，溫度，濕度，及蒸發量之變化，而爲同異。且此地勢，風向，風力，氣壓等等，又在在與流量有關。其本身則又互相維繫錯綜，極變化之能事，而仍有自然規律可尋。蓋憑過去之經驗，以測知來者，雖不能累黍不爽，其中亦不遠也。

凡研究風力風向氣壓等等及其相互之變化者，謂之氣象學。兼流量之變化者，謂之水象學。而所恃以研究者，惟在過去氣象水文之忠實記錄。吾國雖自詡爲文明古國，而關於此種記載，僅就不常見之現象，著爲災異，如曰：大水，大旱，夏霜，冬雹已耳。并無數字以表其實在。至若日常風雨溫濕之變化，則視爲固然，不復措意。直至晚近，歐人東漸，始於通商大埠，爲氣象之觀測。上海徐家匯天文台，其最著者也。華北區域，關於雨量之記載，推天津英租界工部局爲最久。順直水利委員會成立，亦於各流域設立雨量站，而天津則設爲總站，兼司氣象之觀測。

本會繼起，深知氣象觀測之重要，既就天津總站加以擴充，復於各重要地點，增設雨量站多處。然歷時近者，不及一年，遠者亦不過十數年。欲就此短期間之記載，以尋求自然之規律，而為計畫之根據，實有不足恃者。故本節所述，係根據各國研究所得定律，試之於華北區域，是否符合，而復就所得記載，以測定異日可能之現象。

氣溫

一，空氣溫度之升降，為空氣流動之主因，而空氣所含濕量之流動與分量，亦隨之而互異。溫度之高下，依下列之定律：(一)，自赤道依緯度而漸降至兩極。(二)，自海平面依高度而下降。(三)，自晨依時而升，至晚依時而降。(四)，因地球隨行星規道旋轉，地面受光愈斜，愈以低降。(五)，因風速及相對濕度之變動而互異。

華北溫度之升降，與定律符合。第二十九圖所示，為十八年天津氣壓溫度濕度蒸發量之關係。惟氣壓須就各地溫度之高下而定，故此圖尚未足表明其相互變化耳。

氣壓

二，空氣受熱膨漲，依受熱面積之廣狹，形成局部或環球之轉盪，而受熱面積之氣壓，隨以低落。依此定律之結果，及海洋與大陸面積於冬季所受熱度之相對得失，凡大陸之最高氣壓，恒在冬季，而最低在夏。海洋則反是。

華北氣壓之變遷，可以同氣壓線示之。如第二十五六圖，一月之氣壓，最高點在蒙古高原，最低點在日本北海道東北。七月之氣壓，最高點在日本北海道，最低點在蒙

古高原及山西等處(採自青島氣象台之中國氣候圖)。

三，據范賴爾定律(Ferrel's Law)，凡在地面上行動之物，受地球旋轉之影響，在北半球者，向右偏斜，在南半球者，向左偏斜。以空氣論，在赤道與地面相接者，旋轉之速度最強，離赤道愈遠則愈弱，至兩極則等於零。因此之故，凡在北半球上層溫濕而向極流輸之空氣，取道向東，而下層自極迴流之空氣，偏向西方。又以上層氣流，無地面之阻力，其速度較高，而其流成爲旋形。若其途徑，漸與赤道成平行時，此高速力所成之離心力，與地球之旋轉同一方向者，照定律有逼空氣改向赤道之趨勢。至迴流在緯度三十度以上者，又大致偏向西方，兩者相遇，因而榨壓向極流動之空氣，而成高壓。以故最大之氣壓，乃在緯度三十度至四十度之間。

按此定律，與華北之氣象，亦復符合。華北區域，實當高壓力最多之線也。(見第二十五圖)。而華北之下層風向，冬季自陸而海，夏季自海而陸，則此氣壓變遷之所致也。

四，空氣之流動，除定律二及定律三所說明之現象外，尚有下列數種，爲變化之因。(一)，水汽與空氣之混合與降雨時發生之熱量，使直上之氣流加重，而變更氣流之速度，高度，與方向。(二)，地形之複雜，使較低之風，受重大影響，而發生旋風與其他變異。(三)，局部地

面與水面溫度之變遷，對於當地氣流，大有影響。按此例所列，皆為局部之變化，然如東南來之颱風，至華北平原時，因其受西部高原之阻抑，及驟雨之下降，多折而轉向東北，其一部份之原因，亦可以此例解釋之。

濕度

五，空氣之濕度，依下列各項為變化：（一），空氣所含水汽，愈高則愈少，其減少之程度，較氣壓之減少為甚。（二），空氣所含水汽，為水面及其他含濕面積蒸發之結果，故其相對及絕對的濕度，離濕面較近者必較高。（三），空氣中所含水汽，依濕度之變遷而改變其分量。在某一溫度中，其空氣有一定之飽和量。

華北氣候之觀測，雖未能於此定律，加以數字之證明，然蒙古高原離海較遠，海拔又高，其空氣自較乾燥，故西北風發，每為天氣陽晴之預兆。而在冬季，則以西北風過冷之故，又多為雨雪之先鋒。

蒸發量

六，蒸發量變化之定律，較為繁雜。蓋蒸發之量，受氣象與地形變化之影響者甚鉅，如受蒸發面之面積高度，性質，空氣，與水面水汽之漲力，溫度，風速，雨量等，莫不有相當之關係。蓋蒸發之速率，依空氣與水面水汽漲力之差數為衡，差數愈大則愈速也。風能將較飽和之低層空氣吹散，而易以水汽漲力較大之空氣，使蒸發量增加，又氣壓較輕時，如溫度與相對濕度不變，則蒸發較易。故在其他情狀相等時，山地之蒸發，較低地為高。而與蒸發

最有關係之地形土質雨量等，可以下列各條概括之：(一)，凡常年蒸發量與雨量成正比例。(二)，土之蒸發量少於水面。(三)，草地之蒸發量，較多於赤地或耕種地。(四)，耕種地之未種植者，其蒸發量少於赤地。(五)，凡有地下排水之設備者，厚層之土，其蒸發量多於薄層。

尙有亞爾勃教授 (Prof Cleveland Albe) 所示蒸發之關係如下：(A)，其他各項相等時，蒸發率與濕球及乾球濕度表所示濕度之差數，約成正比例。(B)，其他各項相等時，因空氣流動所積之蒸發，與風速成正比例。(C)，其他因數相等時，蒸發量與氣壓約成反比例。(D)，濕潤而鬆之物質，其蒸發與空氣接觸之面積，成比例，而與其厚度無關。(E)，各種物質之蒸發率，依其物質面積之光糙而異。不平之面積，蒸發率愈大。(F)，在同一情形之下，同樣之物質，其蒸發在靜空氣中，必相等，不問其傾斜度如何。(G)，自濕潤面積所蒸發之量，視此面積所在之高度為比例。(H)，蒸發率因其四週物質之射光量而異。(I)，在同一濕度水汽之展佈，自濕潤之面，經過一變動之空氣柱時，大致與空氣柱之深度成反比例。(J)，水汽展佈之量，在某一溫度時，與汽之漲力成正比例，而與是汽所應經過之空氣柱深度成反比例。(K)，凡定量之乾空氣，其汽之飽和或飽和至某成分所需之時間，如汽之來源不變，則與溫度幾無關係，而與空氣之體積成正比例。(L)，

已成之水汽，展佈於空氣，較自水面上者為速。

以上種種，足知蒸發量之高下，與各種氣象變遷，及地面之形勢，土質，均互為因果，而錯綜糅雜，決非單一現象所可解釋。然根據上列各條，以解釋華北氣候之狀況，可得下列種種：（一），蒸發量以夏季為最高（見第三十圖）。（二），蒙古高原所以成荒漠之區者，實因其地蒸發率較他處為高，又以阻於高山，東來濕風，不能達到，雨量稀少，無以補充其蒸發之損失，積久而成此現象。（三），華北冬春季之蒸發量，實較雨量為高，故在平時，華北之農田，常苦水量之不足。華北暴雨盡在夏季，正當蒸發量最高之時，故雨量之轉為逕流者，僅為較小之部分。易言之，若暴雨降於冬春之季，則華北水患必將更大。

第九節 雨量

雨之來源

降雨量之原因與夫影響於雨量之分配變遷及總數者，不但局部之綜合情形，無一相似，實與太陽系全體有相當之關係。欲求明瞭其主要因子，惟待長時期之觀測，方能得其大概。雨之來源，大致為濕面所蒸發之水汽，故臨近如有大水，若湖泊沼澤，或廣大之森林，皆為充分之雨源。離此愈遠者，雨量愈稀少。其有出於例外者，大都受風向之變動也。蒸發之氣與空氣混合而上升，因膨漲之故，而消失其熱，分別於下列三種情狀之下降而為雨。

(一)因直達氣流而致雨者(Convective Rainfall)。空氣之熱與濕所形成之氣流，最初乃係直上，而局部蒸發之水汽，因溫度之變遷，大部分降而為雨。在此種情形之下，蒸發量增加者，雨量亦隨之而增加。地面上之變化，足以增減蒸發量者，亦隨以增減雨量。此種雨量，多在附近赤道一帶。

(二)因山嶺之阻碍而致雨者 (Orographic Rainfall)。平行之濕汽流，為當前之山嶺所偏，因而上升。迎風地帶所蒸發之水汽，一部或全部於上升之際，化而為雨，降於迎風之山坡上。在此情形之下，蒸發量之增加，足以回復於原流域，而增加雨量。其回復之程度，則視地形，風向，及頻速率以為衡。

(三)因旋風而致雨者(Cyclonic Rainfall)。空氣因地心吸力之故，自高氣壓而流至低氣壓，此氣流雖大部份係平行，而有一部份上升之力。但因其平行之力甚大，經行地面或水面時，其蒸發量必甚鉅。故此種氣流，含濕甚多。及其上升，氣壓減少，氣體膨脹，溫度低降，凝而為雨，下降於他處。故屬於此種之雨，凡在任何處蒸發量之增高，其結果未必即為當地雨量之增高也。

雨量之來源既異，同時影響於其分配總量及變遷者，則有風力，風向，氣壓，濕度，地形，與高度旋風之途徑。又如湖泊之分布，及其他種種較小之因子，不可殫述。

高層空氣之流動，甚有影響於雨量。蓋以(一)，山嶺能橫截低層之雨雲。(二)，如當氣流之衝，則低層之風被抑而上升，熱度陡降，而含濕之空氣凝而下降。(三)，山嶺亦能使局部空氣流動而成雨。按雲之高度在一千至二千公尺間者，可視為凝點最易達到之高度。最大之雨，多在此兩高度間。然雨點下降，經過未飽和之空氣時，亦可隨時蒸發。如在沙漠區域，有時覺雨雲在望，而實際不過數滴，或至於無雨，即因雨點下降，未及地而已蒸發也。故雨量隨高度而增之說，實僅能應用於局部，而不能視為普遍之狀況。故有不因高度而變化者，亦有隨高度之增加而低減其雨量者，均須就當地觀測之結果，加以研究，方能得適當之結論。

華北雨量

華北雨量之記載，最早者為北平俄使館之記錄，創始於前清光緒元年，但至光緒三十四年而中止。次為天津英租界工部局所設立之雨量站，創始於光緒十七年，距今已四十年。又次為正太鐵路管理局在石家莊所設立者，始於宣統元年。至今凡二十二年。再次為中央研究院觀象台在北平之記載，始於民國三年。其他為順直水利委員會所設，最久者至今已十二年，其後陸續增設。本會成立後，更加擴充。現在已有雨量站七十餘處，分布於河北河南山東山西熱河察哈爾諸省，尚有擬設者多處，其地點見附圖三十一。

華北雨量，自各站之記載綜合而研究之，得下列之結果：

(甲) 華北各站全年雨量，以陽高之三一九公厘為最低，三家店之七四四公厘為最高。平均為四六三·九。較之乾旱之區，尙屬差勝，如美國西南部諸州，平均全年雨量，有低至十英寸即二五四公厘以下者。然與中國南部相較，則不及遠甚。茲將中國各地平均雨量，列表於下：

第十九表 中國各地平均全年雨量表

(根據徐家澆天文台一九二八年報告書)

地 名	平均全年雨量 公厘	觀測年數	地 名	平均全年雨量 公厘	觀測年數
北 平	六二六·八	三九	漢 口	一二五八·五	四五
天 津	五二三·六	四〇	南 京	一〇六九·〇	二〇
濟 陽	六七二·二	一九	上 海	一一四七·九	五二
歸 化	三八四·七	六	杭 州	一五〇〇·六	一六
青 島	六六〇·五	二六	溫 州	一六八九·四	四二
開 封	六三二·五	六	廣 州	一六九九·二	一八
太 原	三七〇·八	一一	梧 州	一二九八·五	二七
重 慶	一一〇二·六	三四	雲 南	一〇四〇·三	一七

此種全年雨量差別之現象，殆可以下列數種主要原因推測之。土層深鬆，雨水多滲漏入地，不易蒸發，一也。樹木稀少，地下之水，不為樹木所吸收而蒸發，二也。西

北乾燥之風，易吹散濕汽，三也。上游湖沼甚少，無以潤蓄，而助蒸發，四也。然此種原因，亦有互為因果者。如樹木之稀少，雖為雨量稀少之因，而因雨量之稀少，使樹木不易長養，則其結果也。

雨量與時季之關係

(乙)華北全年雨量，分配於各季至不平均，如夏季六七八三個月中之雨量，各站平均佔全年雨量百分之七十五，而尤以七八兩月為最大。較之南部諸省，夏季最大三個月雨量僅佔全年百分之三十八至百分之五十者，相去甚遠。茲將華北各大站與中國各大站比較列為一表(表二十)，其華北各站之記載則另列一表(表二十一)。

第二十表 中國各地全年雨量與夏季三個月雨量比較表

地名	平均全年雨量 公厘	最大三個月平均雨量 公厘	夏季雨量與全年雨量百分比	附註
北平	六二六·八	四八六·七	七七·八	六七八三個月雨量為最大
天津	五二三·六	三八八·七	七四·三	六七八三個月雨量為最大
瀋陽	六七二·二	四〇〇·八	五九·七	六七八三個月雨量為最大
歸化	三八四·七	二六〇·四	六六·五	七八九三個月雨量為最大
青島	六六〇·五	三八七·五	五八·六	六七八三個月雨量為最大
開封	六三二·五	四五五·三	七〇·〇	七八九三個月雨量為最大
太原	三七〇·八	二五〇·七	六七·七	六七八三個月雨量為最大
重慶	一一〇二·六	四六四·七	四一·三	五六七三個月雨量為最大
漢口	一二五八·五	五九〇·〇	四一·四	五六七三個月雨量為最大
南京	一〇六九·〇	五〇五·四	四七·二	六七八三個月雨量為最大

上 海	一一四七·九	四八一·四	四二·〇	六七八三個月雨量爲最大
杭 州	一五〇〇·六	五七六·三	三八·四	六七八三個月雨量爲最大
溫 州	一六八九·四	六九八·一	四一·三	六七八三個月雨量爲最大
廣 州	一六九九·二	八一八·五	四八·二	六七八三個月雨量爲最大
梧 州	一二九八·五	五六九·九	四一·六	四五六三個月雨量爲最大
雲 南	一〇四〇·三	六〇〇·二	五七·七	六七八三個月雨量爲最大

第二十一表 華北水利委員會各雨量站全年雨量夏季三個月雨量比較表(截至民國十八年)

河 系	雨 量 站	觀測年數	夏季六七八三個月平均雨量	全年平均雨量	夏季雨量與全年雨量之百分比
灤 河	承 德	七	四四五 公厘	五七七 公厘	七七
開 河	唐 山	四	四七九	六一八	七七
衛 運河	玉 田	六	五二四	六一七	八五
	糞 莊	一一	四六六	五八四	八〇
	香 河	四	四一三	五三〇	七八
北 運河	北 平	一四	四七九	六〇五	七九
	通 縣	一一	四八六	六〇九	八〇
	蔡 村	八	三八七	四八〇	八一
	楊 村	三	四八八	六一〇	八〇
永 定河	大 同	七	二三二	三五一	六六
	渾 源	七	二二六	三五八	六三
	陽 高	五	二〇七	三一九	六五
	天 鎮	三	二八五	三八四	七四

	蔚、縣	六	二八四	四二三	六七
	張家口	一〇	二五七	三四五	七五
	懷來	六	三一〇	三九二	七九
	三家店	九	六一六	七四四	八三
	盧溝橋	一一	四五四	五六二	八一
	金門剛	九	五一九	六〇〇	八七
	雙營	九	三九九	五〇四	七九
大清河	保定	六	四七八	五二九	九〇
	鐵嶺堡	五	五八三	七〇九	八二
	碼頭鎮	三	三七二	四五七	八一
	高橋	七	三九三	四九五	七九
	雄縣	一〇	三七四	四八五	七七
	新鎮	一一	三七一	四七八	七八
子牙河	忻縣	九	二八九	四一〇	七一
	深澤	一〇	三〇二	三八〇	八〇
	獻縣	九	二六一	三四五	七六
	順德	四	四四七	五五三	八一
	威縣	五	三六五	四九四	七四
	蕭張	七	三四七	四二四	八二
	衡水	九	三〇一	三九五	七六
南運河	潞安	七	三二一	五〇八	六三
	衛輝	五	三二六	四八八	六七
	彰德	七	三七五	五二八	七一

	道 口	三	三七四	四七二	七九
	廣 平	五	三一二	四一一	七六
	館 陶	七	二四七	三六三	六八
	臨 清	一一	三一三	四三四	七二
	朱 家 寨	三	三三〇	四四八	七四
	馬 廠	九	三七四	四五七	八二
	楊 柳 青	一〇	四二〇	五四四	七七
	天 津	一一	四五五	五七三	七九
黃 河	歸 綏	五	二二四	三三四	六七
	太 原	三	二七四	三九七	六九
	平 遙	六	二二五	三六八	六一
	壽 陽	五	一九七	三四六	五七
	平 定	五	三〇二	四二八	七一
	陝 縣	一〇	二三三	四三四	五四
	澤 州	六	三五—	五三三	六六
	濼 口	一一	三三一	四四七	七四

按全年雨量分配於各季，因蒸發等種種關係，其勢不能平均，然如華北各站所記載，夏季雨量，竟有佔全年雨量百分之九十者，實為特殊之狀況。此種狀況，或可以下列原因解釋其一部份：其一，華北冬季之高氣壓多在蒙古高原，其地乾旱，異於常處，故冬季雨量甚少。若夏季則反是。其二，華北湖沼等水源甚少，故無以調節雨量。其三，自太平洋北來之颱風，挾雨最多，而除七八兩月之外

，其途徑離華北區域甚遠，（見圖三十七週年間暴風之約略途徑圖。）其四，自貝克爾湖南行之暴風，雖亦為致雨之主因，然在春季，其途徑多偏於北方。若在冬季冰期，其所挾水汽，多不足以降雨。

華北雨量既不平均，且雨量稀少之時，多在三四五月耕種之季，故華北易成旱象。且以雨量既欠平均，地質又易滲漏，故在雨量稀少之時，河流至為淺緩。沙停而不行，則下口易於淤積，而夏季暴雨驟至，洪水奔騰，則冲决隄岸，挾沙俱下，暴雨一過，流勢立緩，冲刷之土，大部沉澱。若其泛濫田野，淤沙增長，則平地隨河床以俱高，治導尚易為力。若範以隄岸，則沙泥淤積，河床馴至不可收拾矣。

（丙）華北雨量分配之不平均，各地互有差別。然試將各雨量站按其地勢分別計算，則知其雨量之不平均，與颱風之途徑，及華北之地形，關係至為密切。如以三家店盧溝橋保定鐵鎖壩順德彰德等處沿平漢鐵路及其附近者為一組，以其西諸站為一組，其東諸站復為一組，則得下列之結果：

第二十二表 華北各雨量站分組研究表

組 別	說 明	夏 季 雨 量 佔 全 年 百 分 比		
		百分比平均 (觀第廿一表)	平均雨量百分 比	權衡百分比
第 一 組	沿平漢路一帶各站	八一·四	八一·四	八一·三
第 二 組	平漢路西各站	六七·四	六七·六	六七·二
第 三 組	平漢路東各站	七七·二	七八·〇	七七·六

附註 百分比平均，即就第二十一表所列百分比數，加以平均。平均雨量百分比，即就第二十一表所列全年雨量，及夏季雨量先求平均數，再求百分比。權衡百分比，係就各站雨量數，乘以觀測年數後平均，再求百分比。

觀此表所列，夏季三個月雨量與全年雨量百分比之最大數，實在沿平漢鐵路一帶。按此一帶，正為太行山脈，及恒山山脈，驟降為平原之處。東南來之雨雲，為山嶺所阻，降為驟雨，故夏季雨量特多。若以西之高原及山嶺區域，以東之平原區域，則其比例較小。尤以高原及山嶺區域為甚，則以平原區域，近海而多湖沼，夏季蒸發量甚大，易受空氣之變遷而致雨。若高原及山嶺區域，則湖沼既少，離海又遠，颱風所挾之雨雲又多被阻於山嶺，故不特夏季雨量較少，其全年平均雨量亦相差甚鉅（見第二十一表）。

(丁)若就秋冬春三季之雨量而研究之，則除潞安，衛輝，彰德，澤州外，鮮有過一三〇公厘者。高原，平原，及沿平漢路一帶，各有高下，無可分界。殆以此三季之雨

，多原因於局部空氣之變遷，無關於地形與風向之大勢。而澤潞彰衛一區，最低一五三公厘(彰德)，最高一八七公厘(潞安)，可以代表衛河流域之上游者，顯然與他區不同(見第二十一表)。殆以此區漸近東南，而溝渠之多，灌溉之利，竹木之饒，亦遠非他區所可及故也。

(戊)夏季以外之雨量，雖多為局部氣象變遷之結果，然亦有受域外之影響者。茲就本會各站記載，與徐家匯天文台氣象報告，參同研究，則得下列三種變化之現象：(一)，發源於貝克爾湖之旋風，東南行經華北各省；(二)，發源於揚子江流域之旋風，東北行經華北各省；(三)，蒙古及西伯利亞南部之高壓，忽行消散，同時太平洋或揚子江流域發生重壓，以致北風或西北風忽改為南風或東南風。

以上三端，為華北冬季雨雪時常有之現象。然此氣象之變化，甚為普通。有時降雨或雪，有時則否，蓋與外來空氣含濕之多寡，及旋風速率之高低，均有密切之關係也。

歷年雨量之變遷

(己)歷年雨量之變遷，殊無規律可循，且華北各站觀測時期甚斲，可資研究之材料，甚苦不足。惟天津英租界工部局所設之雨量站，有四十年之記載，自其歷年之雨量而求其「漸進均數」(Progressive Mean)，復以其超出或不及總平均之數按年連成曲線，則知天津雨量之變遷，頗如正

弦曲線 (Sine Curve)。其最低點與最高點之距離，平均為十一年，大概每二十年左右，得大旱或大水一次，見圖三十六。蓋在此四十年中，雖自有其循環之現象，而大勢則無變動可言。若就其最高及最低記錄而推測之，則最高雨量似有向上之趨勢，但記錄時間過短，殊不能為肯定之論斷也。

(庚) 每年之雨量，若依其雨量高下之數，排列而計算其低於某雨量所佔之年數，復自總記載年數，求得其百分數，繪成曲綫，則得如圖三十六 b。大約天津之雨量，每百年中當有一年在九二〇公厘以上者。

第十節 暴 雨

暴雨之來源

防治水潦之計畫，暴雨之雨量，時間，及其所達之面積，實為主要之根據。而面積較小，全年雨量分佈不平均，如華北諸河流域，尤須先明瞭暴雨之性質，而後能定計畫之方針。查華北之暴雨，依據歷年之記載，及徐家匯天文台之報告，大都自太平洋西北行之颱風，及貝克爾湖東南來之旋風¹。其週年間之途徑見圖三十七。惟七八月間颱風經過華北，貝克爾湖之旋風亦多在是時，故華北雨季，惟此兩月。華北之暴雨，前順直水利委員會及本會記載所及者，以民國六年，十三年，及十八年三年為最，茲分述於下。

六年七月暴雨

(1)民國六年七月間之暴雨 民六七月間之洪水，以華北各河流量平均計之，均較十三年及十八年爲大。考其原因，則爲颱風之經過所釀成，是年颱風之途徑有二，均發源於菲律賓羣島之東。其一自七月十日起西北行，至十四日由澳門附近入陸，十六日抵宜昌附近，折而東北行，十七及十八兩日抵華北，而消散於河北省北部之羣山中。其二自七月十五日起，至二十日亦由澳門附近入陸，二十四日及二十五日抵華北，而消散于河北省西部之羣山中。此兩次颱風進行之途徑，大致相同，且時間之相離，僅及一週，故有民六非常之洪水。惟是年無水文，雨量，及各河流量之記載，以供研究，甚可惜也。

十三年七八月
間之暴雨

(2)民國十三年七八月間之暴雨 自民元以來，洪水情形之嚴重，次於六年者，則爲民十三年。是年七八兩月間，共降暴雨三次，即七月十一日至十三日，十五日至十七日，及八月一日至三日是也。十一日至十三日之暴雨，似爲大陸旋風所釀成，此項旋風，發源於貝克爾湖附近，自七月八日起行經華北各處，至十二日抵遼寧而東去。其所經途徑，成一銳度弧形。其餘兩次暴雨，則爲大洋颱風北上之所致。其途徑有二，一自七月十一日起於南洋，經山東半島，十四日抵華北，其結果使華北氣象發生變化，遂有十五日至十七日之暴雨。一自七月二十七日起於南洋，至八月一日抵華北，其結果有一日至三日之暴雨。

十八年七八月
間之暴雨

(3) 民國十八年七八月間之暴雨。民十八年之洪水，雖遠遜於民六及民十三年，然情形之嚴重，亦在普通洪水之上，故有注意之價值。十八年夏季，可稱為暴雨者，僅有兩次。在七月間者，為十六日至十七日。在八月間者為一日至五日。前者為颱風之結果，後者為旋風之結果。颱風自七月七日起於菲律賓羣島之東，經揚子流域，至十二日後經渤海而東北去，此項颱風，其途徑雖稍偏於東，然其影響所及，使華北氣壓發生巨變，故有十六日至十七日之暴雨。自八月一日至五日之暴雨，則為旋風所致，蓋彼時西北之高壓，在貝克爾湖附近，東南之高壓，在日本附近，華北介此兩高壓之間，發生旋風之現象，使太平洋及貝克爾湖之濕氣，同集於華北，致有一日至五日各處先後之驟雨。

最大暴雨

以上所述各暴風之途徑，見圖三十八。其所達面積與深度，除民國六年七月間暴雨無記載外，餘均由各雨量測站及各臨時雨量測站所得記載，製成雨量同深綫圖。（圖三十九至圖四十三）。復就各圖計算某一雨量深度所達之面積，而以深度為經，雨量為緯，製成面積與深度關係曲綫圖（圖四十四），則知歷屆暴雨，以十三年七月十五至十七日之暴雨為最大。此雨之中心點在臨洛關，即稱之為臨洛關暴雨。

十三年七月臨洛關暴雨，是否為最大者，因雨量記載

時期過短，尙未能肯定。然就美國之暴雨記錄而研究之，惟一九一六年七月十五日至十六日北加羅里那州(N. Carolina)暴雨較大於此(見圖四十四虛線)。而在二千方公里以內，則臨洛關之暴雨，尙較大也。可知臨洛關之暴雨，即非最大，亦屬希有。

自各暴雨同雨量線圖及面積深度關係曲線圖，可得下列之結果。(一)，最大暴雨深度，其所達面積必甚小，易言之，即流域面積愈大，則其平均所受之雨量愈小。(二)，華北之暴雨，其中心點均在山嶺陡降爲平原之處，惟十三年七月十一至十三日之暴雨，源於貝克爾湖之旋風者，其中心點在懷來高原。(三)，暴風之途徑，遷徙無定，故臨洛關之暴雨，難保其不發生於他處。(四)，大洋颱風常前後追蹤而至，民國六年，與十三年，即其例也。如兩次颱風在最短時間接踪而至，則其發生之雨量，必較單獨所致者爲大。

但以華北雨量記載爲時甚暫，臨洛關之暴雨，究竟每若干年發生一次，有無較此更大之暴雨，均無從斷定。惟以此類似之暴雨，移於其他流域，如永定河者，非不可能。其中心點，則姑以三家店官廳間爲最適宜之處。

第十一節 永定河之流量與最高流量之估計

流量站

永定河之水災，及其防治，雖有久長之歷史，而其流

量之大小，自前順直水利委員會設置流量站以前，無記載可尋。蓋以先時治河者，雖知水位消漲之記載，而於流量之若何測量，固蒙昧無所知也。順直水利委員會成立，始於衝要地點，設置流量測站，然以限於經費，又以觀測目標，僅注重於洪水，故所記歷年流量，亦不完全。茲將各流量站地點設置年月及其所管轄之流域面積，列表於下：

第二十三表 永定河流域流量站表

站名	設置年月	流域面積 方公里	附註
宋家營	十三年七月		觀測時期十三年七月十二日至十五日
官廳	十三年七月	四五，三〇〇	
三家店	九年四月	四七，〇三〇	
盧溝橋	七年五月	四七，〇五〇	
金門關	八年五月	四七，一〇五	
雙營	七年六月	四七，一五八	

流量記載

各站流量記載，均以流量曲綫表示其變遷（圖四十五）。所感缺恨者，則各站低水流量，多付缺如，若為灌溉及其他利用河水之計畫，根據甚為薄弱。至於列年洪水流量，另表列下。其最大之洪水，則分別述其漲落之形勢於後。各站水位量關係曲綫另附圖四十七，四十八，四十九。

第二十四表 永定河盧溝橋測站歷年洪水流量表

年	份	最大流量 每秒立方英尺	備考
元	年	四〇〇〇	估計
二	年	三五〇〇	全上
三	年	九〇〇	全上
四	年	六〇〇	全上
五	年	二八〇〇	全上
六	年	三七〇〇	全上
七	年	四〇〇	實測
八	年	二〇〇〇	全上
九	年	三〇〇	全上
十	年	五〇〇	全上
十	一 年	三三〇〇	全上
十	二 年	一一〇〇	全上
十	三 年	四九〇〇	全上
十	四 年	一五〇〇	全上
十	五 年	二五〇	全上
十	六 年	七〇〇	估計
十	七 年	六〇〇	同上
十	八 年	四〇〇〇	實測
十	九 年	一五〇	全上

清代管理永定河，每逢秋洪暴發，例須報告水尺。其法，先量明底水尺寸，嗣後即報告漲水尺寸，加底水尺寸

，即為水深。按河床高下，於漲水之時，變遷甚鉅，此項水深，或水位，并無一定之標高，可資依據。以之估計流量，固難準確，然如借作參考，亦頗足以知永定河洪水之情形也。

第二十五表 永定河盧溝橋洪水深度表

紀元前 年 影	當代紀元	月 日	水 深	尺 公 尺	估計流量 附	註
九三	嘉慶廿四年	七月廿一日	二一·七	六·九四	四五〇〇	
九〇	道光二年	七月卅一日	一八·一	五·八〇	二二〇〇	
八九	三年	七月十八日	一九·二	六·一四	二八〇〇	
八〇	十二年	八月十七日	一九·九	六·三六	三二五〇	
七八	十四年	八月四日	二四·七	七·九〇	七六〇〇	
六八	廿四年	七月一日	一八·六	五·九五	二五〇〇	
六二	三十年	七月四日	一八·二	五·八二	二二〇〇	
五九	咸豐三年	七月十三日	二三·四	七·四二	六〇〇〇	
五六	六年	七月十九日	二一·二	六·七八	四四〇〇	
五五	七年	八月十六日	一八·四	五·八八	二四〇〇	
五三	九年	七月廿八日	一六·六	五·三〇	一五〇〇	
四五	同治六年	八月七日	二〇·〇	六·四〇	三三〇〇	
四四	七年	八月廿三日	二四·〇	七·六八	七〇〇〇	
四二	九年	八月十日	一九·六	六·二七	三一〇〇	
四一	十年	八月二日	二三·七	七·五九	六七〇〇	盧溝橋以下石隄五號尾浸水
四〇	十一年	八月五日	二三·五	七·五一	六三〇〇	盧溝橋面見水痕

三九	十二年	八月六日	二五·〇	八·〇〇	八一〇〇	
三七	光緒元年	八月廿三日	一二·五	七·五一	六四〇〇	
三四	四年	九月八日	二三·〇	七·三六	五八〇〇	
	十六年	六月			八三九〇	據調查是年洪水位達六五·五公尺
	十九年	六月			一四〇〇〇	據調查是年洪水位達六六·六公尺

上表所估流量，係以同治十一年李鴻章所奏盧溝橋面均見水痕為高水位之根據。其河底高度，暫以順直水利委員會所測者為準，不免有懸揣之譏。但查歷次災况，如道光三十年，每秒二二〇〇立方公尺，其漫溢在雙營以下，而道光二年之二二〇〇秒立方公尺，二十四年之二五〇〇秒立方公尺，則均係坐贛致險，咸豐七年之二四〇〇秒立方公尺，九年之一五〇〇秒立方公尺，均係堤塌，且在溜勢頂衝之處（見圖二十一），其他漫決等事，則均在流量三〇〇〇秒立方公尺以上（惟道光三年僅二八〇〇秒立方公尺），似與永定河流量尚屬符合也。

十三年洪水

民國十三年七月間之洪水，為十一日至十三日暴雨所致。此三日中十一日為最小，十二日為最大，十三日又復稀少。暴雨之中心，即最深點，位於官廳西北之沙城縣，共深三百公厘。迤西則雨量漸小，至渾源天鎮一帶，降為五十公厘（圖四十圖四十四）。平均計之，官廳三家店間約二百零九公厘，官廳以上僅八三·〇公厘。按受雨面積統計，則官廳以上四五三〇〇平方公里，共降雨三七五八兆

立方公尺，官廳三家店間一七三〇平方公里，共降雨三六〇兆立方公尺。

洪水之發生爲十一日晚間。至十二日晨八時，達一二六〇秒立方公尺，又復下降。至十二日下午二時復驟增，而十三日上午八時，達五七五〇秒立方公尺之最高點。惟官廳峽口過狹，洪流阻不得宣，其一部分遂暫滯於峽口之上游，成爲天然水庫，每秒僅洩四二〇〇立方公尺。及水庫蓄積漸多，水面增高，同時上游來洪亦漸減小，至十三日正午，出入流量相等，約爲每秒四三〇〇立方公尺，爲官廳山峽之最高流量。嗣後流量銳減，至下午十二時，僅一一〇〇秒立方公尺，上游壅積之水亦已洩盡。總計洪水流量爲三六〇兆立方公尺。三家店發洪較官廳爲早，在十三日上午三時，流量達三三〇〇秒立方公尺。此項逕流係來自官廳三家店間之受水面積。四時後流量漸減，至十時，始與官廳山峽口來水匯流，又漸增大。下午八時，達每秒五二〇〇立方公尺之最高點，後即減少。十四日午間，則僅一〇〇〇立方公尺。總計洪水流量，爲五四〇兆立方公尺，屬於官廳三家店者爲一八〇兆立方公尺。盧溝橋發洪較三家店晚二小時，在減壩以上，最大流量約每秒四九〇〇立方公尺。由減壩洩入小清河者，約每秒一一〇〇立方公尺。餘三八〇〇立方公尺，經盧溝橋南下，釀成高嶺及夏家場附近隄防之冲決。總計洪水流量爲四二五兆立方

公尺。

十八年洪水

十八年七月間之洪水，爲十六日至十八日暴雨所致，(見圖四十二，及圖四十四)。雨量以十七日爲最大，十六日次之，十八日爲最小。暴雨之中心，在北平一帶。平均計算，官廳以上約六三·六公厘，共降雨二八八五兆立方公尺。官廳三家店間爲一一三公厘，共降雨一九六兆立方公尺。

七月十八日以前，永定河流量極微，至十七日下午八時始驟增。至十八日上午六時，官廳測站流量達每秒二一〇〇立方公尺之最高點，三家店測站於十八日午間達每秒三一〇〇立方公尺。盧溝橋測站於十八日下午二時達每秒二六五〇立方公尺。共計官廳之洪水總流量爲一五〇兆立方公尺。三家店爲一八〇兆立方公尺，其屬於官廳三家店之流域者，爲三〇兆立方公尺。由盧溝橋洩出之總流量爲二〇五兆立方公尺。

十八年八月三日之洪水，爲一日至五日暴雨所致，暴雨中心點在盧溝橋(圖四十三圖四十四)。官廳三家店間，平均雨量一百五十六公厘，計降雨三三〇兆立方公尺。若官廳以上則雨量甚微，平均深僅二五·六公厘，降雨一一六一兆立方公尺，尙不及十三年七月十一日至十三日暴雨三分之一也。

故十八年八月間之洪水，幾全部來自官廳三家店間之

永定河流域，蓋以三家店測站流量，於八月三日上午二時達每秒四二〇〇立方公尺時，官廳最大流量在二日下午僅每秒五〇〇立方公尺而已。

盧溝橋流量驟增於二日下午六時，較三家店早二小時，而其最高流量，則在三日上午五時，較三家店晚三小時。最大流量為每秒四〇〇〇立方公尺。由減壩洩至小清河者，約每秒一〇〇〇立方公尺，其餘三〇〇〇秒立方公尺，由永定南下，至金門閘附近，洩量陡減，洪水壅積，始而漫流，終至潰決。就流量曲線計算，官廳之總流量為二〇七兆立方公尺，三家店為三九〇兆立方公尺，其中由於三家店官廳間之逕流者，為一八三兆立方公尺。盧溝橋之總流量為四〇〇兆立方公尺。

歷次實測洪水流量，均以流量曲線圖表示其漲落之迹。其曲線與平軸所包括之面積，即為流量之總數，（圖五十，圖五十一，圖五十二）。

洪水逕流與雨量

雨降於地，一部份仍復蒸發，一部份入於地下，為地下水，一部份則壅積於坳谷池沼，或堰留於耕種地，而為草木所吸收。故逕流入水道者，僅其剩餘之一部份。此亦自然界所以調節流量，以減輕水旱之害者也。流量既僅為雨量之一部，則其與雨量之比例，實為治導計畫所宜知。惟逕流之比例，與地形，地質，及氣候，均有密切之關係，而此三者隨時隨地，均有變易之可能。不特各流域多不

相同，即在同一流域中，亦無一定之比數可尋。就永定河而論，三次洪水之流量與雨量之比較，得逕流之比例如下表。

第二十六表 永定河流域暴雨之逕流

受雨區域	官廳	以上	官廳	三家店	間
面積 平方公里	四五三〇〇			一七三〇	
暴雨日期	一三，七， 十一至十三	十八，七， 十六至十八	十八，八， 一至五	十三，七， 十一至十三	十八，七， 十六至十八 十八，八， 一至三
平均雨深 公厘	八三·〇	六三·六	二五·六	二〇·九	一一·三 一五·六
總雨量 兆立方公尺	三七五八	二八八五	一一六一	三六〇	一九六 三三〇
總流量 兆立方公尺	三六〇	一五〇	二〇七	一八〇	三〇 一八三
逕流百分比	九·六	五·二	一七·八	五〇·〇	一五·三 五六·〇

觀上表，可知官廳以上之逕流，較之官廳三家店間者為小。其原因由於官廳以上，富於黃土，滲漏甚易，而官廳三家店間，則多巖山，一也。官廳以上，地勢較為平坦，河道亦多廣闊，流勢較緩，滲漏隨增，平地既多，壅蓄亦易，而官廳三家店間，峻坡陡峽，少迴旋容蓄之地，二也。

復次，十八年七月十六日至十八日之逕流，較之其他兩次均小。則以十八年七月以前，乾旱特甚。自六月一日起至暴雨前一日上，官廳以上各站，平均五一公厘，官廳三家店間，平均六五公厘，較之十三年六月一日至七月十日止，官廳以上，平均九七公厘，官廳以下平均一四一公

厘者，僅及其半。地下水分，較爲枯竭，則易於滲漏。若就壅蓄滲漏蒸發之雨量計算，則十三年七月十一日至十三日，官廳以上平均爲七五·〇公厘，官廳以下爲一〇四·五公厘，而十八年七月十六日至十八日官廳以上平均爲六〇·三公厘，官廳以下爲九五·八公厘，則又似以暴雨量之大小爲衡，而相去實亦無幾也。

十八年八月一日至五日之暴雨，其性質迥異於前。不特官廳以上之逕流大增，三家店官廳間，亦復增加其逕流。此蓋由於七月間之暴雨，減少大部分壅蓄滲漏之量故也。且自八月一日至三日，官廳三家店間之雨量，平均僅一二六公厘，不及十三年七月十一日者遠甚，而三家店流量，竟驟增至每秒四二〇〇立方公尺。若十三年七月十一日至十三日之暴雨，其純爲三家店官廳間暴雨所致者，惟十三日晨三時之三二八〇秒立方公尺。若以官廳之水下行至三家店須八小時計算，官廳來水爲八三〇秒立方公尺，實際不過二四五〇秒立方公尺已耳。

最高洪水流量之推測

以是知同一雨量，其逕流之比例，每因地形地質及其他種種關係而發生變異，而同一逕流總量，亦復因降雨之驟緩，及其他種種，而發生異量之洪水流量（即最高流量）。以本會觀測時期之短暫，對於雨量之驟緩，又無精密之觀測，欲就已有之記載，以推測永定河將來之洪水量，恒苦研究資料之不足。然可資研究者，有如下列各項。

以臨洛關暴
雨為根據

一，十三年七月十五至十七日臨洛關之暴雨（詳見第十節及圖四十一圖四十四），有下降於永定河流域之可能性。蓋永定河流域，本當颶風之途徑，則其為暴雨之中心點，自屬可能。且十八年七八兩月之暴雨中心點在北平附近，而西南一帶雨量，均屬稀少。可知颶風所致之暴雨，本無一定之地帶也。

二，較臨洛關暴雨更大之雨量，固未必無可能性，証以美國北加羅里那州一九一六年七月十五至十六兩日之暴雨而可知（見圖四十四）。然北加羅里那州暴雨，在美國東部之雨量記載，已為絕無僅有，則其能否發生於中國之北部，已無從揣測。即或有之，究竟經若干年而一遇，尤無所根據。故本會對於洪水流量之推算，僅以臨洛關暴雨為根據。

最高逕流比
例

三，逕流之百分比數，最難懸定。美國東部各處防洪計畫，其逕流有定為百分之九十以上者。此與華北區域，截然不同。蓋美國之洪水，多在二三月間。其時土地沍凍，逕流自大，若華北之洪水，證以歷來之記錄，不出七八兩月之間。時值酷暑，草木繁植，農田需水，則雨澤下降，而復蒸發者，為量甚鉅。而華北各地，黃土所積，性易滲漏，尤為逕流減少之主因。故永定河逕流之最高記錄，官廳以上僅百分之一七·八，官廳三家店間較大，亦不過百分之五六·〇耳。此最高紀錄，由於發洪之前，先有較

小之洪水，其現象不難復現。若謂較此最高之逕流百分比，尙有最高之可能性，固不能絕對否認。然必謂較高之逕流，適逢最大之暴雨，則其可能性自更稀少。故永定河之洪水流量，暫以現有之記錄爲根據。取臨洛關之暴雨與永定河最高之逕流百分比而推算之，已非六年十三年十八年諸洪水所能望其項背矣。

四，永定河上游各支流及官廳三家店間地形，地質，隨地不同，逕流又異，而暴雨之中心點，亦因其來源之或北或南，而有上下游之別。故若僅以官廳之最大洪水爲根據，則凡暴雨降於三家店附近，如民十八之洪水，即無從節制。故以洪水中心點位置於官廳三家店間，而分別計算官廳以上及官廳三家店間之流量，以爲治導之根據，實較偏重一方爲勝也。

最高流量

五，流量總數，雖可以逕流百分比與暴雨總量求得約數，而每秒之最高流量，則視各流域之形狀，地勢，地質，及暴雨密度之變異，以爲衡。凡面積相等時，流域面積作圓形或扇面形者，其最高流量必較狹長形者爲大。蓋前者各支流盛漲達到幹流之時間，相差無幾，則積合而成洪流。後者則近幹流之支流先下行，而遠者方至，其勢分而流亦弱。至若坡降較陡，而地面堅實者，與平坦之鬆土相較，其流量自必較高。反之則凡有森林耕地，湖沼峽谷以資含蓄吐納者，亦必較峻坂荒邱爲低。若暴雨密度，前密

而後疏者，則先潤土而後逕流，其流較緩，先疏而中密者，則土膏滋潤，逕流之量自增。然此種現象，變化多端，不可推測。惟有根據實測流量曲線，比較其漲落之時間與總流量，而假定一流量曲線。官廳測站漲水時間(即自初漲以至最高流量)，暫定為八小時，最高流量為八〇〇〇秒立方公尺。三家店流量，來自官廳三家店間流域者，漲水時間，暫定為三小時，最高流量為四九〇〇秒立方公尺。官廳來水下流至三家店，須八小時，且三家店漲水，通常在官廳之先，兩處最高峯，不能同時相遇，故以官廳流量曲線推前八小時加於三家店官廳間逕流曲線之上，即得三家店流量曲線。其最高流量，為一〇二〇〇秒立方公尺。

盧溝橋最高流量

六，三家店至盧溝橋一段河底，易於滲漏。且自峻谷驟入平地，來水壅積，不得驟下。故盧溝橋之最高流量，依據觀測所得，均較三家店為低。其總流量則視盧溝橋三家店間有無雨水，互有增減。茲將十三年及十八年各洪水流量比較如下表。

第二十七表 三家店盧溝橋流量比較表

年 月	最高流量 (秒立方公尺)			總流量 (兆立方公尺)		
	三家店	盧溝橋	增或減	三家店	盧溝橋	增或減
十三年七月	五二〇〇	四九〇〇	減三〇〇	五 四 〇	四 二 五	減一一五
十八年七月	三一五〇	二六五〇	減四〇〇	一 八 〇	二 〇 五	增 二五
十八年八月	四二五〇	四〇〇〇	減二五〇	三九〇	四〇〇	增 一〇

以最大洪水計算，盧溝橋總流量，亦應較三家店爲增，以暴雨中心，假定爲三家店官廳間，與盧溝橋相去甚近也。至其最大流量，則依歷次洪水之記載，似應減小。惟所減若干，不易揣測，姑照歷次記載比較假定爲每秒四百立方公尺。故盧溝橋之最大流量或可至九八〇〇秒立方公尺。所有各站估計最高流量曲線，均見圖五十四。

七，盧溝橋最大流量，估計爲九八〇〇秒立方公尺，驟視之，似有過於誇大之處。然証以本河歷史之記載，各河最大流量之比較，則此最高流量，實富有可能性。爲計畫安全計，自不能不顧慮及此。至較此更大之流量，固不能謂其必無，惟記載短促，更無從懸揣矣。

何謂証以本河之歷史，其最大洪水可達九八〇〇秒立方公尺也。按盧溝橋流量達九八〇〇秒立方公尺時，必漫橋溢堤，洶湧而下。其下游之漫溢，又決非限於一二處。查乾隆二年六月，河水陡漲，漫盧溝橋面，過堤頂，冲刷石景山土堤一處，漫溢南岸十八處，北岸二十二處（見永定河河防年表）。此實近二百年來僅有之洪水，惟其流量究達若干，無可估計，故爲人所忽視。然與本計畫所估計之最大洪水流量應有之情形，又何其相似也。

復次，永定河洪水痕跡，尙有存於故老之心目中者。本會調查之結果，則如光緒十四年（或謂係十六年）北岸下游元神廟決口，盧溝城內水深四五尺，水位達六五·五公

尺，約估流量八三九〇秒立方公尺。次爲光緒十九年盧溝橋欄杆被冲一半，城根水深達八九尺，橋上游西岸決口，水始退落，其水位大約達六六·六五公尺，估計流量一四〇〇〇秒立方公尺。按此二年在盧溝橋減壩尙未建設之時，或因盧溝橋擁阻之故，水位不免過高。然同時十六年三家店水位，據調查達一〇九公尺，估計流量一〇七四〇秒立方公尺，則與本計畫所估計之一〇二〇〇秒立方公尺，愈爲近是矣。

若就華北諸水最大流量之記錄而比較之，則十九年灤河洪水流量爲九四三〇秒立方公尺，其流域面積約三二二〇〇平方公里。六年滹沱河洪水流量，估計爲一〇〇〇〇秒立方公尺，其流域面積爲二三八〇〇平方公里。兩河流域面積，均不及盧溝橋以上之永定河（四七〇三〇平方公里），而洪水流量之記錄，則超過之。即云流域情形不同，未可一概而論，然以永定河面積之大，超過兩河一倍乃至半倍以上，而估計最大流量，尙在其次，其非誇大，當屬可信。

洪水週期之推算

八，歐美各水利專家，多就本國或本土之洪水記錄，分析研究，著爲公式，以爲設計之應用。然其所取資料，類皆局於一隅，未必適用於他處。故估計洪水流量，應以取於當地記載者爲上，若種種公式，用爲參校之資，則亦未必無所發明。各公式中範圍較廣，取材較多者，爲傅樂

氏公式(Fuller's formula)。其公式為：

$$Q_{ave} = C M^{0.8} \dots\dots(1) \quad Q = Q_{ave} (1 + 0.8 \log T) \dots\dots(2)$$

$$Q_{max} = Q(1 + 2M^{-0.5}) \dots\dots(3).$$

其中 Q_{ave} 為一流域中歷年平均洪水流量， Q 為若干年一次之一日平均最大洪水流量，其時期之年數為 T ， Q_{max} 為同時期中之最高洪水流量， C 為系數，視流域之情形而異， M 為流域面積，以平方英里計算，流量則均以秒立方英尺計算。若以此公式與永定河洪水流量相參較，則自民國元年至十九年之洪水記錄或估計，（見第二十四表），平均每年洪水流量為一八五三秒立方公尺，合六五五〇〇秒立方英尺，流域面積四七〇三〇平方公里，合一八一五〇平方英里，而據此公式計算五年十年至五百年一次之一日平均洪水流量及最高流量，得如下表。

第二十八表 永定河週期洪水流量表(傅樂氏公式)

週期年數	一 日 平 均 洪 水 流 量		最 高 洪 水 流 量	
	秒立方英尺	秒立方公尺	秒立方英尺	秒立方公尺
五 年	一〇二〇〇〇	二九〇〇	一一二八〇〇	三二〇〇
十 年	一一八〇〇〇	三三五〇	一三〇四〇〇	三七〇〇
二十 年	一三三七〇〇	三七七〇	一四七七〇〇	四一六〇
五十 年	一五四六〇〇	四三八〇	一七一〇〇〇	四八四〇
一百 年	一七〇二〇〇	四八三〇	一八八〇〇〇	五三四〇
二百 年	一八六〇〇〇	五三〇〇	二〇五五〇〇	五八六〇
三百 年	一九五二〇〇	五六三〇	二一六〇〇〇	六二二〇
五百 年	二〇七〇〇〇	五八八〇	二二八五〇〇	六五〇〇

按傅樂氏公式中 $(1+0.8 \log T)$ 之0.8與 M 之0.8倍數均爲一種系數，與各地情形，不必融合。設以此數爲 n ，其公式即爲 $Q=Q_{ave} (1+n \log T)$ ，而從永定河洪水流量之記載，求 n ，則得下表。

第二十九表 永定河週期洪水系數

洪水流量	十九年中次數	每若干年一次	$\frac{Q}{Q_{ave}}$	n
二八〇〇以上	六	三·一七	一·五一	一·〇二
三三〇〇以上	五	三·八〇	一·七八	一·三四
四〇〇〇以上	三	六·三三	二·一六	一·四三
四九〇〇以上	一	一九·〇〇	二·六四	一·二八

n 平均爲一·二七

設以此 n 加入傅樂氏公式則 $Q=Q_{ave} (1+1.27 \log T)$ ，

而計算各週期之洪水流量(一日平均)，得下表。

第三十表 永定河週期洪水流量表(修正傅樂氏公式)

週期年數	洪水流量 (一日平均)		最高洪水流量 (秒立方公尺)
	秒立方英尺	秒立方公尺	
五年	一二四〇〇〇	三五二〇	三八九〇
十年	一四八八〇〇	四二一〇	四六五〇
二十年	一七四〇〇〇	四九三〇	五四五〇
五十年	二〇七〇〇〇	五八六〇	六四八〇
一百年	二三二〇〇〇	六五六〇	七二五〇
二百年	二五七〇〇〇	七二八〇	八〇五〇

三 百 年	二六五〇〇〇	七五〇〇	八二八〇
五 百 年	二九一〇〇〇	八二五〇	九一二〇

接上表永定河洪水流量爲九八〇〇秒立方公尺，其週期當在五百年以上，即每五百年一次之洪水，尙不及其流量之大。此足以證明本計畫安全因數之鉅，然以本河流量觀測時間，過於短促，其每年平均洪水流量，是否不因此後記錄而有重要更改，自無從預料。例如十九年之洪水流量特小，若在十八年終計算，其每年平均洪水流量，應爲一九五〇秒立方公尺，而五百年一次之洪水流量，亦自九一二〇驟增至九五六〇秒立方公尺。且所云若干年一次之洪水，其年數亦僅爲長時期之平均數。故五百年一次之最大洪水，亦可於二百年中發生數次，而於此期前後一千數百年中，并未發生。易言之，但在某一期中一千五百年內發生三次而已。總之，洪水之發生，其成因至爲複雜，研究現有之記錄，已極不易。若以之推測將來，則倍形困難。本計畫所估最高洪水流量，雖皆根據已有之記錄，反復推求，以期適當，若必謂其將來之情形，與推求之結果，無毫忽之差，則固盡人知其不可能也。盧溝橋洪水頻速率見附圖五十四。

第十二節 永定河之沙泥

沙泥與治水之關係

河流所含沙泥，爲治水一大問題。蓋沙泥之多寡粗細，對於河槽之形式，及治導之方法與費用，在在有密切關

位。歐美治水專家，孳孳兀兀，日與沙戰，迄今尙無永久解決之方。吾國河道所含沙量，較之世界各河爲高，故其治導之方法，亦以去沙爲先務。諸如「束水刷沙」，「借清刷渾」，「散水勻沙」，及「不與水爭地」等原理，莫不由是而發明。然刷沙散沙之法，日久而弊生，「與水爭地」，又爲近世不可避免之事實，於是治河之方略，因此而更形複雜困難。故爲治水之計畫者，若不明所含沙泥之來源，性質，數量，及其消漲之勢，無有是處。

華北各河含沙量與世界河流之比較

前順直水利委員會自成立後，除測量各河地形，水位流量外，於含沙量之測驗，亦曾加以注意。民國九年五月，成立永定河三家店水文站，六月成立黃河陝州水文站，均兼測含沙量。其他各河，則僅於大汛時暫爲觀測而已。十年八月，各水文站裁撤，記載中斷。本會成立，深知觀測含沙量之需要，故恢復各水文站，同時有含沙量之記錄。惟陝州測站，因戰事中止，故資料實爲過少。惟民國九年，十年，爲旱年，十八年爲潦年，故大概情形，尙有足資研究者。

歐美各河，如萊茵，如羅納，如密所里，如可羅拉度等，皆號稱多沙，然比之華北各河已瞠乎其後。而華北各河含沙量之多，尤以黃河與永定河爲最。其最高記錄，實足使世界學者，羣相驚異。茲列各河含沙量記錄於下，以資比較。

第三十一表 世界著名河流含沙量表

河名	所在國	含沙量地點	含沙量(重量百分比)			記載來源
			最高	最低	平均	
密失失必 Mississippi	美	開羅至海口	0.256	0.02	0.08	見Thomas & Watt Improvement of Rivers
密所里 Missouri	全		0.564	0.05	-----	全前
可羅拉度 Colorado	全	兩 Yuma 麥	3.08	1.70	0.84	U.S. Department of Agriculture
萊茵 Rhine	德		1.00	-----	-----	全前 (Hartsocker 觀測)
羅納 Rhone	法		2.22	-----	0.087	全前 (Gorsse & Subows 觀測)
杜郎河 Durance	法		10.00	-----	3.00	Flym Book No. 19 Page 69
格蘭特 Rio Grande	墨西哥		0.50	0.345	0.25	Wilson Book No. 20
又	美 國	愛爾拍沙 El Paso	3.39	-----	0.81	U.S. Geological Survey
又	又	三馬薛愛爾 San Marcial			1.41	M.W. Follat
波河 Po	意		0.33	-----	0.183	Subows (Lombardini 觀測)
多瑙 Danube	奧匈		0.11	0.01	0.028	
尼羅 Nile	埃及	阿 思 灣 Aswan	0.318	0.005	0.01	一九一三至一九二五見Buckley. Irrigation Pocket Book
恒河 Ganges	印度	吼 特 華 Hurdwar	0.813	-----	0.15	全前
印 Indus	全	哥 德 利	0.799	-----	-----	全前
路基運河	全		3.000	-----	-----	全前
所羅 Solo	爪哇 Java		0.598	-----	0.229	T. & W. Improvement of Rivers
黃河	中國	灤 口	6.81	0.05	-----	
又	全	陝 州	22.62	0.15	-----	
永定河	全	官 廳	29.00	0.02	-----	最高記錄十八年七月十八日
又	全	三 家 店	38.67	0.00	-----	同前

又	同	盧溝橋	32.67	0.00	.....	同前
潮白河	全	蘇莊	5.16	0.02	.....
滹沱河	全	正定	1.40	0.01	.....
衛河	全	臨清	5.58	0.01	.....
漳河	全	豐樂鎮	9.80	.....	.....
海河	全		5.27	0.00	.....	最高記錄民國十七年
勝子江	全	漢口			.0336	工程第六卷第二號二〇七頁

沙泥來源

華北各河沙泥之來源可分為四種，

- 一，紅土層， 沉積於第三紀之後期，最厚達百餘公尺。
（此層與其上層之黃土，舊日地質學家如李希霍芬氏，不加分別，嗣後於其所含化石，知其屬第三紀，而黃土則屬第四紀，風成或水成，尙未定論。）
- 二，黃土層， 沉積於第四紀之前期，厚自數公尺至三十公尺。（黃土之成因，據李希霍芬氏謂係風力所成，其質料自中亞細亞沙地移來。但安特生氏則謂係由中國北部上新統之粘土移積而成）。
- 三，冲積層， 此層為最新沉積物，包括沙礫，沙淤，壩土，及次生黃土，厚度不一，有至數百尺者。
- 四，山巖剝蝕之餘，經冲刷而下者。

此四種中，以紅土，黃土，及冲積層之沙礫與次生黃土等為最多。而直接自山巖剝蝕而來者，所佔成分甚少。大抵北部諸河，如潮白，永定，大清，子牙，所含沙泥，

以黃土爲多。黃河亦然。而漳河，衛河，及運河，則以紅土爲首要。故其漲水之時，河流盡成紅色，遠至天津，猶可觀色而測其漲落焉。

沙泥之分析

黃土之成分及化學分析，頗有研究者，而對於紅土及次生黃土之定性定量，尙未有所聞。本會已於十九年冬在永定河上游取次生黃土，送至德國化驗，報告亦尙未至。惟此三種土質，大略相似，而其能成壁立之劈開面，與浸水後之忽然崩墜，其性質尤相同也。

金陵大學羅德彌教授 (Professor Lowder Milk) 研究黃土顆粒之大小，與百分比，得下列之結果。

細沙	0.13至0.10公厘(直徑)	一至二(百分)
最細沙	0.065至0.063	二五至二八
泥	0.03至0.033	五一至五四
粗粘土	0.0033至0.004	二〇

而化學成分經翁文灝博士及其他科學家分析之結果如下。

砂	五九至六四(百分)	二養化鐵	0.03.八至四.七
養化鋁	一一.四	鈉	二
炭酸鈣	一三.四至一四	其他?	
炭酸鎂	四		

次生黃土之化學成分，大略相似，惟砂之成分，減至百分之五一，而另含百分之十至百分之十五之二養化炭，大約因水流經耕種地，或生長草木之地，所溶化而被吸收

者也。

前順直水利委員會，曾擬將各水文站所取沙泥，爲機械的及顯微鏡之分析。但以顆粒膠粘甚固，雖經水鬆化，甚至煮沸搖盪，而自顯微鏡觀之，其膠粘如故。惟永定河官廳所送土樣，尙可分析，故又自雙營取河岸沉積之土，而爲下列之研究。

甲，以水試驗比重與空隙，

乙，析離顆粒於水中而定其顆粒大小之百分率，

丙，沉澱之速率與顆粒大小之關係。

徑流黃土層之沙泥，在顯微鏡中(以色區別)，除粘著者外，各顆粒形狀，甚爲相似。而徑流紅土如衛河之沙泥，較之黃土爲圓。其紅色乃因鮮紅之顆粒，或獨立，或粘著於較大之顆粒而成。此外則與黃土殆無區別。大部分物質爲砂。

比重與空隙之試驗分爲，(一)，衡量磨光之方塊，放入量筒中，而加定量之水，以求得排水量。(二)，碾碎衡其重量，復放入量筒中，加水而量其沉積之體積。或(三)，碾碎焙乾而後衡其重量。其結果如下。

第三十二表 永定河沙泥之比重與空隙

樣 土 所 在 地	官 廳	雙營 (低水位上)	附 註
平均比重	第一法	二·七〇	官廳之泥塊陰乾二個月雙營之泥塊陰乾一個月
	第二法	二·七八	
	第三法	二·八一	
	平均	二·七六	
平均空隙 體積百分比	第一法	二七·〇	因原沉積之土未經攪亂且不免含有水分故第一法之空隙特小
	第二法	四二·八	
	第三法	四三·八	
	平均	.....

關於(乙)項之試驗，先將泥塊謹慎衡量，放入加水之玻璃量杯中，而竭力搖盪之。搖盪既停，即傾入於另一空筒中。泥沙之沉積於原筒中者，應為最粗之部分。復於十五秒，一分，五分，十五分，一小時，二十四時沉澱之後，各傾水取土一次。則因沉澱時間之不同，土之粗細自分。但每次沉積之土，其中粗細，亦各不同。且每次沉澱之時，近管底者，因已下沉，在水面者，未必能沉至管底。故須依上法反復分析，然後將每次所得之沙，併為一處，各依其沉澱之時間，分為第一組，第二組，乃至第七組，而浸於水中。蓋沙粒一遇風乾，即不免粘著，而失其真相也。顆粒之大小，即以顯微鏡觀測之。其法取少許沙泥置于玻璃片上，加清水一滴，將沙粒分布均勻，放於顯微鏡下，配以相當之放大倍數。同時於置玻璃片之架上，或等高之木架上，放白紙一張。然後以左目窺沙粒，右目注視

紙上，因腦筋之天然作用，沙粒幻影，現於紙上。用鉛筆沿其周圍，逐粒描繪，至鏡中顯示範圍內，悉數繪成。復移動鏡頭，如前法描繪，凡四五移，洗淨玻璃片。乃復取少許之沙，重行觀測。每一部分，反復行之至四五次，可以得此部分沙粒大小分布之大概情形矣。

描得沙粒圖後，於其上各繪一圓，圓之面積，略與沙粒之面積等，而命是圓之直徑，為沙粒之直徑。復求直徑相等之沙粒，各計其數，循序繪成頻速率曲線，再由各部曲線得其平均直徑與重量百分比，如下表。

第三十三表 永定河官廳沙泥之大小與重量百分比

沙 樣 沉 澱 時間	平均直徑	最大直徑	最小直徑	第二種	第三種	第四種	平 均
					百分數	百分數	
	〇・〇八一	〇・三六	〇・〇三	一〇・五	二二・〇	一二・七	一五・二
十 五 秒	〇・〇六六	〇・三二	〇・〇二	二八・〇	二四・〇	二一・〇	二四・三
一 分	〇・〇五五	〇・一九	〇・〇二	二一・〇	一四・〇	一八・一	一七・七
五 分	〇・〇三六	〇・一五	〇・〇〇六	二二・五	一四・〇	一二・二	一六・二
十 五 分	〇・〇二〇	〇・〇七	〇・〇〇四	五・〇	一一・〇	一五・六	一〇・五
一 小 時	〇・〇一五	〇・〇五四	〇・〇〇二	七・〇	九・〇	一二・二	九・〇
二十四小時	〇・〇一以 下	〇・〇一	〇・〇〇一	六・〇	六・〇	八・二	六・七

以上表之百分數與顆粒大小繪於方格紙上，而連以曲線，則得第五十五圖。

至沙泥在靜水中下沉之速率，則以每組小量之沙泥置

於盛水之量杯中，水之溫度，為華氏六十度，而計其時間如下。(一)，最大顆粒到底，(二)，大部分沙泥開始下沉，(三)，七成至八成沙泥已沉至底，(四)，全數沉澱。如此試驗數次，得其平均時間，其下沉之深度，則為二十四公分至二十九公分。第五十五圖所示為官廳河中淤泥在靜水中沉澱之速率，以沉速率與顆粒大小相比，頗與美國試驗之結果相似。(美國土木工程師會論文集第五十五卷第四十五頁)

下沉速率 以每秒公厘計		一〇〇	二一	八	三·八	二·一	〇·六	〇·一五
沙粒直徑 公 厘	永定 (60°F) 河沙	.....	〇·二一	〇·一四九	〇·〇七八	〇·〇四九	〇·〇二	.....
	美國 (50°F)	一·〇〇	〇·二一	〇·一〇	〇·〇六	〇·〇四	〇·〇二	〇·〇一

復以永定河之淤泥與尼羅河之淤泥比較如下表。(按尼羅河淤泥研究，係在尼羅河中流取得沙樣，於一九一一年公布，載 Buckley Irrigation Pocket Book P. 143—144。其研究方法用一百號及二百號細銅篩分析，留在一百號銅篩上者為粗沙，通過一百號銅篩而留在二百號銅篩上者為細沙，通過二百號銅篩者為細泥及黏土。惟篩眼之尺寸，頗有出入。茲據美國土木工程師袖珍全書，一百號銅篩眼對徑為〇·一四至〇·一七公厘，二百號銅篩眼對徑為〇·〇六五至〇·一〇公厘。)

第三十四表 永定河沙泥與尼羅河沙泥比較表

對	泥 樣 徑	粗沙(重量百分比)	細沙(重量百分比)	細泥(重量百分比)
		〇·一七至·一 四公厘以上	〇·〇六五公厘 至〇·一七公厘	〇·〇六五至〇 ·一〇公厘以下
尼羅河沙泥 (共五 深公尺)	一公尺水面下	五·八	八·五	八五·七
	二公尺	三·六	一五·九	八二·五
	三公尺	一·二	二三·二	七五·六
	四公尺	一·二	二九·二	六九·五
	六公尺	三·四	二九·四	六七·二
	八公尺	六·八	三四·七	五八·五
永定河沙泥	雙營河底	四·五至七·五	一五·五至五二·〇	八〇·〇至四〇·五
	三家店 流量八五〇 秒立方公尺	七·五至一三·八〇	一三·〇至二〇·七	七九·五至六五·五
	官廳 流量一二〇〇 秒立方公尺	七·五至一二·〇	一七·〇至三九·〇	七五·五至四九·〇
	盧溝橋 流量五〇〇 秒立方公尺	一〇·五至一九·五	一八·〇至二八·〇	七一·五至五二·五

按上表所載永定河沙泥所含粗沙細沙之成分，較之尼羅河似為略高。惜所用分析方法不同，尙未能據為定論也。

含沙量之變遷 永定河含沙量之變遷甚鉅，歷年測驗所得，列表於下，首日期，次官廳測站所測，分流量，平均流速，及含沙量(重量百分比)，再次三家店測站所測，又次盧溝橋測站所測，各分三行如官廳。

第三十五表 永定河各測站含沙量消漲表

測 日 站 期	官 廳			三 家 店			盧 溝 橋		
	流 量	平均 流速	含沙量	流 量	平均 流速	含沙量	流 量	平均 流速	含沙量
	每 秒 立 方 公 尺	每 秒 公 尺	重 量 百 分 比	每 秒 立 方 公 尺	每 秒 公 尺	重 量 百 分 比	每 秒 立 方 公 尺	每 秒 公 尺	重 量 百 分 比
民國九年七月一日		測 站 未 設		5.0	0.70	0.13			
二日				4.0	0.65	0.09			
三日				4.0	0.65	0.09	5.0	0.32	0.07
六日				8.0	0.80	0.13			
七日				49.0	1.16	1.06	20.0	0.75	0.40
九日				20.0	0.90	1.38	22.0	0.76	1.38
十二日				10.0	0.77	0.94			
十三日				4.0	0.65	0.22			
十四日				2.0	0.40	0.13	4.0	0.27	0.21
十六日				15.0	0.83	0.61			
十七日							8.0	0.43	0.31
十八日				12.0	0.92	0.37			
二十日				360.0	3.25	16.05			
二十一日				24.0	0.86	2.70			
二十二日				16.0	0.90	1.38			
二十三日				8.0	0.80	0.48			
二十四日							7.0	0.40	0.23
二十五日				4.0	0.65	0.09			
二十六日				3.0	0.50	0.08	5.0	0.32	0.13
二十七日							8.0	0.43	0.05
二十八日				23.0	0.92	0.52			
二十九日							7.0	0.40	0.24
三十一日				6.0	0.66	0.15			
八月一日				10.0	0.77	0.34			
二日			20.0	0.91	1.37	23.0	0.80	1.61	
三日						7.0	0.35	1.54	
五日			10.0	0.77	0.88				
六日			30.0	1.00	3.65	38.0	1.80	4.57	
九日			20.0	0.91	2.34				
十一日						7.0	0.35	0.65	
十三日						8.0	0.39	0.31	
十四日			7.0	0.78	0.17				
十六日			4.0	0.67	0.13				
十七日			3.0	0.60	0.09	6.0	0.30	0.05	
十八日			2.0	0.40	0.06	6.0	0.30	0.05	
二十日			2.0	0.44	0.05				
二十一日			5.0	0.63	0.09	6.0	0.30	0.05	
二十二日			6.0	0.74	0.09	7.0	0.35	0.12	
二十三日			4.0	0.61	0.07	91.0	1.73	5.49	
二十四日			74.0	1.40	6.91	85.0	1.68	9.27	

測 日 站 期	官廳			三家店			盧溝橋		
	流量	平均流速	含沙量	流量	平均流速	含沙量	流量	平均流速	含沙量
	每秒立方公尺	每秒公尺	重量百分比	每秒立方公尺	每秒公尺	重量百分比	每秒立方公尺	每秒公尺	重量百分比
民國九年八月二十五日 二十六日 二十七日 二十八日 二十九日 三十日 十年七月一日 二日 三日 四日 五日 六日 七日 八日 九日 十日 十一日 十二日 十三日 十四日 十五日 十六日 十七日 十八日 十九日 二十日 二十一日 二十二日 二十三日 二十四日 二十五日 二十六日 二十七日 二十八日 二十九日 三十日 三十一日 八月一日 二日 三日 四日 五日		測站未設					37.0	1.07	4.73
				33.0	1.02	3.00	34.0	1.00	3.36
							30.0	0.94	1.42
				21.0	0.88	1.17	23.0	0.80	1.31
							5.0	0.24	0.02
							5.0	0.24	0.02
							5.0	0.24	0.23
							5.0	0.24	0.02
				200.0	2.13	8.77	110.0	1.90	7.54
				128.0	1.73	4.23	50.0	1.40	3.78
				83.0	1.41	6.71	125.0	2.00	5.96
							25.0	0.94	3.15
				69.0	1.28	3.81	50.0	1.40	3.31
				71.0	1.32	6.47	107.0	1.92	3.29
				32.0	0.89	0.56	35.0	1.15	3.94
							25.0	0.94	2.02
							20.0	0.80	0.42
							15.0	0.67	0.51
							10.0	0.48	0.21
							8.0	0.45	0.19
							8.0	0.45	0.42
							30.0	1.04	0.59
				120.0	1.69	4.37	123.0	1.95	5.35
				61.0	1.21	1.86	55.0	1.45	2.61
				29.0	0.88	1.68	33.0	1.00	2.07
				31.0	0.89	1.07	31.0	1.07	1.03
				24.0	0.80	0.39	24.0	0.92	0.33
							21.0	0.84	0.35
							20.0	0.80	0.26
				30.0	0.88	0.32	20.0	0.80	0.52
				63.0	1.22	2.09	35.0	1.15	0.96
						35.0	1.15	2.49	
			27.0	0.61	0.91	55.0	1.45	1.39	
						42.0	1.26	0.59	
			136.0	1.79	5.45	67.0	1.58	0.63	
			174.0	1.98	3.46	130.0	2.20	8.31	
			102.0	1.57	5.76	105.0	1.95	5.68	
						60.0	1.50	4.15	
			62.0	1.24	4.35	84.0	1.75	2.53	
						50.0	1.30	3.21	

測 日 站 期	官 廳			三 家 店			盧 溝 橋		
	流 量	平均 流速	含沙量	流 量	平均 流速	含沙量	流 量	平均 流速	含沙量
	每秒立 方公尺	每秒 公尺	重 量 百分比	每秒立 方公尺	每秒 公尺	重 量 百分比	每秒立 方公尺	每秒 公尺	重 量 百分比
民國九年八月 六日 七日 八日 九日 十一日 十四日 十五日 十六日 十八日 二十一日 二十四日 二十八日 八月十七日 十八日				39.0	0.97	2.54	35.0	1.05	3.15
				82.0	1.41	5.43	50.0	1.30	2.32
							45.0	1.20	5.18
				114.0	1.63	9.51			
				161.0	1.94	8.48			
							55.0	1.36	5.69
				29.0	0.87	1.41	32.0	1.00	1.56
				25.0	0.83	0.73			
				20.0	0.71	0.73			
							20.0	0.75	0.37
							30.0	0.95	0.64
							25.0	0.85	1.27
							500.0	2.10	6.80
	民國十三年七月 八月 民國十四年七月 一 二 三 九 十五 二十 三 四 八月 二十 七 二十 七 民國十八年七月 二 三 四 六 八 九 十一 十二 十三 十四 十五 十六 十七 十八				1000.0	4.00	8.00	600.0	2.80	10.00
1150.0		4.40	6.50						
1100.0		4.30	5.70						
1000.0		4.10	4.00						
1200.0		4.44	9.90						
1950.0		5.69	22.40						
1800.0		5.47	22.40						
2450.0		6.41	24.90				880.0	2.90	7.00
				530	3.3	5.80	100.0	1.80	5.00
			17.4						
4.0		0.60	0.09						
15.0		0.56	1.41						
6.0		0.76	0.49	7.8	0.69	1.00			
10.0		0.71	0.21	2.5	0.28	0.37			
4.0	0.50	0.06	3.8	0.38	0.32				
		0.06	2.5	0.32	0.26				
3.0	0.50	0.06							
		0.10	2.0	0.25	0.23				
6.0	0.63	0.10							
		0.74	9.5	0.82	0.79				
23.0	1.44	0.74							
33.0	1.33	5.57	45.0	1.52	3.88	100.0		2.49	
22.0	0.79	1.50	30.0	1.24	6.90	180.0	1.82	4.57	
110.0	1.80	7.40	28.0	1.44	4.03	230.0	2.34	3.40	
1775.0	3.00	25.40	1510.0	3.76	37.68	2500.0	3.60	32.67	
			3000.0	4.80	38.67				

日期	官廳			三家店			盧溝橋		
	流量	平均流速	含沙量	流量	平均流速	含沙量	流量	平均流速	含沙量
	每秒立方公尺	每秒公尺	重量百分比	每秒立方公尺	每秒公尺	重量百分比	每秒立方公尺	每秒公尺	重量百分比
民國十八年七月十八日	1250.0	3.02	29.00	2270.0	4.36	38.42	2080.0	3.10	26.00
十九日	267.0	1.97	10.50	2060.0	3.91	35.46			
二十日	360.0	2.53	16.00	485.0	2.62	32.83			
二十一日	625.0	2.89	20.10	250.0	3.24	19.39			
二十二日	370.0	2.35	18.00	310.0	2.74	23.13			
二十三日	193.0	2.01	11.40	120.0	2.12	11.91			
二十四日	80.0	1.60	6.12	320.0	2.54	12.76			
二十五日	80.0	1.48	5.20	505.0	3.66	17.91			
二十六日	37.0	1.30	4.75	950.0	3.75	30.94	380.0	3.40	17.44
二十七日	60.0	1.29	5.83	330.0	2.82	17.53			
二十八日	18.0	0.64	2.12	700.0	3.69	37.30			
二十九日	146.0	2.40	13.00	400.0	2.99	24.25			
三十日	217.0	2.33	15.30	295.0	2.48	17.10	280.0	2.70	12.59
三十一日	96.0	2.20	5.58	185.0	2.23	10.45			
八月一日	450.0	2.67	16.00	110.0	1.67	5.82			
二日	490.0	2.80	18.35	108.0	1.84	4.07			
三日	620.0	2.63	7.20	60.0	1.42	3.73			
四日	300.0	2.36	5.77	50.0	1.43	3.06			
五日	1075.0	2.86	4.50	60.0	1.46	2.54	105.0	1.40	2.31
六日	180.0	1.94	7.70	200.0	2.09	3.13			
七日	85.0	1.90	4.87	475.0	3.15	24.73	530.0	3.09	16.41
八日	73.0	1.38	3.71	290.0	4.09	8.51			
九日	55.0	1.28	2.27	420.0	2.93	15.89	140.0	1.33	4.53
十日	45.0	1.12	1.66	470.0	3.56	19.10	540.0	3.50	14.39
十一日	36.0	1.02	1.15	2000.0	4.42	12.19	4000.0	3.70	10.82
十二日	255.0	2.44	14.10	1030.0	3.61	16.04			
十三日	315.0	2.73	14.15	470.0	2.99	4.93			
十四日	145.0	1.80	7.77	940.0	3.60	11.94			
十五日	60.0	1.28	3.75	1330.0	3.99	22.05	1100.0	3.64	14.96
十六日	40.0	1.64	2.96	360.0	2.88	8.21			
十七日	30.0	0.97	1.69	150.0	1.95	5.79			
十八日	25.0	0.83	0.96	110.0	1.83	3.66			
十九日	20.0	0.99	0.57	72.0	1.39	2.24			
二十日	15.0	0.52	0.36	42.0	1.27	1.49	80.0	1.21	1.11
二十一日	11.0	0.85	0.25	46.0	1.32	1.57			
二十二日	9.0	0.32	0.14	53.0	2.69	13.88	300.0	2.90	8.40
二十三日				200.0	2.18	12.90			
二十四日	29.0	1.14	0.50	85.0	1.76	5.67			
二十五日	33.0	0.93	0.53	70.0	1.38	2.91			
二十六日	28.0	0.90	0.46	42.0	1.28	1.96	70.0	1.10	1.78
				23.0	1.04	2.02			
				28.5	1.10	0.75			
				28.5	0.88	0.83	20.0	1.00	0.70
				26.0	1.00	0.60			
				23.0	0.96	0.37			
				24.3	0.97	0.30			
				25.5	0.80	0.33			

測 日 期	官 廳			三 家 店			盧 溝 橋		
	流 量	平均 流速	含沙量	流 量	平均 流速	含沙量	流 量	平均 流速	含沙量
	每秒立 方公尺	每秒 公尺	重 量 百分比	每秒立 方公尺	每秒 公尺	重 量 百分比	每秒立 方公尺	每秒 公尺	重 量 百分比
民國十八年八月廿七日	25.0	1.13	0.44	2.80	0.85	0.21	50.0	0.74	0.20
二十八日	23.0	0.94	0.36						
二十九日	20.0	0.99	0.28						
三十日	23.0	0.94	0.64	24.0	0.78	0.15			
三十一日	34.0	1.49	1.30						
十九年七月一日				66.0	1.24	13.31			
二日	8.0	0.53	1.00						
三日				35.0	0.81	2.72			
四日				90.0	1.33	8.51			
五日	23.5	0.98	3.96						
六日	47.0	1.57	2.56	50.0	0.96	1.98			
九日	13.4	0.74	1.32	25.5	0.84	1.30			
十二日				11.0	0.53	1.11			
十四日									
十五日	13.0	0.76	0.35						
十六日				11.0	0.56	0.22			
十八日	10.5	0.66	0.13						
十九日				8.0	0.38	0.04			
二十日				5.0	0.32	0.03			
二十二日	12.0	1.04	0.25				12.0	0.47	0.13
二十三日							8.5	0.46	0.24
二十四日	12.5	1.02	0.18	10.0	0.45	0.08	7.7	0.45	0.25
二十五日							8.0	0.45	0.15
二十六日							9.0	0.46	0.11
二十七日							9.0	0.46	0.10
二十八日	9.7	0.96	0.11	6.5	0.30	0.08	10.5	0.46	0.12
二十九日							7.5	0.44	0.12
三十日	6.0	0.67	0.06				6.0	0.43	0.07
三十一日				5.0	0.32	0.07	6.0	0.30	0.05
八月一日							3.5	0.20	0.09
二日	45.0	1.47	3.66	3.0	0.23	0.04			
三日				9.5	0.50	0.36	18.0	0.54	0.34
四日	4.0	0.71	0.57				6.0	0.30	1.28
五日							9.0	0.38	3.50
六日	2.50	0.50	0.14	3.2	0.25	2.38	6.0	0.30	1.67
七日							5.5	0.28	0.51
八日	2.60	0.50	0.10	3.0	0.27	1.46	6.0	0.37	0.06
九日							6.0	0.30	0.24
十一日	4.00	0.62	0.41	5.0	0.34	0.28	10.5	0.42	0.17
十二日							5.0	0.25	0.29
十三日	12.00	1.22	3.49				12.0	0.47	0.14

測 日 期	官 廳			三 家 店			盧 溝 橋		
	流 量	平均 流速	含沙量	流 量	平均 流速	含沙量	流 量	平均 流速	含沙量
	每秒立 方公尺	每秒 公尺	重 量 百分比	每秒立 方公尺	每秒 公尺	重 量 百分比	每秒立 方公尺	每秒 公尺	重 量 百分比
十四日				13.0	0.65	0.56			
				20.5	0.73	1.30	10.5	0.42	0.10
				17.0	0.77	1.17			
十五日	10.0	0.73	1.05	12.5	0.57	6.01	19.0	0.65	1.92
十六日				7.7	0.51	1.97	13.0	0.45	0.91
十七日							10.5	0.42	1.25
十八日	8.0	0.62	0.24	13.0	0.51	0.93	16.0	0.58	1.24
十九日				5.0	0.36	0.33	9.5	0.40	0.34
二十日	31.0	1.19	?	7.3	0.49	0.70	13.0	0.46	0.29
二十一日				78.5	1.44	1.68	65.0	1.42	2.02
二十二日				16.0	0.59	1.42	16.0	0.92	4.36
二十三日	6.0	0.80	0.56	12.5	0.66	0.92	24.0	0.78	3.76
二十四日							18.0	0.64	2.59
二十五日				7.3	0.49	1.59	19.0	0.65	1.22
二十六日	17.0	1.05	0.71	25.5	0.87	0.87	27.0	1.15	0.79
二十七日				12.5	0.55	2.41	32.5	0.95	0.71
二十八日	14.0	0.74	0.39				25.0	0.80	0.48
二十九日							19.0	0.62	0.34
三十日	8.0	0.61	0.17	9.5	0.52	0.47	18.5	0.63	0.20
三十一日							19.0	0.60	0.20

根據上表所載含沙量，可得下列各項之結論。

含沙量與流量
之關係

一，永定河之含沙量，隨流量為消漲，最大之含沙量，多在洪水之時。較之低水之含沙量，有大至數十倍乃至數百倍者。蓋以洪水多為暴雨所致，童山峻坂，冲刷至易，而流量既增，速率亦大，故含沙特多。若在低水，水之來源，皆仰給於地下滲出之泉水，除兩岸之冲刷外，無復泥沙，其量自小也。

二，含沙量雖視流量為消漲，但有時亦不盡然。如十

八年八月二日之流量，較三日為小，而含沙量則反大。此殆因水之來源不同，故有此異徵。

三，含沙量與洪水流量之關係，似甚薄弱。例如十八年八月三日三家店測站之含沙量為百分之一二·九，其時流量為每秒二〇〇〇立方公尺。而八月五日流量僅一三二〇秒立方公尺，含沙量反為百分之二二·五。同年七月二十一日流量在八五〇秒立方公尺時，含沙量竟大至百分之三〇·九。此二者殆因水退復漲，土岸既經飽和，岸脚又受冲刷，坍塌特多所致。若在低水，流量與含沙量，頗有密切之關係，可表示如第三十六表及圖五十六，按圖五十六各線所示，得下列各公式。

$$S_q = aQ^{1.54}$$

a = .0095 平均

a = .0363 最高

a = .0026 最低

第三十六表 永定河低水流量與含沙量關係表

流量 秒立方公尺	官廳平均含沙量 重量百分比	三家店平均含沙量 重量百分比	盧溝橋平均含沙量 重量百分比
五	〇·二五	〇·一五	〇·〇七
一〇	〇·五〇	〇·三〇	〇·一八
一五	〇·八〇	〇·五〇	〇·四〇
二〇	一·一〇	〇·七〇	〇·六〇
三〇	一·七〇	一·一〇	〇·九〇
四〇	二·一〇	一·七〇	一·二〇
五〇	二·六〇	二·五〇	一·七〇

四，上表所列含沙量以官廳爲最高，三家店次之，盧溝橋又次之。殆以坡降漸緩，河道漸寬，沉積之力，優於冲刷之故。而官廳三家店間各支流之清水加入，亦不無影響。但十八年洪水時期，官廳之含沙量，多小於三家店。推原其故，殆以是年洪水，大部分由於官廳三家店間之各支流，故其沙量，較之官廳，增加甚鉅。若在官廳流量較鉅之時，如是年八月十二及十三兩日之記載，則官廳含沙量仍較三家店爲高。惜十三年發洪時，含沙量測驗甚少，亦無官廳之記載，以資比較耳。然可斷言者，大部份沙泥來自官廳以上，惟有時因洪水來源之不同，亦有從官廳三家店間各支流加入者。

五，十八年七月十八日永定河三家店測站含沙量，大至以重量計百分之三八·七，頗足驚人。然同時官廳及盧溝橋之含沙量，爲百分之二五·四與三二·七，則其記載，既非局部之現象，自屬可信。且據各站測流員之報告，當洪水時流速過大，汲水器不能沉入水中，故水樣取自水面。查河水含沙之情形，在近水面處，沙細而量較小，愈近河底，則沙愈粗而量亦愈大。則此最高紀錄，實際上或尙不足以代表實在情形。惟以本會觀測時期之過短，此最大之含沙量，是否由於特別情形，抑爲洪水時期之普通現象，則尙有待於繼續觀測研究，而後可得其究竟也。

含沙量與深度
之關係

六，水面之沙泥，較深處爲小，可以下表証明之，至

河底沙泥，因有一部份被水推動之粗沙，頗難測其實在數量，故略而不具。

第三十七表 永定河含沙量與水深之關係

測 站	日 期	水面高度 以大沽平均海面計	流 量 每方 秒公 立尺	河 水 深 度 公 尺	含 沙 重 量 百 分 比			
					水 面	水 深 1 4 處	水 深 1 2 處	水 深 3 4 處
三 家 店	民國九年九月二十七日	101.70	20	0.75	0.36		0.36	
	十月六日	101.89	35	0.81	0.82		1.46	
	二十日	101.86	32	0.68	1.00		1.92	
	十年五月十日	102.06	58	0.80	3.74		5.19	
	六月十一日	102.10	65	1.15	3.83		4.74	
	七月五日	102.58	185	2.40	8.04		9.49	
	八月九日	102.32	110	1.40	8.83		10.19	
盧 溝 橋	九年四月二日	60.64	96	1.70	2.86		2.63	
	五月十九日	60.46	52	1.18	2.30		2.68	
	六月二十日	50.38	34	0.89	2.31		1.56	
	八月八日	60.39	35	0.77	4.38		4.75	
	八月二十四日	60.61	86	1.15	9.14		9.39	
	十年五月十日	60.57	65	0.92	4.51		5.51	
	六月十日	61.09	180	1.40	8.86		10.58	
	七月五日	61.17	210	1.45	13.10		15.40	
雙 營	八年八月九日	20.50	45	1.36	1.28	1.39	1.47	1.58
	八月二十五日	20.03	15	0.83	2.08	4.68	2.43	5.38
	九月三十日	20.47	45	1.20	4.51		5.03	
	十年四月二日	20.15	20	1.22	0.87		1.13	
	五月十一日	20.59	85	1.00	1.50		2.21	
	六月十日	20.50	65	0.80	2.50		3.04	
	六月六日	20.64	95	0.86	3.29		5.01	
	20.75	125	0.91	5.72		6.70		

含沙量與平均
流速之關係

七，含沙量與平均流速之關係，雖因其他種種影響，不免凌雜；大致則流速愈大，沙量愈增。若就第三十五表所列記錄以流速率為經，含沙量為緯，於對數格紙定其點

之所在，而求其平均之關係，則得關係線如第五十七圖。其關係可以公式表示如下。

$$S_v = bv^{3.00}$$

$b = 2.158$ 平均
 $b = 45.60$ 最高
 $b = 0.293$ 最低

每年輸出沙泥
總數

八，永定河含沙量之消漲，雖大概可知，然欲求其每年沙泥洩量，則甚難着手。蓋以含沙量與流量同時測驗，雖能代表某一時間某處之沙泥洩量，然以(一)，含沙量之增減，與流量關係不易確定，(二)，沙泥下行，仍因河道之變遷而沉浮，則其含沙量，亦各處互異，(三)，兩岸禦水之強弱，至不一律，則其受冲刷之程度，亦無常規，而含沙量遂致消漲靡定，(四)，含沙量與水深及平均流速率，有密切之關係，水深而流緩，則沙量減，水淺而流速，則沙量增，河道寬深，變遷至鉅，故下游之沙，自不能即為上游所洩之沙，故沙泥洩量，計算至難。前順直水利委員會於十年及十六年各測三角淀地形一次，而計算其沉積之沙，平均為每年二十五兆立方公尺（見第一章第四節），其計算之方法如下表。

第三十八表 永定河三角淀加淤體積推算表(十年春至十六年秋)

同高綫 公尺	蓄 水 量		淤泥體積	兩同高綫間 之淤泥體積	兩同高綫間之面積	
	民國十年 春間	民國十六 年秋間			十年春間	十六年秋
	以兆立方公尺計		以兆立方公尺計		以 方 公 里 計	
4.5—5.0	0.20	0.00	0.20	0.20	0.9	0.0
5—6	22.00	17.80	4.20	4.00	41.8	35.6
6—7	80.10	71.40	8.70	4.50	30.8	36.1
7—8	178.25	166.60	11.65	2.95	49.3	47.1
8—9	327.25	311.30	15.95	4.30	52.4	51.9
9—10	528.50	508.30	20.20	4.25	52.1	52.5
10—11	783.45	755.60	27.85	7.65	55.3	48.2
11—12	1088.95	1049.30	39.65	11.80	45.8	44.6
12—13	1440.05	1385.10	54.95	15.30	45.4	39.6
13—14	1839.60	1759.70	79.90	24.95	51.5	38.0
14—15	2286.05	2177.70	108.35	28.45	42.3	42.9
15—16	2774.40	2647.00	127.40	19.05	41.5	53.5
16—17	3303.95	3163.10	140.85	13.45	40.9	40.2
17—18	3869.60	3715.60	154.00	13.15	31.3	32.5
18—19	4456.45	4294.10	162.35	8.35	11.1	19.5
19—20	5051.90	4886.10	165.80	3.45	6.1	7.6
20—21	5651.80	5383.60	168.20	2.40	2.8	3.3
21—22	6253.12	6082.90	170.22	1.98	0.0	1.4

附註 此表之算法，係假定三角淀為一水庫，四圍以堤為界。由民國十年春間之蓄水量，減去民國十六年秋間之蓄水量，即得七年間加淤之體積。
表內第四行為由東向西之總加淤體積。
表內第五行為兩同高綫間之加淤體積。

上表所列平均每年二十五兆立方公尺之淤沙，尙未包括十三年因決口而淤積於永定河以南被災之區域，及最細

之沙泥，隨流入海者在內。按十三年永定河決口洩入大清河之洪水量，為五四五兆立方公尺，以平均含沙量按重量百分之八計算當為四三·六兆公噸。平均每年合六·二兆公噸，若按體積計而以百分之四十為孔隙，約為三·七兆立方公尺，故三角淀沉積之沙泥，每年平均約為二八·七兆立方公尺，如就各站平均流量，與含沙量而計算其每月沙泥洩量之體積，則每年總數計為二五·七兆立方公尺，與三角淀之推算，大致相差不遠，兩者平均約為二十七兆立方公尺，其推算方法見第三十九表。

第三十九表 永定河逐月排洩沙量推算表

年	月	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月
民國九年	洩量 (兆立方公尺)					42.75	52.80	50.70	48.00	42.50	72.50	63.00	
	含沙量百分比					0.68	1.99	5.87	2.08	0.41	0.79	0.63	
	含沙體積 (立方公尺)					166,000	600,000	1,700,000	570,000	100,000	326,500	226,000	
十年	洩量			155.00	90.80	56.50	75.20	123.00	123.50				
	含沙量百分比			0.91	1.13	1.46	1.56	3.41	3.84				
	含沙體積			806,000	587,000	470,000	666,000	2,380,000	2,700,000				
十八年	洩量					8.90	8.10	447.00	491.00	62.60	53.50	54.40	50.00
	含沙量百分比					0.06	2.33	17.99	10.34	0.43	0.16	0.14	0.07
	含沙體積					1,330	107,300	45,862,000	28,940,000	153,400	48,800	43,300	20,000
十九年	洩量			169.90	48.00	15.40	18.20	46.20					
	含沙量百分比			0.91	0.24	0.07	1.44	3.28					
	含沙體積			882,000	65,700	6,160	149,400	864,000					
平均數	洩量			162.50	69.40	29.60	38.60	166.70	220.80	52.50	63.00	58.70	50.00
	含沙量百分比			0.91	0.82	0.95	1.73	13.40	8.55	0.42	0.56	0.40	0.07
	含沙體積	?	?	844,000	325,000	161,000	380,700	12,700,000	10,740,000	128,000	187,000	135,000	20,000

九，永定河沙泥，自三角淀以下洩出者，究有若干，其推算更難。蓋永定河沙入北運後，即與北運之沙混合。及入海河，則大清，子牙，南運諸河沙泥，亦復加入。據海河工程局前總工程師平爵內報告（海河工程局一九二七年報告），西河北河及永定之沙泥，大約為一，二，四之比，即永定河之沙泥，佔海河含沙量七分之四。又據海河工程局一九二八年報告書，一九二零年及一九二一年每年由永定河流入海河之泥量，不足一百萬立方公尺，而一九二八年二次汛期中海河水內之泥沙，竟超過一千八百萬立方碼，由永定河來者，在六百萬與八百萬立方公尺之間（若以是年該報告書所載平均含沙量與平均流量計算，其數亦約略相同）。是永定河之洩沙總量，連同沉積三角淀者在內計算，平均每年二十八兆立方公尺，尚無大誤。在洪水期中，如永定河堤不復決口，則或可至三十五兆立方公尺以上。

永定河沙泥總量與世界各河之比較

十，永定河含沙量，雖較世界各河為高，然其沙泥總量，每年平均二十七兆立方公尺，較之其他著名含沙河流，實無足驚異。蓋其平均流量甚小，每年沙泥之排洩，全在汛期。如第三十九表所示，七八兩月平均排洩沙量為三·四四兆立方公尺。佔全年沙量百分之九十一。故使汛期中沙泥得有去路，則其為害於下游者，必可減輕不少也。茲將世界著名含沙河流之流量及沙泥總量，列表於下，

以資比較。

第四十表 世界著名河流之流量與每年輸出沙泥總量表

河名	流量 (秒立方公尺)			每年沙泥總量 兆立方公尺	備考
	最 小	最 大	平 均		
密失必	一, 八五〇	四九, 四〇〇		三九六・〇	紐阿蘭流量流域面積
密所里	四二五	二五, 五〇〇	二, 八三〇	三一六・〇	出口處流量流域面積
多 羅	一, 九八〇	二八, 三〇〇		六〇・〇	三角洲上游
尼 羅	二五〇	一二, 〇〇〇	二, 六三〇	三七・三	開羅流量沙泥在上游已入灌溉地者不計
波		六, 二五〇	一, 七四〇	三九・八	出口上游六十英里
羅 納	三六八	一三, 九〇〇		二一・〇	在郎斯河口
格 蘭 特			四七	二二・〇	在新墨西哥州聖馬西爾地方河底沙泥在外
可羅拉度			六四七	一七〇・〇	在雨麥以上流域面積二二五, 〇〇〇平方公里
永 定 河		四, 九〇〇		二七・〇	民十三盧溝橋流量

沙泥之去路

十一，永定河沙泥之去路，可分為下列數者。(一)，增高河槽，(二)，淤積低窪，(三)，淤高泛濫之平地，(四)，淤積海河，(五)，淤積海口。在永定河堤防未完成前，平地之淤高，似應較河槽為速。迨堤防完成，除漫決外，沙泥不得不積於河槽矣。現在河底較平地高出數公尺，以永定河含沙量之鉅，自無足異。低窪之地，如文安窪等，舊實等於湖泊，今則已與平地相差無幾。而三角淀則已高出平地三公尺以上。海河之淤積，每數十年而一遇；然遇洪水之年，則刷深者，當較淤積為甚。海口之受淤，

根據海河工程局報告，比較一八五八年至一九二二年大沽沙之延展，約淤積八十六兆立方公尺（僅以南北兩浮燈爲界）。每年約淤積一兆又三十五萬立方公尺也。

總之，永定河如無堤防，大部份沙泥，自必淤積於平地及內地之淀泊。但海河情形，是否必較今日爲勝，則殊不可知。蓋平地泛濫，則蒸發與其他損失，必甚於今日。流量既減，則冲刷之力，亦必減小也。三角淀之圍堤，在當時未必非計。然以每年二十七兆立方公尺之沙泥，積聚於有限之地，日久弊生，勢所必然。蓋永定河治本之方，若不爲沙泥謀去路，即能苟安於一時，決不能歷久而不敝也。

44

4

審計本港河道定規

卷

二

永定河治本計劃

第四章 攔洪水庫

第十三節 攔洪水庫之原理及其應用

攔洪水庫與蓄
水庫

攔洪水庫 (Detention Basin) ，與尋常所謂蓄水庫 (Storage Reservoir) ，雖同以攔水壩橫巨河流，阻水之下行，而其建設之原理與作用，則截然不同。蓋蓄水庫之作用，在積潦備旱。無論其主因為都市給水，為水力發電，為灌溉，或利航，均以保持水庫之盈滿為第一要義。故潦水初至，即宜灌庫使滿。後來洪水，無論其流量高至若干，若庫不能容，即宜盡量由洩水道排洩，以保攔水壩之安全。易言之，庫內所積之水，乃為初期無害於下游之洪潦，而後至者，盡量排洩，不特無補於下游水災之減免，且有時因特殊情形，如支流漲水時間先後之錯亂，反而增加其流量者。蓋洪水之大小，每不能預知。即可預知矣，其時間又至不一定。蓄水與防潦，其利害衝突，勢不能兼顧也。然在華北區域，雨季甚短。春耕需水之時，正為乾旱之候。若氣候流量之報告，能迅速傳播，而蓄水庫啓閉之權，操諸工程師之手，或可兼顧防潦與灌溉。惟如挾沙特多之永定河，則水流停滯，沉沙淤積，蓄水庫容量之喪失，較之攔洪水庫，勢必更為迅速也。



(南)

攔洪水庫惟一殊異之點，在終年暢啓之洩水機關，不用任何人力或機械以司啓閉。此項洩水機關，其橫剖面面積，得根據水力學先事規定。尋常流水，可以暢通無阻。若流量增高，則因洩水機關面積之特小，不能盡量排洩。剩餘之水，積於庫內，水頭漸高，洩水機關之排洩量亦因水頭之加高而增大。若其時來水流量，仍在增漲，則水頭更增，而排洩量亦更高。然以水庫容量，積水愈高而愈鉅，則增高水頭所需蓄積之水亦更鉅，故所減之洪水流量亦更大。直至來水漸退，至小於洩水機關之排洩量時，則原經蓄積之水，必逐漸由洩水機關排洩，因而水頭降落，洩量亦漸低小，直至恢復原狀而後已。

攔洪之原理

此種攔洪水庫之原理與作用，可以較淺近之物爲譬。設有一盛水之箱以譬水庫，於箱底開一小孔，以譬洩水機關，而以任何方法，注水於箱，以譬來水。則所注水量，無論大小如何，除經小孔洩出者外，勢必存於箱內。小孔之洩量，不視來水之大小，而視箱內積水水頭之高下，與其面積大小以爲衡。故在水箱未滿之先，來水雖大，其洩量皆經節制。若來水漸小，甚至完全停止，其洩量亦不能驟小。必將箱內所積之水，逐漸排洩，以至於無。

換言之，攔洪水庫之作用，不在減小洪水之總體積，而在將短期間之洪水流量，分配於較長時間，使其緩緩下行，不爲害於下游也。其作用更可以圖表明之。如圖五十

九甲，實線爲來水之流量曲綫，虛線爲洩水之流量曲綫。實線之下，與虛線之上，所包含之面積，爲水庫之容量，即蓄積之水。而實線之上，虛線之下之面積，即爲嗣後洩出之水，與前者相等。來水之時間爲三日，而洩水之時期則約爲六日十七小時。來水之最大流量爲五〇〇〇秒立方公尺，而洩水之最大流量爲一五一〇秒立方公尺。水庫之容量爲三七四兆立方公尺。

防洪水庫之效用，不特受水庫容量及洩水機關剖面面積之影響，來水漲落之情形與其總水量，亦有莫大之關係。如圖五十九乙，來水之最高流量雖與同圖甲，同爲五〇〇〇秒立方公尺，然其總流量則爲甲之一倍，故水庫容量與洩水機關剖面面積雖相等，而最大洩水流量乃爲四九一〇秒立方公尺，幾無減洪之效。復次，若來水總量相等，而最高流量不同，其攔洪之效用亦遂異。如圖五十九丙，來水總量與圖五十九乙，同爲一二九六兆立方公尺，而其最高流量爲一〇〇〇〇秒立方公尺，洩水流量則爲五七五〇秒立方公尺。又如來水總量雖屬相等，而以漲落時間之不同，其洩水量亦復各各不同。如圖五十九中丁戊己三種洪水曲綫，其洪水總量與乙丙二種，雖屬相同，因日期加倍，其最大流量則爲五〇〇〇秒立方公尺，而其最大流量之時間，則丁爲一日，戊爲二日，己爲三日，故其洩水之最高流量，亦無一同者。茲將六種不同之來水曲綫與洩水

曲線各要點列表於下：

第四十一表 攔洪水庫效用比較表

來		水			洩		水
種別	漲落時間	最大流量 秒立方公尺	總流量 兆立方公尺	達到最大 流量日期	最大流量 秒立方公尺	漲落時間	水庫積水 兆立方公尺
甲	三日	五〇〇〇	六四八	一日	一五一〇	六日十七時	三七四
乙	三日	五〇〇〇	一二九六	即時	四九一〇	八日	五八四
丙	三日	一〇〇〇〇	一二九六	一日	五七五〇	七日十三時	六一一
丁	六日	五〇〇〇	一二九六	一日	二九〇〇	九日十六時	五〇一
戊	六日	五〇〇〇	一二九六	二日	三〇六〇	九日二十二時	五一一
己	六日	五〇〇〇	一二九六	三日	三五〇〇	九日二十二時	五二四

據上表，可知攔洪水庫之效用，與(一)來水之總流量，(二)來水之最大流量，及(三)漲水之時間，均有莫大之關係。如甲式與乙丙丁戊己各式之總流量，為一與二之比，而其洩水最高流量則相差甚鉅。乙丙丁戊己各式總流量相等，但以丙式之最大流量為乙丁戊己各式之一倍，故其最高洩量亦較其他各式為高。若乙丁戊己各式其總流量與最高流量均屬相等，而因其漲落時間之不同，其最高洩量亦各殊異。故知攔洪水庫最適宜於驟漲驟落之洪水，而最高流量之關係，尚不如洪水總量之大。如乙丙二式相較，其最高流量相差一倍，而最高洩量，則增加不過百分之十七。若乙與丁戊己相較，則乙以最高流量連續至三日之久，故其最高洩量，較之丁戊己高出百分之五十乃至一百以

上。而丁戊己三式中其漲水最緩者，洩量亦最高也。若甲式則以總流量較小，故其洩量僅為其他式之一半乃至百分之二十六也。

洩水機關之選擇

若洪水之最高流量，總流量與其漲落時間，均屬相等，則攔洪水庫之效用，全視其洩水機關之種類而異。效用最大之洩水機關，應在初漲之時，能如數排洩，直至洪水流量已至下游不能容納之時，然後將其應蓄水量，留存水庫之內，則水庫所需之容量，可以減省不少。然此種洩水機關，必須閘門為之節制，而閘門以機械運行，一有差池，每釀大禍。蓋此種洩水機關，其面積必須於低水時能排洩至下游所能容納之流量也。若用終年暢啓之洩水機關，其效用最大者，應為初漲之時，洩量較大，而水頭漸高，增加洩量漸緩之一種。蓋水庫容量，大部分在上層。如官廳水庫，下層十五公尺，容量不過四十七兆立方公尺，而上層十公尺，其容量乃達三百兆立方公尺以上也，（參觀圖六十二）。故洩水機關，如能於初期漲水之時，因水頭增漲而增加洩量甚速者，則其所消費之水庫容量，僅為較小之一部分，於水庫之效用，固無大損也。關於各種洩水機關之性質，美國邁耶迷水利區 (Miami Conservancy District) 諮詢工程師吳德華教授 (Prof. Sherman M. Woodward)，曾有精密之研究，載於該區技術報告第七卷，茲略譯述於次。

邁耶迷流域防潦計畫之初期，對於攔洪水庫之各種洩水機關，均曾顧及，而對於尖底及階級制之潦壩，更加注意。及研究進行，則知涵洞式之洩水機關，對於純粹攔洪作用，有二優點。(一)，於一定之洪水流量及水庫容量，涵洞式之洩水機關，能得最小之最高洩水流量。(二)，遇較小之洪水時，涵洞式之洩水機關，能使水庫中地畝受淹之範圍與時間，成爲最小。圖六十丙爲各種洩水機關圖式，(1)爲涵洞，(2)爲直槽，(3)尖底槽，(4)平頂潦壩，(5)虹吸。如以 Q 爲流量， H 爲水深， D 爲洩水點至壩底高度，而以 C_1, C_2, C_3, C_4, C_5 爲各式之係數，則得洩水公式如下。

涵洞

(一)涵洞。洩水公式 $Q = C_1 H^{\frac{1}{2}}$ 。如將其流量與水深之關係，繪製曲線，以水深爲經，流量爲緯，則其線下凸。即在低水之時，洩量增加甚速，而在高水時，其洩量增加甚緩。故洪水初漲，此洩水機關，儘量排洩，而在洪水高峯進水庫時，洩水流量，較爲均勻，以儘量利用水庫之容量。故在較小之洪水時，水庫受淹較淺，而時期亦較短。

直槽

(二)直槽即水閘。洩水公式 $Q = C_2 H^{\frac{3}{2}}$ 。此式流量曲線向上凸出，即在低水之時，流量增加甚緩，而水頭愈高，流量之增加愈速，正與涵洞式相反，故不宜於攔洪。

尖底槽

(三)尖底槽。洩水公式 $Q = C_3 H^{\frac{5}{2}}$ 。此式在高水位時

流量增加愈速，故較前者更不適用。

渣壩 (四)平頂渣壩，一名堰。洩水公式 $Q=C_4(H-D)^{\frac{3}{2}}$

。此式在水位未到 D 深度時，凡進水庫之水，均積存於庫內，而在水位漲至 D 上，則流量增加甚速。故其防洪作用，最為薄弱。然為保持壩身安全計，此式能以較小之水頭，洩多量之水，故多用為附屬機關。

虹吸 (五)虹吸。洩水公式 $Q=C_5H^{\frac{1}{2}}$ ， $H>D$ 。此種洩水機關，用於蓄水庫，甚為有效。若用於純粹防洪之攔洪水庫，則下層容量，純為蓄積初期漲水，使水庫容量，大形減少。

此五種洩水機關之效用，可以圖証明之。假定 (1)，洩孔為圓形，對徑四·五四公尺， C_1 為七二〇。(2)，直槽，寬〇·九八七公尺， C_2 為二·九一。(3)，尖底槽，所成角度五度十分， C_3 為〇·〇一〇七。(4)平頂渣壩，寬一四·八三公尺， C_4 為三一·二五。壩頂高度為二二·九公尺。(5)虹吸，對徑五·七三公尺，管頂高度二二·九公尺， C_5 為一一四·八。圖六十甲為各洩水機關洩水量，與水深之關係。圖六十乙，為各洩水機關之攔洪作用。其進水流量為每秒六八五立方公尺。延長二十小時。水庫容量為二五·八兆立方公尺。而各洩水機關之最高洩量乃如下表。

第四十二表 各種洩水機關效用比較表

洩水機關	最高洩量 每秒立方公尺	進水最高流量 每秒立方公尺	洩水量與進水 量之百分比	洩水時間
涵洞	四〇三	六八五	五八	四三小時
直槽	四九三	同上	七一	六〇小時
尖底槽	五五六	同上	八〇	七〇小時強
平頂溢壩	六六七	同上	九六	七〇小時強
虹吸	四七二	同上	六八	二三小時

若就水庫內被淹之面積計算，此五種雖屬一律，而高地受淹時間，則以虹吸為最小，涵洞次之，餘三者皆較長。至低地則虹吸管非另有洩水機關，無從排洩矣。若在較小之洪水，涵洞式之洩水機關，其水庫受淹之面積與時間，恒較其他各種為小。

總而言之，攔洪水庫之應用，最適宜於防止驟漲驟落之洪水，如發生於永定河者。而終年暢啓涵洞式之洩水機關，尤為此種水庫特具之優點。不特其工作較其他洩水機關為優，且於運行之安全與淤沙之冲刷，尤較其他機械式或非機械式之洩水機關為優也。

第十四節 永定河攔洪水庫之計畫

永定河攔洪水庫

築壩於山峽以節永定河之洪流，前人已有發明。按永定河續志載同治十二年，知縣鄒岳上游置壩節宣水勢稟有云，「…地勢西北高而東南下，奔流湍急，勢若建瓴，往往下方潰岸而上已揚塵，故河之難治，其病源在上游太驟

，非下游不能容，實下游不能洩，若於上游段段置壩，層層留洞，以節宣之，使其一日之流，分作兩三日，兩三日之流，分作六七日，庶其來以漸，隄堰可以不至橫決。未入山以前，支徑分疏，毋庸置壩也。既出山以後，平壤曠衍，無從置壩也。惟山行之一二百里，有兩山束之以爲岸，則置壩之勢易就。開山石而爲之，則壩之工必省。壩之地，擇其險僻彌望無田宅者，則漂沒之患無。壩之用在洩水不在堵水，則衝決之時少。……」其後亦曾經踏勘地勢，議於官廳山峽之石囊崖下築壩，而覆勘結果，則以施工困難而止。順直河道治本計劃報告，列官廳水庫爲永定河工程之首，蓋以其形勢天然，又在永定河各支流匯集之後，其效用亦最大也。本會調查永定河上游，又於桑乾河中游發現石匣里山峽，形勢與官廳無殊，堪作水庫之用。及十八年洪水發生後，復以大部分洪水來源不在官廳上游，而在官廳三家店間，故於治本計畫大綱中，主張在官廳三家店間建築攔洪水庫五處，其時所根據之地形測圖，頗不準確，因三家店官廳一〇六公里間，均用視距測量長高也。十九年春，復測三家店官廳間之水準及地形，始知官廳三家店間之山峽過狹，坡度過陡，殊不適用於水庫之建築。而根據十八年洪水情形，又不能無含蓄之地，以減少下游之洪水流量。故惟取太子墓附近一段，作爲水庫。同時以石匣里遠在桑乾中游，建築水庫，所費甚鉅。且經詳密研究

之結果，官廳水庫，已能節制十三年之洪水，石匣里水庫之效用，自甚薄弱，因亦棄而不用。故治本計畫大綱所舉建築水庫七處，本計畫僅留官廳及太子墓兩處而已。茲分述其形勢如下：

官廳水庫

(甲)官廳水庫。官廳水庫，位置於察哈爾懷來縣境，壩址附近有官廳村，因以為名，(圖六十一)。水庫形如漏斗，上游寬廣，入官廳山峽，恰如漏斗之柄。在同高線四六九公尺時，南北長約九公里，上游可直達懷來，距壩約二十五公里。東西則在楊大人莊為最寬，約三·六公里。至壩址僅寬一〇六公尺。其面積與容量曲線見圖六十二。壩址附近山峽，均為石灰岩，其層次向上游傾斜。壩址地質，前順直水利委員會曾探驗一次，鑽至三公尺時，因鑽頭膠着，不能下行而止。本會於十九年春間，復行探驗，共鑽三孔。第一孔鑽至七·五五公尺，即為大塊石所阻。第二孔至九·六五公尺，所取石樣頗似岩層。第三孔鑽至七·七〇公尺，亦見同樣石質，惟因河水驟漲，不能施工，遂致停頓。按此次探驗，雖未得良好結果，然足證明前次所得結果，實未達石層，而石層最淺處約在河底以下八九公尺。且石層真相，尚未全明，必有待於繼續鑽探，方能為精密之計畫。故官廳壩址，現在假定如圖六十一，將來探驗結果，或更有移改之必要也。

太子墓水庫

(乙)太子墓水庫。太子墓水庫位置於河北省宛平縣

境之永定河山峽中，壩址離太子墓村約六百公尺，其山峽曲折特甚，延長十五六公里（見圖六十四）。在高度三百公尺處，山峽最寬處僅一千五百餘公尺，壩址則寬一百九十公尺。其面積及容量曲線見圖六十五。壩址地質，尙待探驗。

涵洞之計畫及洩量之推算

水庫洩洪機關，以涵洞爲最優，已於前節述及，故官廳及太子墓水庫，均採用此式。惟涵洞洩水面積若過大，則上游流速不勻，過小則當洪水初起時，隨水漂流之物不能下行，或有堵塞之患。茲定洞寬六公尺，高四·五公尺，上作半圓形，底爲方形。每洞剖面面積爲二三·一平方公尺（圖六十六）。若將半圓部分依每半公尺高度分爲若干等分，則各部分及層累之面積如下：

部 分	一	二	三	四	五	六
面 積(平方公尺)	二·九六	二·九二	二·六八	二·三一	二·〇〇	一·三七
層累面積(平方公尺)	二·九六	五·八八	八·五六	一〇·八七	一二·八七	一四·一四

若將上面層累面積，各數繪成曲線，求其面積與高度之關係，設以D爲水之深度，則洩水之面積可以下列公式計算之。

$$A = 6(D - 1.5)^{0.6} + 9 \text{ 平方公尺。} \quad (\text{公式一})$$

涵洞洩量應分爲兩部計算。(一)，水面低於洞頂時。(二)，水面高於洞頂時。前者爲水槽式之流水，後者爲洩孔式之流水也。而低水流量，又可分爲方形部分及圓形部

分，茲分述如次。（參觀美國邁耶迷水利區技術報告第七卷）。

設以 D_1 爲入口處水深 (Depth of water at entrance)， D 爲正深 (Critical Depth)， A 爲涵洞面積， J 爲 A 對 D 之微分係數。 W 爲洞底寬度， S 爲洞底坡度， L 爲涵洞長度。 Q 爲涵洞流量， g 爲地心吸引加速率，即每秒九·八二公尺， P 爲濕周 (Wetted Perimeter)， R 爲水半徑 (Hydraulic Radius)， K 爲流量係數， C 爲克特氏流速係數 (Kutter's Coefficient) F 爲摩擦所損失之水頭， h_1 爲流速所需要之水頭， f 爲入口時所損失之水頭， H 爲總水頭， V 爲出口時水流速度等，另附涵洞縱剖面圖，如圖六十八。

(一) 水面在方形部分，其流量計算如下法：

一，假定 D 。

二，以下列三式求正深之位置，

$$(1) S > \frac{gA}{C^2 WR} \quad \text{正深在出口處，}$$

$$(2) S < \frac{gA}{C^2 WR} \quad \text{正深在入口處，}$$

$$(3) S = \frac{gA}{C^2 WR} \quad \text{正深無定處。}$$

三，以下式計算流量，

$$Q = KWD\sqrt{gD} \quad \text{(公式二)}$$

四，以下式計算摩擦所損失之水頭，

$$F = \frac{Lg}{2C^2} \left(1 + \frac{D^3}{D_1^3} \right) \quad \text{(公式三)}$$

五，以下式計算涵洞上游水面高度（參觀圖六十八）

$$Y = Y_0 + \frac{3}{2}D + F \quad \text{（公式四）}$$

（二）水面在半圓形部分時，其流量則以下列公式計算之（參觀 Engineering News—Record Nov. 26, 1926 The Hydraulic Jump and Critical Depth in the Design of Hydraulic Structures, by T. Hinds）。

$$Q = K \sqrt{2.05A^3(D-1.5)^{0.2}} \quad \text{（公式五）}$$

此公式可以下列兩種方法證明之：

（1）不論何式之溝渠，其流量在正深時，可以下式表之。

$$\frac{A^3}{J} = \frac{Q^2}{g} \quad \text{（公式六）}$$

$$\text{今 } J = \frac{dA}{dD} = \frac{d}{dD} \left[6(D-1.5)^{0.8} + 9 \right] = 4.8(D-1.5)^{-0.2}$$

$$\text{故 } \frac{A^3}{4.8(D-1.5)^{-0.2}} = \frac{Q^2}{g}$$

$$\text{是 } Q^2 = \frac{9.82}{4.8} \left[A^3 (D-1.5)^{0.2} \right],$$

$$\text{即 } Q = \sqrt{2.05A^3(D-1.5)^{0.2}} \quad \text{。}$$

加入流量系數，即得公式五。

（2）依正深定義，在正深處，速度水頭，加水深之總數，為最小，設以 H_c 為速度水頭與水深之總數，則

$$H_c = D + \frac{V^2}{2g} = D + \frac{Q^2}{A^2 2g} \circ$$

求 H_c 對 D 之微分系數，并使等於零，

$$\text{則 } \frac{dH_c}{dD} = 1 - \frac{48Q^2}{9.82(D-1.5)^{0.8} + 9(D-1.5)^{0.2}} = 0$$

$$\text{而 } Q^2 = 2.05A^3(D-1.5)^{0.2},$$

$$\text{故 } Q = \sqrt{2.05A^3(D-1.5)^{0.2}} \circ$$

加入流量系數，仍為公式五。

求水頭摩擦損失 F ，及涵洞上游水面高度，與水面在方形部分同。即用公式三及公式四可以求得。

(三) 水面達到洞頂以上時，即為高水流量，其計算如下。

$$H = \frac{V^2}{2g} + f + F = \frac{Q^2}{2gA^2} + K_0 \frac{Q^2}{2gA^2} + \frac{LQ^2}{A^2 C^2 R} \circ$$

(公式六)

$$\text{但 } Q = KA\sqrt{2gH},$$

(公式七)

$$\text{則 } H = \frac{Q^2}{2gK^2 A^2} \circ$$

(公式八)

$$\text{代入公式六 } \frac{Q^2}{2gK^2 A^2} = \frac{Q^2}{2gA^2} \left(1 + K_0 + \frac{2gL}{C^2 R} \right),$$

$$\text{是 } \frac{1}{K^2} = 1 + K_0 + \frac{2gL}{C^2 R},$$

$$\text{故 } K = \sqrt{\frac{1}{1 + K_0 + \frac{2gL}{C^2 R}}} \circ$$

(公式九)

涵洞面積爲二三·一平方公尺，濕周爲一八·四公尺，而水半徑爲一·二六公尺。涵洞入口處擬築成圓角形，則 K_0 爲〇·二三，而洋灰之糙度系數約爲〇·〇一三，故 C 爲六九，代入公式九，得

$$K = \sqrt{\frac{1}{1 + .23 + 0.12}} = 0.86,$$

$$Q = .86\sqrt{2gH} \quad (\text{公式十})$$

所有各部流量之計算見下列各表：

第四十三表 六公尺寬四·五高上圓下方形涵洞低水流量計算表

水深公尺	水面坡度	面積平方公尺	$\frac{gA_m}{C_m^2 WR_m}$	正深斷面之位置	K	一洞流量 秒立方公尺	三洞流量 秒立方公尺
〇·五	〇·〇〇二	三·二四	〇·〇〇二四	出口處	一·〇〇	六·六	一九·八
一·〇	〇·〇〇二	六·二五	〇·〇〇二四	同	〇·九八	一八·四	五五·二
一·五	〇·〇〇二	九·二五	〇·〇〇二五	同	〇·九六	三三·一	九九·三
二·〇	〇·〇〇二	一二·五〇	〇·〇〇二六	同	〇·九四	五〇·〇	一五〇·〇
二·五	〇·〇〇二	一五·一〇	〇·〇〇二八	同	〇·九二	七六·五	二二九·五
三·〇	〇·〇〇二	一七·四〇	〇·〇〇三一	同	〇·九一	九七·六	二九二·八
三·五	〇·〇〇二	一九·五〇	〇·〇〇三四	同	〇·九〇	一一八·〇	三五四·〇
四·〇	〇·〇〇二	二一·六〇	〇·〇〇三八	同	〇·九〇	一四一·〇	四二三·〇

第四十四表 六公尺寬四·五高上圓下方形涵洞高水流量計算表

(面積二三·一平方公尺)

水頭 H	流速水頭 H_v	水頭加流速水頭之開方數	K	流 量 秒立方尺	三涵洞之流量 秒立方公尺
五	〇·〇五	二·二五	〇·九〇	二〇七	六二一

一〇	〇・〇五	三・一八	〇・八八	二八七	八六一
一五	〇・〇五	三・八八	〇・八六	三四二	一〇二六
二〇	〇・〇五	四・四八	〇・八六	三九七	一一九一
三〇	〇・〇五	五・四九	〇・八六	四八三	一四四九
四〇	〇・〇五	六・三三	〇・八六	五五七	一六七一
五〇	〇・〇五	七・〇八	〇・八六	六二二	一八六六

溢道及其洩量 僅恃涵洞為洩水機關，收效固屬最大，但普通洪水流量，與最大洪水流量，相差甚鉅，若僅就為普通洪水着想，則遇最大洪水時，壩身不免危險。若為最大洪水限制涵洞之面積，則普通洪水節制之效用，不免損失，故為計畫經濟起見，使普通洪水，完全受節制，而遇最大洪水，亦不致過增流量，則莫如另設溢道(Spillway)。如地形優越，則溢道可於適當之地建築，所費較廉。但官廳太子墓二處，兩岸皆係高山，除隧道，滾壩，或虹吸外，無其他適當之方法。而經幾番研究之結果（詳見後），仍以滾壩為宜也。

滾壩壩頂，採用渥奇式(Ogee-Shaped)，以消滅衝擊力(圖六十六)。其頂線成拋物線形。線之公式，推算如下(參考邁耶迷水利區技術報告第七卷第二二二頁至二二六頁，及 Etchevery's Irrigation Practice and Engineering 第三卷第三二至三八頁)。設以 x 為自壩頂向外平量之距離， y 為自壩頂向下直量之距離， h 為自壩頂量至近壩處水

平面之水深， H 爲自壩之內上角量至近壩處水平面之水深，（二者均包括迎壩流速所需之水頭在內）， Q 爲流量， V 爲在壩頂之流速， C 爲流量系數， g 爲吸力之加速率， L 爲壩之長度。

根據水力學， $Q = CLH^{\frac{3}{2}}$ 。

根據拋物線定理，拋物線公式爲 $y = \frac{g}{2V^2} x^2$

依圖六十六 $H = 1.124 h$ ，

故 $Q = CL(1.124H)^{\frac{3}{2}} = 1.184CLh^{\frac{3}{2}}$ 。

按尖頂壩之流量系數，在英尺制照法蘭休斯公式，爲 3.33，化爲公尺制得一·八四，

是 $Q = 2.18Lh^{\frac{3}{2}}$ 。（公式十一）

此二·一八之流量系數，與各處試驗結果，頗屬符合。但僅能用於最大水頭時，即混凝土壩面正與水簾之下層相接觸，恰如自尖頂壩流溢也。水頭較低時，系數亦較低。惟以大部分之溢流，係近最高水位，故爲穩妥計，平均系數爲二·一。因此

$Q = 2.1Lh^{\frac{3}{2}}$ （公式十二）

復次，在壩頂之實在水深，較之 h 爲小。兩者相較，據美國地質調查所在奧斯汀（Austin Dam, Texas）所測壩頂水深，爲附近水面至壩頂深度之百分之八七乃至七一·七。附近之深度愈深者，則壩頂水深之比較愈低。按奧

斯汀壩之試驗，其最深水頭僅一·四五英尺，若水頭更高則水簾之逼縮率自必更高，故為免除水簾下真空之發生，在最高流量時，若假定壩頂水深為 h 之百分之六十五，實較根據於淺流試驗之結果為勝。據此，得

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{2.1Lh^{\frac{3}{2}}}{0.65Lh} = 3.23 h^{\frac{1}{2}}, \quad (\text{公式十三})$$

$$\text{而 } y = \frac{g}{2v^2} x^2 = \frac{9.8^2}{2 \times 3.23^2 h} x^2 = \frac{.47x^2}{h},$$

$$\text{故 } x = \sqrt{2.13hy}, \quad (\text{公式十四})$$

即為壩頂拋物線之公式也。

滾壩溢量之推算，見附表四十六， h 為水面至壩頂高度， h_1 為迎壩流速所需之水頭。

第四十五表 滾壩溢量計算表

水頭 公尺	水頭加流速 水頭之 $\frac{3}{2}$ 方數	每公尺長溢道 之流量	官廳滾壩流量 (長九一公尺)	太子墓滾壩流量 (長一五〇公尺)
〇·五	〇·四〇八	〇·八六	七七	一二九
一·〇	一·〇七五	二·二六	二〇三	三三九
一·五	一·九三〇	四·〇五	三六五	六〇八
二·〇	二·九四〇	六·一七	五五五	九二六
二·五	四·〇七〇	八·五五	七七〇	一二八二
三·〇	五·三二〇	一一·一九	一〇〇五	一六七六
三·五	六·六九〇	一四·〇六	一二六五	二一〇九

根據第四十三表至第四十六表推算之結果，假定官廳涵洞出口洞底高度為四三九公尺，太子墓涵洞出口洞底高

度爲二五二公尺。兩壩均設三洞。官廳壩頂高度爲四六六，溢道長九〇公尺，如用拱形滾壩，溢道長一〇二公尺。太子墓壩頂高度爲三〇〇公尺，溢道長一五〇公尺，得兩水庫水面高度與洩量之關係曲線如圖六十七。

尾壩水面高度
與洩量之關係

前述兩水庫洩量之推算，尙有一點未曾計及，即尾流水面高度與洩量之關係也。按官廳涵洞出口洞底高度爲四三九公尺，洞頂高度爲四四三·五公尺，而當水庫洩量在每秒一二〇〇立方公尺時，根據河床形勢，其尾流高度約四四六公尺，即涵洞本身完全爲尾流淹沒，似須用淹沒涵洞公式以推算其流量。實則當高水時，涵洞流速達每秒一九公尺左右，遠出相當正深流速之上，故可設計令生水躍 (Hydraulic Jump)，而不必用淹沒涵洞公式。惟在低水時，尾流水面，如較涵洞中正深水面爲高，則正深流量不免受其影響。茲將官廳涵洞低水正深處水面之高度與尾流水面高度繪成曲線，以資比較 (圖六十八)。此圖所示官廳涵洞正深水面高度自四四〇·三公尺以上，完全在尾流水面高度以上，故無頂托之弊。在四四〇·三以下，雖不免頂托，然其流量在每秒七十八立方公尺以下，其影響於水庫者甚微也。至太子墓水庫在尾流處河槽之坡度與官廳相似，而寬度則過之。洩量較大，則尾流之水在同一洩量時，必較官廳爲淺，其涵洞之設計，又完全與官廳相同，則其正深流量不受尾流之頂托，不待計算，即可斷定矣。

攔水壩之計畫

最有關於水庫之安全及經濟問題者，厥為攔水壩之計畫。按官廳與太子墓兩處，均僻處山谷，除石料沙子，可以就地取材，較為便利外，其餘外來材料，如木料，鋼鐵灰，及一切施工用機械等，均因運輸之困難，而增加價值甚鉅。故最初之設計，頗注意於堆石壩。及後因溢道問題，採用滾壩。蓋如採用隧道，則最初之流速，為水頭所限制，不能較溢出滾壩者為大。官廳滾壩所須長度，已達九十公尺，若隧道則因另須加以支撐，其寬更甚。下游因流速增加之故，雖可逐漸改窄。然如流量大至一〇〇〇秒立方公尺時，即流速每秒能達二十公尺，尚須五十平方公尺。實則官廳山谷逼窄，若開鑿隧道，必須量移上游，隧道既長，坡勢平坦，流速之增加，尚不及此數，則隧道之開鑿，支撐，以及內周保護之費，較之壩身所節省之費，反超過之。除隧道外，或用虹吸溢道，若置虹吸溢道於重量混凝土壩中，則較之滾壩，殊未見節省。若置於堆石壩中，則須用鐵筋混凝土，虹吸管本身，及基礎所用混凝土，為數亦甚可觀矣。故最後決定用滾壩者，不特因其他方法，均不經濟，且滾壩之計畫及建築，均較簡單而可靠也。

滾壩之計畫計分三種。(一)，堆石壩，壩面均用鐵筋混凝土保護，上以防滲漏，下以防沖動兼滲漏。(二)，渥奇式混凝土滾壩。(三)，拱形鐵筋混凝土滾壩。三者相較，渥奇式混凝土滾壩之價，實未見高。蓋石壩坡面延長，

涵洞之長度亦增，而拱壩堤身加長，鐵筋尤貴。且堆石壩及拱壩所需鐵筋，均待舶來，當此金價上騰之時，其不合於本國之經濟，甚為顯著。故最後決定用混凝土重量滾壩。惟如金價低落，拱壩所節省者多，則自以從廉價者為宜。故為官廳水庫兼設計拱形滾壩一種，至究應採用何種，須於施工時方可確定也。

官廳重量滾壩

官廳渥奇式混凝土重量滾壩，壩頂高度四六六公尺。溢道最高水頭三公尺，連迎壩流速水頭為三·〇五公尺。其壩頂部分之拋物線，以下列公式計算， $y=0.154x^2$ 。河底高度四三九，砂礫層約厚十公尺。計高出地面二七公尺，高出岩石面約三七公尺。壩頂長一二·八公尺，溢道寬九十公尺，河底寬六六公尺。兩坡及其他臨水部分均用一，二，四洋灰混凝土，厚二公尺，以減少滲漏。中心用塊石混凝土，即以一，三，六混凝土摻入大塊石三成，以節省造價。壩頂設人行橋一座，以為往來視察之用。將來如用操縱機關，亦可以此橋為運用平台。涵洞上游預留閘門位置，免他日改設閘門時之繁費。所有詳細計畫，見圖七十。其力量分析，以兩面滲漏假定為百分之五十計算。至水庫淤積後，雖不免兼有土壓力，但經推算結果，因土之重量，足以移進總力交點，情形較勝於無土壓力時，且實際淤積之程度若何，亦無從斷定，故不復計及焉。力量分析，見圖六十九，及第四十六表。

第四十六表 官廳渥奇式滾壩分析表

壩段	高度 (公尺)	壩寬 (公尺)	壩重 (公斤)	水重 (公斤)	浮力 (公斤)	垂直力 (公斤)	水平力 (公斤)	總力支點 以上流角 為起點				三分中綫界 與上流角 之距離				內壓力 (以每平方公分 公斤計)				總力 傾側 度		
								庫空		庫滿		三之一		三之二		下流		上流			新面力	
								庫空	庫滿	三之一	三之二	下流	上流	下流	上流	新面力	新面力					
I	4	6.08	9,480	—	2,000	6,760	5,020	(公尺) 2.27	(公尺) 3.06	(公尺) 2.02	(公尺) 4.04	0.18	0.88	0.59	0.14	0.71	0.74					
II	10	10.06	37,580	—	8,210	29,340	20,000	3.63	6.42	3.35	6.71	0.21	2.24	1.75	0.16	2.10	0.68					
III	16	14.16	79,900	—	16,900	63,000	44,250	4.91	9.24	4.73	9.44	0.19	3.52	2.79	0.12	3.38	0.70					
IV	23	18.75	137,300	3,330	31,800	106,730	76,750	6.74	12.41	6.25	12.50	0.38	4.41	3.46	0.05	4.15	0.71					
V	27	22.50	197,000	10,230	52,200	154,030	10,570	7.96	14.66	7.50	15.00	0.37	5.27	4.32	0.21	5.18	0.68					
壩基	37	29.00	306,000	21,720	103,900	283,820	16,350	10.94	19.32	9.67	19.33	1.10	7.16	6.42	0.01	7.70	0.57					

前表所示分析方法，未計及冰之漲力，以水庫於冰凍期間，當在低水時也。水簾下所發生之局部真空，或不能免，但其力量難以預計，故於計算其他安全因數時，加增若干，以免發生意外之危險。

官廳拱形滾壩

官廳鐵筋混凝土拱形滾壩，高度與渥奇式滾壩同。中心角度為一百四十度。其設計方法係根據拱壩之兩層作用，即圓筒及懸臂樑二者，分別支配其所受之外力，而綜合之，以求其直接應力，拱肋受縮應力，溫度變化之伸縮應力，及含水量變化之漲縮應力等。計算結果，大致如第四十七表。其計畫見圖七十一。

第四十七表 官廳拱形滾壩應力分析表

以每平方公分公斤計

	平 應 力	直 應 力	拱 應 力	懸臂樑應力
高度466.00公尺				
拱冠				
拱背綫	+10.28	0	+10.28	- 2.06
拱腹綫	+ 5.90	0	+ 5.90	- 1.18
壩臺				
拱背綫	+ 3.98	0	+ 3.98	- 0.80
拱腹綫	+12.28	0	+12.28	- 2.46
高度459.25公尺				
拱冠				
拱背綫	+16.48	+ 0.76	+15.83	- 2.54
拱腹綫	+ 8.42	+ 1.77	+ 8.07	+ 0.08
壩臺				
拱背綫	+ 4.98	+ 0.76	+ 4.83	- 0.14
拱腹綫	+20.23	+ 1.77	+19.87	- 2.28
高度452.50公尺				
拱冠				
拱背綫	+14.15	+ 1.81	+ 3.79	- 1.03
拱腹綫	+ 0.57	+ 2.43	+ 0.08	+ 2.32
壩臺				
拱背綫	- 4.93	+ 1.81	- 5.28	+ 2.77
拱腹綫	+20.44	+ 2.43	+19.96	- 1.66
高度445.75公尺				
冠拱				
拱背綫	+10.68	+ 4.75	+13.57	+ 2.66
拱腹綫	- 5.31	+ 1.18	- 0.31	+ 2.24
壩臺				
拱背綫	-12.07	+ 4.75	-13.52	+ 2.34
拱腹綫	+18.76	+ 1.18	+18.53	- 2.57
高度439.00公尺				
冠拱				
拱背綫	0	+ 7.10	+ 7.10	- 1.42
拱腹綫	0	0	0	0
壩臺				
拱背綫	0	+ 7.10	+ 7.10	- 1.42
拱腹綫	0	0	0	0

+ 應 力

- 引 力

太子墓壩滾壩

太子墓渥奇式混凝土重量滾壩，壩頂高度三〇〇公尺

，河底高度二五二公尺。溢道最高水頭二·五公尺，加迎壩流速水頭，其壩頂拋物曲線，依下列公式計算，
 $y=0.184x^2$ 。壩高自河底量算四八公尺。自岩石量算，因尚未探驗壩基，無從知其確數，如與官廳情形相似，或達六十公尺。壩頂寬一八九·三公尺，溢道寬一百五十公尺。河底寬八十公尺。其他計畫，均與官廳壩同。詳見圖七十二及圖七十三。力量分析見第四十八表。

第四十八表 太子墓渥奇式滾壩分析表

分段	高度 (公尺)	底寬 (公尺)	壩重 (公斤)	水重 (公斤)	浮力 (公斤)	總垂直力 (公斤)	水平力 (公斤)	總力交點 以上流角 為起點		三分中界綫 與上流角 之距離		內壓力 (以每平方公分 公斤計)				總力傾 斜度	
								庫空 (公尺)	庫滿 (公尺)	三之一 (公尺)	三之二 (公尺)	庫空		庫滿			
												下流	上流	下流	上流		
I	6	6.8	15,810	—	3,620	12,190	8,290	2.55	4.29	2.26	4.54	0.19	1.34	1.05	0.12	1.36	0.68
II	12	11.0	46,900	—	10,016	36,890	25,600	3.87	7.10	3.67	7.33	0.16	2.63	2.06	0.14	2.68	0.69
III	18	15.0	92,500	—	19,700	72,800	52,000	5.18	10.00	5.00	10.00	0.15	3.86	3.18	0	4.13	0.71
IV	24	19.4	152,300	—	32,250	120,050	87,500	6.54	12.90	6.47	12.93	0.06	5.13	4.02	0.02	4.23	0.73
V	30	24.5	229,300	3,700	49,900	193,100	131,900	8.45	15.93	8.17	16.33	0.04	6.17	4.56	0.32	5.93	0.72
VI	36	30.0	325,200	8,110	72,500	260,810	185,500	10.15	19.30	10.00	20.00	0.14	7.12	5.28	0.40	6.86	0.71
VII	42	34.1	437,500	13,320	97,500	353,320	247,500	11.68	22.20	11.37	22.73	0.17	8.48	6.46	0.32	8.40	0.70
VIII	48	38.9	566,000	23,600	140,500	449,100	319,500	13.21	24.66	12.97	25.93	0.16	9.72	6.88	0.72	8.94	0.70
壩基	55	47.2	759,000	38,000	208,000	589,000	390,000	15.85	28.65	15.73	31.47	0.33	10.16	6.66	1.45	8.66	0.67

太子墓壩身較官廳長幾一倍，如用拱壩，更不合算，故不復計及也。

消滅洩水衝擊力之計畫

最後一步之計畫，爲如何消滅洩水衝擊之力，以免下游河床淘刷過深，致危及攔水壩。蓋水庫之水，自涵洞及滾壩沖洩者，均有莫大之速率；普通河床當之，立成深潭。消力之法，舊有(一)，使水升空際如噴泉，消失其力，下墜於靜水之淵，復順流而下。(二)，以翼壩或其他障礙物，消滅速率。(三)，使水力消磨於迴溜漩渦衝搏及水內之阻力。(四)，或上述三種之混合物等法。美國邁耶迷水利區於計畫攔洪水庫之洩水道時，曾作長時期之試驗（一九一五至一九一六），其結論如下，（參觀邁耶迷水利區技術報告第三卷）。

- 一，如用障堤(Baffle Pier)於涵洞出口下之展廣水道中，水流甚不平穩，水道情形稍有變動，如流量，尾流高度，及建築物之形式等，即可發生重大變化。故以模型試驗之結果，不能充其量以用於實在之建築物。此種障堤基礎之建築，尤多糜費。
- 二，使水流入廣大之深淵以淹沒涵洞出口之法，未能防止下游之高速率。此種高速率似能延持甚遠，而淹沒之水流，亦無一定之位置。
- 三，噴水於空中之法，在小模型試驗，似甚有效。但如用於大建築，則受水之深淵，其建築費至昂。且空氣阻力，未全明瞭，以巨量之水噴升空際，是否有效，亦難斷定。至因噴泉濺激，防止損壞地面及建築物之

設備，其費亦甚可觀。

四，建築洩水道，使能逆流一部分之水，以成平面漩溜，因以消滅水力之法，認為不妥。蓋分流之勢無定，隨流而變遷，且出水有偏重於洩水道兩邊之勢也。大規模之建築，其費亦甚鉅。

五，就大建築論，利用水躍為消滅水力最可能之方法。其必然之結果，可於多數高滾壩觀察而得。而在涵洞下游，獲得水躍之情形，已由試驗之結果而成立，言其應用，實為經濟的，安全的，且有已知的論理為根據。其地位與分量，均可計算而得。

六，欲得平穩均勻之水躍，所進之水，應成為一片同深度與流速者。此種情形，可在涵洞下游洩水道中，設一光滑而漸漲之水道，其式樣以能使洩水道兩邊與水流得繼續接觸為度。洩水道兩邊，應與涵洞之壁成切線，直至水躍已過之時，向水凹進。洩水渠底，應自洞口漸降，使在水躍發生之處，得有充分之尾流深度，以成水躍。

七，如須在流量與尾流變化範圍甚大之處，常時發生水躍，若邁耶迷水利區所建各壩者，水躍之地位，可限於較狹之範圍，即使水躍發生，在自洞口向下坡降之渠底。此渠底之坡度，可以陡至無限，惟須假定不在洞口所洩噴泉形水流之拋物線內，且有充分之長度，

使在未達水躍前之水，能展佈成均薄之一片。

八，如有兩個以上之涵洞，洩於同一水道中，如水利區之各壩者，水流之集中，得在展佈流水相連之處得之。涵洞洩量不同者，亦可有同樣結果。此兩者均可發生參差之水躍。若水流集中於下游水道之某處，而有沖蝕之流速，則此種集中水流，可以多用一二淹壩於水躍之後，障阻分佈，以防止之。

九，如各涵洞之流量相等，則淹壩不能在某一高度以下，視水躍上游之錯亂程度而定。但在此最小限度以上，壩高稍有變化，均可適用。若各洞水流十分殊異時，例如一洞暫時為外物所阻，則高壩成為必要。其最合適之高度，似為尾流最大流量深度之一半。於其下游再加一同高或較高之淹壩，更能限制集中之勢。

十，如在淹壩上游有充分之水量，固定深度，與長度，以必水躍之成功，則過壩後之水深，僅視河道物質所能受之平均速率以為斷。

十一，使水躍上游渠床加糙，能增渠道之摩阻力，減少流速，剩餘較小之工作，歸諸水躍，而增益其穩定之勢。

十二，在渠床中用阻壩，似能使水飛空成片，而消滅水躍。此種現象，必須防止其發生。其法在使過壩之尾流，有充足之深度，此即第二壩之使命。一面增加水

躍上游之糙度，以儘量減少流速。

因此結論，邁耶迷所計畫之洩水道，如圖七十四甲所示，頗得良好之結果。

除邁耶迷水利區之試驗外，在歐洲各水功試驗場中，爲消滅水力之試驗者，亦頗不乏。如(一)，德國柏林水功及造船試驗所 (The Experiment Institute for Hydraulic Engineering & Ship-building in Berlin)，曾於一九一一至一九一三年，試驗漢富爾斯壩 (Hemfurth Dam) 及諦美爾與里斯代爾等壩 (Diemel & Lister Dams) 時，均作消力潭之試驗，採用之式，如圖七十四乙。(二)，德國葛拉治水功試驗所 (The Hydraulic Laboratory at Gratz) 爲梯幾虛水電廠之郎曼壩 (Langmann Dam of the Teigitsch Power Plant) 試驗虹吸及涵洞洩水消力方法，曾試用二十種不同之計畫，結果採用圖七十四丙所示。關於正流之測定，各種消力機關應低落之深度，及計畫上所需之公式等，尙在繼續試驗研究中。(三)，義國披沙水功實驗所 (The Hydraulic Laboratory at Pisa)，爲依沙拉支廠 (Isollaz Plant) 試驗消力潭之結果，略與美國者相似，見圖七十四丁。而(四)，試驗最多者，當推德國卡而斯路河工試驗所 (The River Hydraulic Laboratory at Karlsruhe)，其經過試驗最多，而結果最佳者，當推「齒形消力檻」(Dentated Sill)。此種消力方法，於一九二三年始告成功，蓋已經歷二十餘種模型之試驗

矣。其形狀如圖七十五所示。

齒形消力檻

卡而斯路工科大學雷博克教授 (Prof. Theodor Rehbock) 於其所著「卡而斯路河工試驗所」一文中，曾詳述此種齒形消力檻之作用，茲節譯如下：（見 Hydraulic Laboratory Practice, Edited by John R. Freeman。前節所述德義兩國各試驗所試驗結果，亦採自此書。）

（上略），對於水流現象，經多次之調查與研究，始知保護河床，使不受滾壩或閘門洩水冲刷之最有效方法，乃在下游有充足之深水，以使成一穩定之水面漩溜 (Surface Roller)。如下游之水，不致太淺，則一平面海漫 (Apron)，達到水面漩溜之終點，或可足用。惟若下游深度太小，穩定之水與平面海漫，未能必其發生，即發生亦不能永久時，則建築一較河底為深之淵潭，始有必要。此淵潭之作用，乃在形成并維持一水面漩溜。不論下游之水深淺若何，水面漩溜之形成，即可保障其下游之平均流速，足與尋常河流受河床之坡度及式樣糙度之影響所發生者略似。如此種平均流速，雖能發生而仍不免受非常之冲刷，則可以解說者，必在水面漩溜下游流速，未能得均勻之分配也。蓋未受障礙之水流，其河底流速，足以影響於河床之變遷者，必較平均流速為小。以流水與河床間之不斷的摩擦故。但恰在水面漩溜斷絕之後，則其情形適屬相反。以水面漩溜，自水面消滅甚大

之力量，流速(在直剖面)之分配，遂與常情相反。即水面之流速，反較水底為小也。向下游展長海漫，所費甚鉅，且其所改善者甚微，蓋尋常流速之分配，僅能遠在下游，方能成立也。

故著者欲以模型試驗求一經濟迅速之法，使在海漫下游，得如尋常流速之分配。其法在導引最大流速之水流，上升水面，因以減小水底流速。經過二十餘種計畫及試驗，著者乃得成功一「齒形檻」，以解決此需要之問題。此種齒形檻，為如平屋頂之檻，分成梳齒狀。其直面向上游，而在下游成一坦坡，用此種齒形檻時，其高度祇須淹流深度之十分一，而水底流速，減少甚鉅。下游之沖刷，較之未用此檻者，僅若干分之一耳。多次之模型試驗及實地建築，均能証實其效用。故齒形檻似能滿意的減少甚至防止下游之沖刷也。

圖七十五表示齒形檻之布置及形狀，流水因此檻擊而上升，且以水層經流齒縫之故，不能驟落至河底。水層上升，增加水面流速，而水底流速減少，直達檻下河底漩溜之外。

圖七十五中各地形圖及剖面圖，表明阿萊(Alle)河上弗列特蘭水電廠(Friedland Power Plant)主要洩水機關之局部模型，對於齒形檻所受影響。以同一流量及河底情形，作有無齒形檻之比較試驗，足以使人承認齒形檻有超越

尋常之防止冲刷作用。蓋因齒形檻之作用，冲刷之量，減至百分之二六·五，約為無齒形檻設備之四分之一。但其主要優點，乃在冲刷趨向河床中部，不致發生損害。且使河流趨於平靜焉。若無齒形檻，則兩岸翼牆旁均致冲深，以危害此建築物之重要部分，而河底之冲刷，亦直接發生於海漫之前端。惟齒形檻造成後，保護海漫前端，不復受冲刷矣。

齒形檻之實際建築，最先在弗列特蘭洩洪機關。建築初成之後，即發生洪水，其期間延長至三十三日，最高流量達二六五秒立方公尺，優越的模型試驗，乃得充量之証實。其影響且較試驗所得為更佳。蓋近岸處之淺冲，全然消滅，而春洪雖大，并無須修理之處焉。自此種研討及根據試驗所得之結果，似可於齒形檻得一至有效之方法，以保護滾壩下之河床。

按上述歐美諸國試驗及建築之經過，均有相當立場，以資採用。自其建築之經濟觀之，自以德國之齒形檻為佳。但官廳與太子墓兩處為溢道與涵洞相合之滾壩，在最高流量時，兩方面水流會合衝擊，如何匯流，以至下游，而消滅其力量，其情形更為複雜。茲假定用齒形檻，檻之上游海漫長度為四十至八十公尺，如圖七十及圖七十三，而位置消力檻於海漫之前端。其確定位置，俟試驗而後定。

第十五節 永定河攔洪水庫之效果及其影響

攔洪水庫減低洪水之原理，已見第十三節中。茲節復述永定河官廳及太子墓兩水庫對於永定河洪水流量之關係，及水庫範圍內地畝所受之影響。

水庫洩量之
計算

水庫洪水洩量，視水庫內積水深度以爲差異，而積水深度，又恃庫內積水之總量，即進水總量，與洩水總量之差數而互異。庫之面積，亦與積水總量及深度有密切之關係。故此數者，皆互爲因果，而計算洩量，遂爲極繁複之工作。按計算攔洪水庫洪水洩量之方法，現在應用者，有嘗試法 (Trial & Error Method)，圖解法 (Graphical Method)，及積分法 (Integral Method) 諸種。諸法計算之結果，亦視推算者所假定之數量而互異。較易明瞭之方法，爲嘗試法，其中以一定之時間，假定終期之洩量，計算積水總量及積水高度，以求與洩量之水頭相適合者爲符合於事實。惟計算之時，在初學者，恒不免糜費時間，若附以圖解曲線，則計算較速。故除水庫面積曲線，容量曲線，及洩水機關洩量曲線(皆按積水高度計算)外，復佐以平均流量(進水流量與洩水流量同)，與總流量關係曲線，(時間分二小時，四小時，六小時，八小時各種)，各水庫最大洩量與積水量關係圖等。設以二小時爲計算時間，其平均進水流量，自進水流量曲線，至易計算。其總進水量，則自總流量曲線中求得。又假定二小時終了時之最高洩量，以求

平均洩量，而得其總洩量。若總進水量與總洩量之差數，恰等於假定最高洩量所需積水量，則此假定洩量之數無誤。否則另行假定，從頭計算，自此層層相加，以至於水庫復空爲止。

兩水庫洩量之計算，分爲最高洪水，十三年洪水，十八年洪水等。復於其間，假定洪水流量數種（其洪水流量曲線與十三年相似），而求其洩量。惟太子墓水庫在官廳下游，故必須先從官廳計算。以官廳之洩量，加入官廳太子墓間之逕流，以成太子墓之進水流量也。

官廳水庫淤
淺問題

官廳水庫，上游寬廣平坦，至壩址附近始驟狹窄，水流至庫，受攔水壩之障礙，水位增高，流速減低，粗沙石礫，勢必沉澱於庫之上口。離壩愈近，則沈積之沙，愈細而亦愈少。及水勢漸退，洩量之減低，不如水位低退之速，故流速漸增，一部分已經沈積之沙，或能因流速增加而復輸出。但在上游沈積之粗沙，其推動之力，較之原有流速，須增加甚鉅，一方面又因淺處流速，大都較小，故不免永久淤積，庫量因之減小。惟其淤積至若何程度，殊非臆斷所能推算。按水庫淤積，久成爲水利工程之重要問題。但以水庫形勢，既無標準，含沙之多寡粗細，不特各河無一相等，即同在一河中，亦甚少規律可尋。即或含沙量之變遷可以推測，而水庫蓄水之時，上游流量較大，而涵洞洩量尙小，洩水之時，涵洞洩量較來水爲大，其間變化

錯綜，莫可算計。沙之浮沉，遂更無一定。舍模型試驗外，寔無從得其彷彿。今茲推算官廳水庫影響，暫以容量百分之三十為沙泥所淤，雖近武斷，亦於無可如何中，為折中之辦法也。試就十三年洪水研究水庫淤淺之影響如下。

官廳水庫淤積量 百分比	最高水位 大沽水平上公尺	最高洩水量 秒立方公尺	減洪效果 百分比
零	四六二·五	一一五〇	八〇·〇
三〇	四六四·二	一二〇〇	七九·〇
六〇	四六八·〇五	一八八六	六七·〇

觀此表可知官廳水庫，因淤沙沉積，減低水庫之效能，尚非甚鉅。按官廳流量記載甚不完備，姑就盧溝橋及官廳之洪水流量而參酌之，則自民元以至民二十間流量在九〇〇秒立方公尺以下者，凡九年，自一一〇〇至二〇〇〇者四年，平均一六〇〇二八〇〇者一年，三〇〇〇至四〇〇〇者四年，平均三八〇〇四九〇〇者一年。（見第二十四表）又自官廳水庫之洩量水位觀之，則洩量在八〇〇秒立方公尺以下者，水位未致出槽，故如進水高峯在九〇〇秒立方公尺以下，幾乏淤積之可言。其他年份如十三年，即在四〇〇〇秒立方公尺以上，停蓄之水約一七七兆立方公尺，其平均高峯在三八〇〇秒立方公尺者，約停蓄九三兆，在二八〇〇者六〇兆，在一六〇〇者約二十四兆立方公尺。（參攷第四十九表）設以重量百分之四為淤積量，則二十年，淤積四·三兆立方公尺者一年，淤積二，二兆者

四年，淤積一·四兆者一年，淤積〇·六兆者四年，共計二十年中淤積一六·九兆立方公尺。每年平均淤積〇·八五兆立方公尺，而在水位達四六四·〇時，水庫容量，為二五四兆立方公尺百分之三十得七六·二兆，約可淤積九十年，若以百分之六十計算，水庫容量為四〇四兆，淤積二四二兆立方公尺，幾可支持二百九十年矣。

至若太子墓水庫，山谷偏窄淤沙無所黏附。且官廳來水較大之時，水必較形澄清，及水勢既退，暫時淤積之沙，諒可隨流俱去，故不復計及也。

官廳水庫攔洪之效果

官廳水庫攔洪之效果，可以下表證明之

第四十九表 官廳水庫攔洪效果表(假定水庫淤淺百分之三十)

進水最高流量 秒立方公尺	進水總量 兆立方公尺	最高水位 大沽水平面 上公尺	壩後水深 公尺	最高洩量 沙立方公尺	最大蓄水量 兆立方公尺	漲落時間
八〇〇〇 (估計最大洪水)	六七〇	四六九·〇	二九·五	二三二〇	三一四·六九	七日
五七〇〇 (十三年洪水)	四八八	四六四·二	二四·七	一二〇〇	一七六·六七	六日弱
四〇〇〇		四六一·三	二一·八	一一一〇	一〇七·一七	四日半
三〇〇〇		四五九·二	一九·七	一〇五〇	六六·六二	四日
二〇〇〇		四五六·九	一七·四	九七〇	三四·四九	三日弱
一二〇〇 (十八年洪水)	二三四	四五四·〇	一三·五	八七〇	一〇·六一	一日半

圖七十六表明官廳水庫對於最高洪水之影響。圖中所示，為(一)，進水流量曲線，(二)，洩水流量曲線，(三)，壩後水位曲線。圖七十七表明官廳水庫對於十三年洪水

之影響，圖七十八表明官廳水庫對於十八年洪水之影響，均如圖七十六。

太子墓水庫
攔洪之效果

太子墓水庫，受官廳水庫之水，加以太子墓官廳間永定河流域之逕流，為太子墓水庫之進水量。按官廳山峽之洪水高峯，到達三家店時，常較官廳三家店間之逕流高峯為後。其時間則視雨量與流量之大小而異，平均約為五六小時。民國十三年七月間之洪水，官廳最大流量在十三日上午八時，而官廳三家店逕流最大之時為上午三時，即其例也。官廳水庫既成，洪水高峯勢必移後，如十三年洩洪高峯，較進水高峯約晚十四小時，而洪水自官廳流至太子墓需時約六小時，總計官廳最高洪水到達太子墓水庫時，已在太子墓官廳間逕流最高流量之後二十六小時矣。

太子墓流量，本會未設站觀測，故官廳太子墓間之逕流，惟有取官廳三家店間之逕流，按照流域面積之大小為比例。查官廳太子墓間流域面積，為一七三〇平方公里，官廳三家店間為一三〇〇平方公里，二者相較，官廳太子墓間寔佔官廳三家店間流域面積之四分三。流量之比例，亦據此推算之。

第五十表 太子墓水庫攔洪效果表(官廳水庫建築成後)

洪水別	最高流量 秒立方公尺	進水總量 兆立方公尺	最高水位 大沽水平上 公尺	壩後水深 公尺	最高洩量 秒立方公尺	最大蓄量 兆立方公尺
最高	四三一五	九三〇	三〇二·五	五〇·五	三〇〇五	九〇·〇三

十三年	一八四〇	六八八	二九四·五	四二·五	一六二〇	五八·二一
十八年	三〇九五	三七六	二八六·八	三四·六	一四五五	三二·二七

關洪總效果

圖七十九表明太子墓水庫於最高洪水時攔洪之效果。圖八十及圖八十一，為表明太子墓水庫對於十三年及十八年洪水攔洪之效果。其中所表示者，均同圖七十六。官廳及太子墓水庫攔洪之效果，可以百分率比較之如下表。

第五十一表 永定河水庫減洪效果表

洪水別	官 廳 水 庫			官 廳 及 太 子 墓 水 庫		
	洪水最高流量 秒立方公尺	減水最高流量 秒立方公尺	減洪效果 百分率	洪水最高流量 秒立方公尺	太子墓洩水 最高流量 秒立方公尺	攔洪效果 百分率
最高洪水	八〇〇〇	二三二四	七一·〇	九六〇〇	三〇〇五	六八·七
十三年洪水	五七〇〇	一二〇〇	七九·〇	五一四〇	一六二〇	六八·八
十八年洪水	一二〇〇	八七〇	二七·五	三五九五	一四五五	五六·六

上表所載太子墓水庫之洪水流量，係就官廳山峽之流量移後六小時，（自官廳達到太子墓之時間），以與官廳太子墓間逕流流量合併而取其最大者，其攔洪效果之百分率，係洪水流量與洩水流量之差數，以洪水流量除之而乘以一〇〇。

官廳水庫減洪效果，以十三年洪水為最大者，則涵洞之功。蓋涵洞之作用，在使小水之時，不加阻止，而一遇洪水，水位上升，較流量之增加為速，以流量與水深之開方數成正比例也。故遇十八年洪水，其效果僅百分之二七

·五矣。若水位上升至滾壩頂以上，則其效果又突然減少，以滾壩之流量，與壩頂以上水深之 $\frac{3}{2}$ 方成正比例，其說均見前節。

太子墓水庫容量甚小，其減洪效能，自不甚鉅。故遇最高洪水與十三年洪水時，官廳太子墓兩水庫之功效，反不如官廳水庫之大。此非太子墓水庫功效之由正成負也。以太子墓水庫之容量，已用於減低官廳太子墓間之洪水高峯，故於官廳洩水高峯到達之時，其效用乃大為低落也。若十八年洪水之最高流量，幾全為官廳三家店間之逕流，而太子墓水庫之效果以顯，其減洪之百分數，乃倍於官廳水庫矣。

水庫之效果，以在壩址為最大。溯流而上，其無效果，盡人能知。順流而下，下游之逕流，逐漸加入，而流量復增，效果於以漸減。至距壩若干里以下，若有鉅大支流匯入正流者，其效果幾等於零。且有時因發洪時間之遲早，而適得反。如建庫之支流或正流，發洪之時，本早於正流或其他支流(以到達匯流處計算)，在正流或其他支流發洪之時，其流量高峯原已過去，不復為害。今因水庫之故，洩水流量高峯，乃延緩若干小時，若適與正流或其他支流之洪水高峯相遇，則流量有反而增加者矣。官廳與太子墓水庫所以能聯絡相互助者，以其同在正流，各有所主管，而最後減洪之效果，則最高洪水為百分之六八·七，十

三年洪水爲百分之六八·八，十八年洪水爲百分之五六·六。

三家店及盧溝橋流量之推算

自太子墓以下，太子墓三家店間之逕流又復加入，其流量約計爲官廳三家店間逕流流量之四分之一，據此以計算三家店盧溝橋之流量如下表。

第五十二表 三家店及盧溝橋節制洪水流量估計表 (官廳及太子墓) 水庫建築後

站 別	三 家 店			盧 溝 橋		
	洪 水 流 量	水庫建築後 洪水流量	百 分 比	洪 水 流 量	水庫建築後 洪水流量	百 分 比
最 高	一〇二〇〇	三七〇〇	六三·七	九八〇〇	三七〇〇	六二·三
十 三 年	五二〇〇	二〇四〇	六〇·六	四九〇〇	二〇四〇	六〇·二
十 八 年	四二五〇	二二三〇	四八·二	四〇〇〇	二二三〇	四四·二

上表三家店盧溝橋洪水流量，除最高洪水外，係根據測量所得。盧溝橋流量均較三家店爲小者，以三家店至盧溝橋一段，河道驟寬，河底又易滲漏故也。最高流量相去更遠，以其時三家店盧溝橋間，勢必泛濫也。若已受節制之水，到達盧溝橋之時間較晚，其自始漲至流量高峯之時間，又復延長，故滲漏與容蓄，兩俱減小。但三家店盧溝橋間之逕流，則過去時間更較早，故假定如上表。

攔洪與分流之比較

永定河水庫攔洪之功用，較之任何方法爲經濟。蓋官廳太子墓兩水庫建設之費，不及七百萬元(見後估計)。若另闢新河，使盧溝橋正河洪水，減至第五十二表所列之流

量，而假定以永定河舊有之堤爲新堤之一，則自盧溝橋起至雙營以下入淀之處，長九十七公里，平均坡度一萬分之五，自入淀處至北運河四十公里，平均坡度一萬分之一·七五，並假定平均水深五·五公尺，則築堤費及購地費約需九百萬元。而村莊墳墓之遷徙，舊堤之培補，節制機關之建築，尾閘之疏浚，及工程行政與意外所需經費，均未計及。至若尾閘之宣洩，更成爲大問題矣。

水庫地畝之徵收

建築水庫，於下游之洪水固能減小其流量，而於上游，則因水位增高之故，不免使地畝受損。惟其受損之範圍，較之下游獲得利益之地畝，爲一甚小之分數。若能使上游地主得相當之損害賠償，亦不失爲公允。地畝損害之程度，因地勢之高下，不能一律，自應分別辦理，茲擬定辦法如下。

華北水利委員會徵收永定河()水庫地畝章程草案一，華北水利委員會所築()水庫範圍內地畝，應分爲(一)徵收地畝，(二)備用地畝兩種。

二，凡遇十三年同等洪水，因攔洪而發生之逆水位以下之地畝，應定爲徵收地畝。凡遇估計最高洪水因攔洪而發生之逆水線以下之地畝，除已徵收者外，應作爲備用地畝。

前項逆水線所達到之範圍，係自壩基起，至逆水面與天然洪水水面相交處爲止。

(理由)接近十餘年來水文記錄，以十三年洪水爲最高。故在十三年洪水逆水線下之地畝，均應徵收。至最高洪水，雖不能保其必不發生，但其機會過少，爲保持攔水壩之安全，自不能不計及。若爲地畝被淹，而亦先事徵收，未免過於紛擾，故特加分別。至在天然洪水面與逆水面交點以上之地畝，原不免被水，非建築水庫所應負之責任矣。

三，凡徵收地畝界內之土地，除原有河道外，應公平估價，依法徵收之。備用地畝界內之土地，暫歸原業主所有，如遇非常洪水，以致淹沒者，得照業主請求，分別給價徵收，或照被淹所受之損失，估價賠償之。

四，凡徵收地畝界內之房屋，應給價遷徙，但如可以圍堤保護之處，華北水利委員會得酌量辦理，以免紛擾。(理由)房屋所佔地畝較小，而遷徙每多困難。如能圍堤保護，亦可避免若干糾紛。惟如圍堤之費，超過遷徙費過鉅者，亦屬得不償失，故此層應視當地情形辦理。

五，凡徵收地畝界內之樹木，概須遷刊，如係菓木，得酌量給價賠償。

(理由)樹木在水庫範圍內，最能致淤，故應全部遷徙。菓木每年生息，故應給價。

六，凡徵收地畝界內之墳墓，應分別給價遷徙，其在最高

逆水面下一公尺半以內者，業主自願留存，亦可照准。但不另給地價，並須取具業主甘結，書明白願留存，將來如遇水淹，概不得請求賠償。

(理由)墳墓在水中雖無大害，然恐迴流冲刷，棺木浮沉，於涵洞及滾壩頗為不利。若在逆水面下一公尺半以內者，則冲刷之機會甚少，如業主不以水淹為嫌，亦可無事苛求。

七，凡在備用地畝界內之房屋，應圍堤保護，但零星小屋，不在此限。

(理由)備用地畝，雖未必過水，但房屋為生命所關，故以圍堤保護為宜。且地勢已高，所費亦有限也。若零星小屋，自不能盡予分別保護，遇發洪被淹之時，酌量撫卹，未為晚也。

八，徵收地畝，得由原業主或租戶儘先租賃耕種，但不得圍堤，造林，及種植菓木。

前項放租章程另定之。

(理由)徵收地畝，雖以十三年洪水之逆水線為標準，但十三年洪水約計二十年方發生一次，其餘年份，大部分仍可耕種。且每經汎濫，土地必更肥沃，所收地租，亦可作管理費用，實公私兩利之舉也。至圍堤，造林，及種植菓木，均能掛淤，減少水庫容量，故須絕對禁止。

九，所有地畝價格及遷徙房屋墳墓菓木等費均另定之。

逆水面切線
之推算

按地畝所受損失，自應以逆水所達到者為限。惟逆水面切線之計算，頗為繁複。以水庫上游論之，逆水面最高之時，似應在來洪達到最高流量之候，但是時涵洞洩量較小，壩後水位亦未至最高度，且上下游流量不同，河道之橫斷面，又非如水管及人工渠道之有規則，故計算逆水線，至為困難。至下游之逆水線，自應以水庫滿盈時為主，其時洩水機關，已達最高流量，進水與洩水流量亦正相等。若分河道為若干段，而據流量公式，以嘗試法計算坡度，而求得各斷面水面之高度，尚較近於情理。惟其中有須假定者如下。(一)，進水之水面線，原有洪水位測量者，依測量。遇其他流量時，假定水面坡度，與洪水線坡度平行，而以嘗試法求其上下游之水面高度。(二)，橫斷面之切面，與水流方面作垂直線，假定水庫滿時，水流直趨洩水機關，故距壩較近之橫斷面切面，與滾壩平行。但太子墓水庫山谷狹窄而廻環，則仍依山谷之方向。(三)，橫斷面一部分面積，實際應為緩流及廻流所佔，但就為正流，若為廻流，除自地形圖可以斷定除去者外，毫無從分別，故仍以全部為正流。(四)，正流與緩流及廻流部分，既不能分別，且是時河底新沙沉澱，故假定糙度，不能按照普通河流之系數，茲假定糙度系數自 $\cdot 0.35$ 至 $\cdot 0.50$ ，愈向上游，則系數愈大。按糙度較高，則坡度必大，寔為

較慎重之假定。(五)，官廳上游測量範圍，尙有未盡，故逆水面切線與進水坡度之切點，至難準確，今但以曲線順勢聯切。

逆水線推算結果，可以下表示其梗概，餘則均以圖表示之。

第五十三表 官廳水庫逆水線推算表

流量	一二〇〇秒立方公尺
壩後水面高度	四六四·二公尺
流速公式	$V = \frac{1}{n} r^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}}$
永定河流量	六四八秒立方公尺
樓來河流量	五五二秒立方公尺

橫斷面	距離公尺	水面高公尺	面積平方公尺	平均面積平方公尺	水徑公尺	平均水徑公尺	平均流速每秒公尺	糙度系數	假定坡度	算得坡度
0		464.200	2120		14.8					
	1000			4460		16.95	.269	.035	.000002	.00000203
1		464.2020	6800		19.1					
	3000			13500		11.80	.089	.040	.0000005	.00000047
4		464.2035	25000		9.8					
	4000			30800		9.04	.089	.045	.00000015	.000000165
8		464.2041	34000		6.8					
永定河										
8		464.2041	18400		6.8					
	1000			10200		5.05	.0635	.045	.000001	.00000095
9		464.2051	2000		3.3					
	3600			1400		2.15	.462	.045	.00015	.000156
9		464.73	800		1.0					

懷來河										
8		464.2041	15600		6.8					
	1000			12500		7.5	.0441	.045	.0000003	.000000268
9		464.2044	9400		8.2					
	3600			7700		7.20	.0718	.050	.0000009	.00000098
10		464.2076	6000		6.2					
	3500			5400		5.40	.1021	.050	.000003	.00000275
11		464.2181	4800		4.6					
	4000			3450		5.60	.1600	.050	.0000075	.00000751
12		464.2481	2100		5.4					
	3600			1750		3.62	.3150	.050	.000045	.0000445
13		464.410	1400		1.85					

官廳水庫逆水面切線

圖八十五為官廳水庫逆水面切線，左部係十三年洪水情形，即前表推算之水位。右部為最高洪水之情形。據圖遇十三年洪水時，逆水影響於永定河者甚小。在楊大人莊（參看水庫地形圖）迤上三公里許，即與十三年洪水位相等，其高度為四六四·五八。懷來河坡度較小，故其影響直達懷來縣城以上二百公尺，其高度為四六四·六。若遇最高洪水，則永定河逆水影響在楊大人莊迤上六公里三百公尺，高度為四六九·三四。懷來河影響，直至懷來縣上游三公里五，高度為四六九·二四。

太子墓水庫逆水面切線

圖八十六為太子墓水庫逆水面切線，按太子墓水庫應在官廳水庫建築後，方可建築，故即遇最高洪水，其上游流量尚不及十三年洪水位之高。其影響所及，自應以十三年洪水位為準。蓋水庫之建築，對於上游應負損害賠償之

責任，不能超出天然災害以上也。逆水面切線推算之結果，爲十三年洪水影響，可達壩址上游九公里四百公尺，交點最高水位二九四·九五。最高洪水達壩址上游十一公里，最高水位三〇三·九八。

官廳水庫淹沒面積

官廳水庫淹沒面積，自楊大人莊至壩基，計河道三，七〇八方公里，十三年洪水淹沒一九，二〇七方公里，最高洪水增一，五五五方公里。媯水河河道一，〇五八方公里，十三年洪水八，九八九方公里，最高洪水加淹二，三八九公里。永定河河道一，六九五方公里，十三年洪水一，八八八方公里，最高洪水加淹二，八八三方公里。總計除河道外，十三年洪水淹沒三〇，四〇六方公里，約合四萬九千五百畝。最高洪水增淹九，九一二方公里，約合一萬六千二百畝。地畝之出產及地價，經十七年調查，約如圖八十七所示。

官廳水庫淹沒村莊

官廳水庫淹沒村莊，雖可於地形圖上約略知其範圍，但實在戶數及房屋間數，尙須經詳細測查，方能確定。茲照十七年調查報告之總戶數而以面積比例分配其戶數，約得如下表。

第五十四表 官廳水庫村莊被淹戶數推算表

村 名	總戶數	總 面 積 平方公尺	被 淹 而 積 (平方公尺)		估 計 被 淹 戶 數	
			十三年洪水	最高洪水	十三年洪水	最高洪水
官 廳	三〇	九二〇〇	〇	一〇〇	〇	不及一戶
黃 營	四〇	一二一〇〇	七二〇〇	九二〇〇	二四	三〇

施家寨	三〇	一〇四〇〇	三〇〇	五六〇〇	—	一六
珠窩堡	一五〇	六二八〇〇	一五六〇〇	三三四〇〇	三七	八〇
閻家溝		五四〇〇	〇	一四〇〇	〇	
珠窩圍	一一〇	四九四〇〇	八六〇〇	四九四〇〇	一九	一一〇
辛窰子	六〇	一〇五〇〇	二〇〇〇	八七〇〇	一二	五〇
大營	三〇	一八七〇〇	一八七〇〇	一八七〇〇	三〇	三〇
小營	七〇	六一〇〇〇	二四九〇〇	五六九〇〇	二八	六七
大七營	三〇	九二〇〇	五九〇〇	七六〇〇	二〇	二五
四營	三〇〇	五一—〇〇	二〇三〇〇	三九四〇〇	—二〇	二三二
三營	二〇〇	四五—〇〇	〇	二五—〇〇	〇	—一二
火燒營		三四〇〇〇	〇	三四〇〇〇	〇	

官廳水庫地
畝受淹時期
之推算

官廳水庫內地畝，因攔洪之作用而被淹沒，固為民間直接之損失，然實際受水之時間，殊不如一般人所想像之淹久。蓋永定發洪，盡在夏季，秋潦既盡，土地肥沃，冬麥之利，已足償一年之辛苦。何況發洪大小，年年殊異，如十三年之洪水，在盧溝橋約十九年而一遇，最大洪水，其週期乃在五百年以上。惟官廳洪水記載年數過短，不能知其平均洪水流量，暫以盧溝橋洪水週期公式 $Q-Q_{ave}$ $(1+1.27\log T)$ 代用，而以最高洪水為五百年一次之洪水，得官廳洪水週期如下。

第五十五表 官廳洪水週期年表

週 期 年 數	洪 水 流 量(秒立方公尺)
五〇〇	八〇〇〇
二〇〇	七一〇〇
一〇〇	六四一〇
五〇	五七二〇
二〇	四八〇〇
一〇	四一一〇
五	三五二〇
一	一八一〇

依此推算，則十三年之洪水，在官廳約須五十年一次，雖無記載可以証明，然盧溝橋洪水有官廳三家店間之逕流，以增加其頻速率，則十三年洪水流量，在官廳之頻速率，自應較在盧溝橋者為疏也。

依第四十九表所載之洪水流量與相當之水位高度，製成曲線，復依此曲線以推算一年，五年，十年……乃至五百年洪水所達到之水位高度，而製成曲線，則得水位週期曲線。兩曲線均載圖八十八，上線示週期年數，中線示洪水最高流量，其水位高度與相當淹沒之面積，則分示於左右。依此圖所載各線，可以計算每年平均淹沒之面積如下。

。

第五十六表 官廳水庫地畝淹沒週期率表

週 期 年 數	水 位 高 度 公 尺	淹 沒 面 積 平 方 公 里	增 淹 面 積 平 方 公 里	平 均 每 年 淹 沒 面 積 平 方 公 里
一	四五六·五	一五·二	○	一五·三〇〇〇
五	四六〇·四	二八·一	一二·九	二·五八〇〇
一〇	四六一·六	三一·六	三·五	〇·三五〇〇
二〇	四六二·九	三四·七	三·一	〇·一五五〇
五〇	四六四·三	三八·三	三·六	〇·〇七二〇
一〇〇	四六五·七	四一·五	三·二	〇·〇三 〇
二〇〇	四六七·二	四四·八	三·三	〇·〇一六五
五〇〇	四六九·〇	四八·六	三·八	〇·〇〇七六

以上共計每年被淹面積平均約一八·五平方公里，除去河道面積約六·八平方公里，實際每年被淹面積，平均約十二平方公里弱，以畝計，不過一萬九千畝，約當征收地面積百分之三八·五耳。

復次，地畝受淹沒之害，事非一律，時間與深度，兩有關係。若尺餘之水，淹沒不過一日者，於農作物之影響，殆不甚著。圖八十九所示，為流量，水位，與淹沒期間之關係。若取淹沒在一天以上之水位，而計其與流量之關係，繪為曲線如圖八十八最下一線之所示，則知前表計算之結果，其損失尙屬過大。茲列表於下。

第五十七表 官廳水庫地畝淹沒一日以上之週期率表

週期年數	淹沒一日以上之 水位高度 公尺	面 積 平方公里	增加面積 平方公里	平均面積 平方公里
一	四五四·五	七·八	○	七·八〇〇〇
五	四五九·三	二五·三	一七·五	三·五〇〇〇
一〇	四六〇·五	二七·四	二·一	〇·二一〇〇
二〇	四六一·六五	三一·七	四·三	〇·二一五〇
五〇	四六三·〇二	三五·一	三·四	〇·〇六八〇
一〇〇	四六四·〇二	三七·六	二·五	〇·〇二五〇
二〇〇	四六五·〇五	四〇·〇	二·四	〇·〇一二〇
五〇〇	四六七·一〇	四四·六	四·六	〇·〇〇九二

以上共計每年平均淹沒一一·八四平方公里，除河道面積，寔不過五平方公里，合八千二百畝弱，為徵收地畝之百分之一六·五。

故知官廳水庫被淹地畝，除河道外，在一日以上者，每年平均不過八千餘畝，不滿一日者，一萬一千畝弱，而其餘三萬餘畝，均可為良好之耕種地，以每畝征租三角計，平均尚可收入萬元之譜，以之為水庫歲修及防守經費，無虞不足。

太子墓水庫淹沒地畝及村莊

太子墓水庫地畝，為數無多，遇十三年同等洪水時，約計四八三〇畝，遇最大洪水，亦不過六三一〇畝。淹沒之村莊如下。

- | | |
|-------|--------|
| 一，太子墓 | 一百十戶， |
| 二，青白口 | 一百二十戶， |
| 三，傅家台 | 三戶。 |

第十六節 攔洪水庫之申論

官廳及太子墓攔洪水庫之計畫及其效果，已於前兩節中詳述之矣。惟尚有未盡闡明者，於此節中，分別申論之。

水庫容量面積
與深度之關係

勺，水庫容量與面積。按水庫容量與攔水壩之高度，有一定之關係，若以公式表示之，則得

$$W = K_w H^m \dots\dots\dots(1)。$$

內 W 爲水庫容量(立方公尺)，H 爲攔水壩高度，K 及 m 爲系數。美國土木工程師會會務月刊五十六卷第七期，曾載蘇稗蘭君「蓄水問題之各方面」一文 (Some Aspects of Water Conservation, By R. A. Sutherland)，於世界各著名水庫，詳加分析，而得 m 之值如下。

水庫種類	m 之數值
(一)湖泊式	一·〇至一·五
(二)洪水平原及山崖式	一·五至二·五
(三)山谷式	二·五至三·五
(四)山峽式	三·五至四·五

據此表，湖泊式高度與容量之變遷，雖似較小，而其 K_w 之系數則多較大，故就湖泊改築水庫，仍不失其優越之地位也。

永定河水庫，皆在上游之山谷，故其 m 之系數較大。

若於對數格紙，繪成容量及高度關係曲線圖，而求 m 與 K_w 之數值，則官廳水庫屬第四種，其公式為

$$W = 441.4H^{4.24} \dots\dots\dots(2)。$$

但在九公尺以下，則不能應用。

官廳水庫如淤積百分之三十，則容量高度曲線之公式為

$$W = 134.7h^{4.58} \dots\dots\dots(3)。$$

太子墓水庫屬第三種，其容量高度曲線之公式為

$$W = 1702.4 h^{2.74} \dots\dots\dots(4)。$$

但在高度二十公尺以內，則不能適用。

按水庫之性質， K_w 之數值與水庫之面積，有直接關係，其 m 之數值高者，必其面積之增加率較高，蓋面積之變遷，可以公式(1)按 H 數值之微分求得之。

$$a = mK_w H^{m-1} \dots\dots\dots(5)。$$

公式(5)之面積推算方法，較之實際情形之懸隔，較公式(1)為甚，然可據此以見面積變遷之迹。按面積之大小，與蒸發量有直接關係，而蒸發之面積，應以最高層之水面面積計算。故水庫之 m 數值較大者，如作為蓄水庫，則蒸發之損失量恒覺過大。故如官廳太子墓等水庫，若作為蓄水庫，頗不經濟。若作為攔洪水庫，則因其水庫蓄量，較壩高之增加為速，而涵洞之洩量，其增加率為 $H^{\frac{1}{2}}$ ，遠不如蓄量增加之速，實為最經濟之利用也。若蒸發量較大，不特於攔洪作用，毫無損失，且間接消弭一部分洪水

總量。雖其為時甚暫，蒸發之計算，不易準確，然其為水庫安全之因數，則無疑也。惟因蒸發之故，總流量稍減，或於水庫淤積之量，略有增加，然亦無從推測矣。

涵洞平均洩量
與最高洩量之
比例

又，涵洞平均洩量與最高洩量之比例。水庫攔洪之效果，必以最高洩水量與最高進水量之比例為衡。此須假定一最高洩量，即涵洞面積，而計算其結果。若研究水庫之經濟問題，即建設水庫與下游治導所需經費總數，是否係最經濟的，勢不能一一假定涵洞之面積，以求其最高洩量。按涵洞洩量曲線，係屬一有規則之曲線，其最高洩量與平均洩量，實有一固定之關係。變化之因子，乃在水庫容量與高度關係曲線，及涵洞洩量與高度關係曲線。美國邁耶迷水利區建築攔洪水庫，曾覓平均洩量，與最高洩量之關係，而得五與六之比。惟其所根據者，係該區水庫之情形，不能到處引用，今做照其理論，計算一普通公式，而後代以本計畫各水庫容量曲線之系數。（參考邁耶迷水利區技術報告第七卷一八六頁）。

設以 h 為水深即有效水頭， H 為最高水深， a 為水庫在 h 深度時之面積， A 為最高水位時水庫面積， t 為達到 h 時經過之時間， T 為達到最高水位時經過之時間， o 為水位等於 h 時之洩量，即在 t 時之洩量， o_1 為最高洩量， i 為 t 時之進水流量， I 為假定同等平均進水流量， w 為水位在 h 時之蓄水容量， W 為最高水位蓄水容量， K_w

爲容量深度曲線之系數， m 爲容量深度曲線之指數， K_0 爲涵洞流量之系數， x 爲洩水量與進水量之比例， r 爲最高洩量與平均洩量之比例。

所謂平均洩量者，係指水庫漲水達到最高洩量期間內之平均洩量。

根據公式(1) $W = K_w h^m$

又根據公式(5) $a = mK_w h^{m-1}$

涵洞洩量公式 $o = K_0 h^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots(6)$

若以 $h^{\frac{1}{2}}$ 爲 Z 則 $o = K_0 Z \dots\dots\dots(7)$

在某一時間之進水量，等於洩水量與蓄水量之和，故
 $idt = odt + adt \dots\dots\dots(8)$

設以 $c = mK_w$
 則 $a = ch^{m-1} \dots\dots\dots(9)$

如進水流量，爲一固定之數，即 I ，則公式(8)可作

$$I dt = K_0 h^{\frac{1}{2}} dt + ch^{m-1} dh \dots\dots\dots(10)$$

代以公式(7)，則 $I dt = K_0 Z dt + CZ^{2m-2} \cdot 2Z dZ$
 $= K_0 Z dt + 2cZ^{2m-1} dZ \dots\dots\dots(11)$

或 $(I - K_0 Z) dt = 2cZ^{2m-1} dZ$

故 $dt = \frac{2c}{I - K_0 Z} Z^{2m-1} dZ = \frac{2c}{K_0} \cdot \frac{Z^{2m-1}}{\frac{I}{K_0} - Z} dZ \dots\dots\dots(12)$

又可化成

$$dt = \frac{2c}{K_0} \left(-Z^{2m-2} - \left(\frac{I}{K_0}\right) Z^{2m-3} - \left(\frac{I}{K_0}\right)^2 Z^{2m-4} - \left(\frac{I}{K_0}\right)^3 Z^{2m-5} - \dots \right)$$

$$\dots\dots\dots\left(\frac{1}{K_0}\right)^{2m-2}Z - \left(\frac{1}{K_0}\right)^{2m-2} + \left(\frac{1}{K_0}\right)^{2m-1} \left(\frac{1}{\frac{1}{K_0} - Z}\right) dZ \dots\dots\dots(13)$$

求積分

$$\begin{aligned} (t)_{t_0}^t &= \frac{2c}{K_0} \left(-\frac{Z^{2m-1}}{2m-1} - \frac{1}{2m-2} \left(\frac{1}{K_0}\right) Z^{2m-2} - \frac{1}{2m-3} \left(\frac{1}{K_0}\right)^2 Z^{2m-3} \right. \\ &\quad - \frac{1}{2m-4} \left(\frac{1}{K_0}\right)^3 Z^{2m-4} - \dots\dots\dots - \frac{1}{2} \left(\frac{1}{K_0}\right)^{2m-3} Z^2 \\ &\quad \left. - \left(\frac{1}{K_0}\right)^{2m-2} Z - \left(\frac{1}{K_0}\right)^{2m-1} \log_e \left(1 - \frac{K_0}{1} Z\right) \right) \frac{Z}{Z_0} \dots\dots(14) \end{aligned}$$

依麥羅凌定理 Mc Laurin's Theorem 擴展 $\log_e \left(1 - \frac{K_0}{1} Z\right)$,

$$\begin{aligned} \log_e \left(1 - \frac{K_0}{1} Z\right) &= - \left(\left(\frac{K_0}{1}\right) Z + \frac{1}{2} \left(\frac{K_0}{1}\right)^2 Z^2 \right. \\ &\quad \left. + \frac{1}{3} \left(\frac{K_0}{1}\right)^3 Z^3 + \frac{1}{4} \left(\frac{K_0}{1}\right)^4 Z^4 + \dots\dots \right) \dots\dots(15) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} - \left(\frac{1}{K_0}\right)^{2m-1} \log_e \left(1 - \frac{K_0}{1} Z\right) &= \left(\left(\frac{1}{K_0}\right)^{2m-2} Z + \frac{1}{2} \left(\frac{1}{K_0}\right)^{2m-3} Z^2 \right. \\ &\quad \left. + \frac{1}{3} \left(\frac{1}{K_0}\right)^{2m-4} Z^3 + \dots\dots\dots \right. \\ &\quad \left. \dots\dots + \frac{1}{2m-2} \left(\frac{1}{K_0}\right) Z^{2m-2} + \frac{1}{2m-1} Z^{2m-1} \right. \\ &\quad \left. + \frac{1}{2m} \left(\frac{K_0}{1}\right) Z^{2m} + \frac{1}{2m+1} \left(\frac{K_0}{1}\right)^2 Z^{2m+1} \right. \\ &\quad \left. + \frac{1}{2m+2} \left(\frac{K_0}{2}\right)^3 Z^{2m+2} + \dots\dots\dots \right) \dots\dots\dots(16) \end{aligned}$$

以公式 (16) 代入公式 (14) 中，如 t_0 與 Z_0 均為零數

· 則公式(14)成爲

$$\begin{aligned}
 t = & \frac{2c}{K_0} \left(\frac{1}{2m} \left(\frac{K_0}{I} \right) Z^{2m} + \frac{1}{2m+1} \left(\frac{K_0}{I} \right)^2 Z^{2m+1} + \frac{1}{2m+2} \left(\frac{K_0}{I} \right)^3 Z^{2m+2} \right. \\
 & \left. + \frac{1}{2m+3} \left(\frac{K_0}{I} \right)^4 Z^{2m+3} + \dots \right) \\
 - & \frac{2c}{I} \left(\frac{1}{2m} Z^{2m} + \frac{1}{2m+1} \left(\frac{K_0}{I} \right) Z^{2m+1} + \frac{1}{2m+2} \left(\frac{K_0}{I} \right)^2 Z^{2m+2} \right. \\
 & \left. + \frac{1}{2m+3} \left(\frac{K_0}{I} \right)^3 Z^{2m+3} + \dots \right) \\
 - & \frac{2cZ^{2m}}{I} \left(\frac{1}{2m} + \frac{1}{2m+1} \left(\frac{K_0 Z}{I} \right) + \frac{1}{2m+2} \left(\frac{K_0 Z}{I} \right)^2 + \frac{1}{2m+3} \left(\frac{K_0 Z}{I} \right)^3 \right. \\
 & \left. + \dots \right) \dots \dots \dots (17)
 \end{aligned}$$

自公式(1)及公式(9)

$$w - \frac{c}{m} h^m \quad mw - ch^m = cZ^{2m}$$

公式(17)成爲

$$t = \frac{2mw}{I} \left(\frac{1}{2m} + \frac{1}{2m+1} \left(\frac{K_0 Z}{I} \right) + \frac{1}{2m+2} \left(\frac{K_0 Z}{I} \right)^2 + \frac{1}{2m+3} \left(\frac{K_0 Z}{I} \right)^3 \right. \\
 \left. + \dots \right) \dots \dots \dots (18)$$

又以 $o = K_0 Z$ 代入公式(18) ,

$$t = \frac{w}{I} \left(1 + \frac{2m}{2m+1} \left(\frac{o}{I} \right) + \frac{2m}{2m+2} \left(\frac{o}{I} \right)^2 + \frac{2m}{2m+3} \left(\frac{o}{I} \right)^3 + \dots \right) \dots (19)$$

如在最高洩量時 ,

$$T = \frac{W}{I} \left(1 + \frac{2m}{2m+1} \left(\frac{O_1}{I} \right) + \frac{2m}{2m+2} \left(\frac{O_1}{I} \right)^2 + \frac{2m}{2m+3} \left(\frac{O_1}{I} \right)^3 + \dots \right) \dots \dots (20)$$

以 x 爲 $\frac{O_1}{I}$ 則

$$IT - W \left(1 + \frac{2m}{2m+1}x + \frac{2m}{2m+2}x^2 + \frac{2m}{2m+3}x^3 + \frac{2m}{2m+4}x^4 + \dots \right) \dots (21)$$

$$\text{故 } \int_0^T \text{odt} - IT - W - W \left(\frac{2m}{2m+1}x + \frac{2m}{2m+2}x^2 + \frac{2m}{2m+3}x^3 + \frac{2m}{2m+4}x^4 + \dots \right) \dots (22)$$

在 T 時間之平均洩量，

$$\frac{\int_0^T \text{odt}}{T} = \frac{W \left(\frac{2m}{2m+1}x + \frac{2m}{2m+2}x^2 + \frac{2m}{2m+3}x^3 + \frac{2m}{2m+4}x^4 + \dots \right)}{T \left(1 + \frac{2m}{2m+1}x + \frac{2m}{2m+2}x^2 + \frac{2m}{2m+3}x^3 + \frac{2m}{2m+4}x^4 + \dots \right)} \dots (23)$$

而平均洩量與最高洩量之比例

$$r = \frac{\int_0^T \text{odt}}{O_1 T} = \frac{1}{O_1} \left[\frac{\frac{2m}{2m+1}x + \frac{2m}{2m+2}x^2 + \frac{2m}{2m+3}x^3 + \frac{2m}{2m+4}x^4 + \dots}{1 + \frac{2m}{2m+1}x + \frac{2m}{2m+2}x^2 + \frac{2m}{2m+3}x^3 + \frac{2m}{2m+4}x^4 + \dots} \right] \dots (24)$$

$$\begin{aligned} \therefore r &= \frac{\frac{2m}{2m+1} + \frac{2m}{2m+2}x + \frac{2m}{2m+3}x^2 + \frac{2m}{2m+4}x^3 + \dots}{1 + \frac{2m}{2m+1}x + \frac{2m}{2m+2}x^2 + \frac{2m}{2m+3}x^3 + \frac{2m}{2m+4}x^4 + \dots} \\ &= 2m \left[\frac{1}{2m+1} + \frac{1}{(2m+1)^2(2m+2)}x + \frac{(2m+1)^2 - (2m+1) + 2}{(2m+1)^3(2m+2)(2m+3)}x^2 \right. \\ &\quad \left. + \frac{(2m+1)^5 + 4(2m+1)^3 + 2(2m+1)^2 - (2m+1) + 6}{(2m+1)^4(2m+2)^2(2m+3)(2m+4)}x^3 + \dots \right] \end{aligned}$$

最後

$$\begin{aligned} r &= \frac{2m}{2m+1} \left(1 + \frac{1}{(2m+1)^2(2m+2)}x + \frac{(2m+1)^2 - (2m+1) + 2}{(2m+1)^3(2m+2)(2m+3)}x^2 \right. \\ &\quad \left. + \frac{32m^5 + 80m^4 + 12m^3 + 96m^2 + 40m + 12}{(2m+1)^4(2m+2)^2(2m+3)(2m+4)}x^3 + \dots \right) \dots (25) \end{aligned}$$

此最後之公式雖甚繁複，然實際右款第二項之數已甚小，如

$$m=2.5; \quad \frac{1}{(2m+1)^2 (2m+2)^2} x - \frac{1}{252} x$$

而 x 為分數，故此數已不關緊要，自第三項以下，為數更小，無足輕重，故即以

$$r = \frac{2m}{2m+1} \dots \dots \dots (26)$$

亦無大誤矣。

若以官廳水庫之平均洩量與最高洩量相比，則照公式(26)，應為

$$r = \frac{2m}{2m+1} = \frac{2 \times 4.24}{2 \times 4.24 + 1} = .895。$$

如照淤積百分之三十計算

$$r = \frac{2 \times 4.58}{2 \times 4.58 + 1} = .902。$$

而照洩水流量曲線計算如下，

進水流量	洩水最高流量 秒立方公尺	平均洩水流量 秒立方公尺	平均與最高洩量 之比例(百分數)
十三年洪水	一二〇〇	一〇八〇	九〇・〇
四〇〇〇秒立方公尺	一一一一	九九〇	八九・〇
三〇〇〇秒立方公尺	一〇四八	九三三	八九・一
二〇〇〇秒立方公尺	九七二	八六五	八九・〇

實際計算之數，與按公式求得之數較低。蓋以官廳水庫之下層十公尺，其系數與上層微有不同，故洩量愈高，則其數愈近也。若遇最高洪水，一部分由滾壩排洩，故不

不能引用此公式。

平均洩量與最高洩量之比例數，可以最經濟之時間，求得某一最高洩量所應蓄之水量，以計算攔水壩之高度，與水庫之建設費，若與下游治導之費，連帶計算，則可研究最經濟之水庫建設也。

官廳水庫洩量
與經濟問題

一、官廳水庫洩量與經濟問題。水庫洩量之經濟問題，在減洪之效率與水庫建設經費之比較。官廳水庫最高洩量與壩高之關係，可計算如下表。（以十三年洪水為根據，平均洩量為最高洩量之百分之九十。）

第五十八表 官廳水庫限制洩量與壩高推算表(十三年洪水)

平均洩量 秒立方公尺	最高洩量 秒立方公尺	應 備 蓄 水 量 兆 立 方 公 尺	水 深 公 尺 (自壩基地面計算)	減洪效率 (百分比)
一八〇〇	二〇〇〇	一三五 二三·六	二三·六	六四·九
一三五〇	一五〇〇	一五三 六四·三	二四·三	七三·七
一〇八〇	一二〇〇	一七七 二五·二	二五·二	七九·〇
九〇〇	一〇〇〇	一九五 二五·八	二五·八	八二·五
七二〇	八〇〇	二一七 二六·六	二六·六	八六·〇
五〇〇	六〇〇	二四三 二七·五	二七·五	八九·五
三六〇	四〇〇	二七五 二八·五	二八·五	九三·〇

最經濟之攔洪水庫，其所費按減洪效率百分之一計算，應為最低。據上表，減洪之效率，視蓄量以為衡，若能得每蓄量單位之價，即可計算每減洪百分之一之所費。惟蓄量之單價，視水庫情形而異，大抵水庫容量公式中之指

數 m (公式 1) 高者，其蓄量單價，壩愈高則愈低，否則隨壩高而增加焉。設以壩之體積，按高度之變遷，演為公式，則得

$$V = K_v H^n \dots\dots\dots (27)$$

而假定每單位體積之建築費為 D ，又以壩之地畝，每單位購置之費為 B ，則根據公式 (27) 及公式 (5) 得水庫建設經費 C 如下。

$$C = B_m K_w H^{m-1} + DK_v H^n + K_c \dots\dots\dots (28)$$

K_c 乃一固定之數，如測量計劃等所費者是。

若以容量之公式，除公式二十八，則得每一單位容量之所費。

$$C = \frac{B_m K_w H^{m-1} + D_v K H^n + K_c}{K_w H^m} \dots\dots\dots (29)$$

公式二十九中 m 之數，如大於 n ，則壩愈高而每單位容量之價亦愈低，如 m 小於 n ，則視 B 、 D 、 K_c 之數大小之不同，或增或減。

壩之體積，視高度而變遷，其途徑有二。一為壩之長度，除懸崖外，大都壩愈高，則壩頂之長度愈增，若兩岸壁立，則長度不變。惟其變遷之跡，因天然山谷斷面，至難以數學公式表示之。次為壩身之剖面面積，有一部分可以數學公式表示其與高度之關係。惟每因壩基及其他種種關係，亦不能盡屬正確。故公式二十七至二十九為理想之討論則可，實際應用，每多扞格。故研究官廳水庫之經濟

問題，先須計劃不等高之滾壩，計算其體積(連海漫在內)，然後製為曲線，如圖九十，自此圖及第五十九表，計算每減洪百分之一之單價如下，(以十三年洪水為根據)。

第五十九表 官廳水庫減洪效率及單價計算表

減洪效率 百分比	蓄水量 (兆立方 公尺)	每減百分之一蓄 水量(兆 立方公尺)	地畝費估計		滾壩建築費估計				行政費及 意外費 (萬元)	建設費總計 (萬元)	每兆立方 公尺之建 設費 (元)	每減洪百 分之一之 建設費 (元)
			面積 (平方 公里)	(1) 地價 (萬元)	水深 (公尺)	(2) 壩高 (公尺)	(3) 體積 (千立方 公尺)	(4) 建築費 (萬元)				
64.9	135	2.08	34.1	68.1	23.6	25.6	47.2	101.1	52.5	221.7	16400	34100
73.7	153	2.09	35.8	72.4	24.3	26.3	49.2	105.2	54.2	231.8	15130	31700
79.0	177	2.24	38.0	77.9	25.2	27.0	51.4	110.0	56.3	244.2	13800	30900
82.5	195	2.36	40.6	85.0	25.8	27.6	53.2	113.8	58.5	257.3	13200	31200
86.0	217	2.52	42.4	89.0	26.6	28.3	55.2	118.0	60.1	267.1	12300	31000
89.5	243	2.71	44.4	94.0	27.5	29.2	57.8	123.7	62.2	279.9	11500	31200
93.0	275	2.96	46.5	99.3	28.5	30.2	60.9	130.2	64.6	294.0	10700	31700

上表所列應說明如下。(1)地價係地畝及遷徙村莊價，合併之價，但河道地畝，約七平方公里，不計在內。(2)壩高係自涵洞底至滾壩頂計算，假定遇最高洪水時，應增蓄量相等，即一四三·九立方公尺。(3)壩之體積，連壩基及海漫在內。(4)壩之建築費，係就本計劃中估計(見後)平均計算。(5)行政費，係按一固定之數即一八七〇〇〇元計算。意外費，係按地價及建壩費百分之二十計算。

觀上表所列，每減洪百分之一(十三年洪水)之價，自三萬零九百元至三萬四千一百元，而以洩洪百分之七九，

即最高洩量一二〇〇秒立方公尺爲最低。然此表價格，係按一二〇〇秒立方公尺之詳細計劃估計，比例推算，實際或當以洩量一〇〇〇或八〇〇秒立方公尺爲最低。然本計劃所規定之洩量，已係最經濟之建設，則無疑義。

二、官廳水庫之其他利用。官廳山峽上游，可以建造最良好之攔洪水庫，已如上述。然水庫建設，須費甚鉅，若能利用爲其他生利機關，自不應忽視。茲就(1)水力發電，(2)灌溉，兩途，加以研究。

官廳水庫利用爲水力發電問題

(一)水力發電。按官廳山峽，自官廳至三家店一百零八公里間，地勢陡降，達三百四十公尺。若能順勢引水，以發電力，實有無窮之利。本會前曾草有永定河水力發電計劃，爾時以官廳無低水流量記載，故根據盧溝橋流量最小每秒五立方公尺爲官廳之最低流量。自官廳導至担里，約可得有效水頭一百八十公尺，共一萬一千八百馬力。初步估計，建設經費爲三百零五萬八千元。此項估計，未經詳細測量計劃，自不精確。然永定河水力發電之可能性，不容否認。

官廳低水流量記載，自十七年始。十八年爲洪水年份，十九年爲低水年份，以十九年流量，按日結總，製爲總流量曲線圖，則知十九年六月至二十年六月平均流量爲每秒十四·八立方公尺。惟如蓄水以劑盈虛，則不免蒸發等等損失，故最多可蓄水一百三十兆立方公尺。平均每秒一

四·七五立方公尺，已幾三倍於盧溝橋之流量矣。以防洪而論，春冬間之蓄水，無碍於攔洪之作用，惟自七月至九月中旬，水庫容量，應充分備作攔洪之用。在平均年份，本無妨於水力發電。惟如乾旱之年，如十九年者，則至六月底尚須蓄水七十六兆立方公尺，直至次年一月中旬，方能供求相應。故如雙方兼籌并顧，官廳水庫，至少應增加容量七十六兆立方公尺，約須增加壩頂二公尺半，增加建設費四十餘萬元。其引水渠管及機器等費，均不在內。

官廳水庫與灌溉

(二)灌溉。 水力發電所洩之水，固可用作灌溉，然如僅作灌溉之用，假定於六月終洩水庫使空，則積水一百十兆立方公尺，每秒可得一七·八立方公尺。但在二十年夏季，則僅能積水八十九兆立方公尺，平均每秒一二·六立方公尺而已。又如於冬間積水至三月初始開，則每秒可得二四·四立方公尺，若能待至四月初始開，則可得每秒三二·七立方公尺。水庫建築費所增，惟閘門等，為數較微。而灌溉面積得如下表。

流 量	總流量 (按九十天計算) 兆立方公尺	灌溉面積 (深度一公尺) 頃 數	灌溉面積 (深度半公尺) 頃 數
一二·六	九八·一	一六〇〇	三二〇〇
二四·四	一九二·三	三一四〇	六二四〇
三二·七	二五八·四	四二一〇	八四二〇

暫置蓄水問題之理由

由此觀之，官廳水庫若能利用為蓄水庫，可得水力三

萬馬力，或溉田三千頃以上。然有一最困難之點，非現在所能解決者，即官廳水庫之淤積問題也。蓋積水備旱，則凡可儲蓄者，涓滴不任其消耗。庫內盡屬止水，即有應用之洩量，其影響於水之動靜也必甚微。故沙泥之沉積，必較攔洪水庫為迅速而完全。設積水時間，為自十二月至六月，則照第三十九表所列逐月排洩沙量，每年應積沙一百七十五萬立方公尺，加以汛期積沙平均八十五萬立方公尺，年得二百六十萬立方公尺矣。則為水力發電所留之七十六兆立方公尺之蓄量，不過三十年可以淤平，百年之後，或不復見水庫之形狀矣。

為免顧此失彼計，官廳水庫暫以單純攔洪為用，若將來淤積情形不如預計之甚，而水力發電及灌溉之需要，甚為迫切，則於壩前加裝閘門，尚不甚難。且此次估計低水流量，係根據最近數年之記載。本會現正謀上游灌溉事業之發展，如有成效，則官廳之低水流量，必因而減小。水力發電與灌溉之利益，亦必受其影響。故現在暫將此問題擱置，惟於築壩之時，預留閘門位置，以免他日更張之繁費。

太子墓水庫容量與洩量之研究

萬，太子墓水庫容量與洩量之研究。太子墓水庫平均洩量與最高洩量之比，應為

$$r = \frac{2m}{2m+1} = \frac{5.48}{6.48} = 84.57\%。$$

太子墓水庫，若僅為節制太子墓官廳間之洪水逕流，

則其所需蓄量如下。

平均洩量	最高洩量	十三年洪水所需蓄量(兆立方公尺)	十八年洪水所需蓄量(兆立方公尺)	最高洪水所需蓄量(兆立方公尺)
二〇〇	二三七	六七	七七	二四六
四〇〇	四七四	五一	五九	一八二
六〇〇	七一一	三九	四七	一五〇
八〇〇	九四八	二九	三九	一二五
一〇〇〇	一一八五	二一	三三	一〇九
一二〇〇	一四二二	一三	二七	八八
一五〇〇	一七六八	四	一九	六六

上表之最高洩量，加官廳之最高洩量，約等於太子墓實在最高洩量。例如十三年官廳最高洩量為一二〇〇秒立方公尺，太子墓最高洩量一六二〇秒立方公尺，相差四二〇秒立方公尺，即為官廳太子墓間逕流之洩量約數，而自此數求得應需蓄量為五四兆立方公尺。實際為五八·二一兆立方公尺也。

設以十三年洪水為例，太子墓水庫洩量蓄量與減洪百分比，可得而計算如下表。

第六十表 太子墓水庫限制洩量與壩高推算表

(根據十三年洪水)

官廳水庫洩量(秒立方公尺)	太子墓逕流節制洩量(秒立方公尺)	太子墓水庫洩量(秒立方公尺)	蓄量	水 深	壩 高	減洪效率
六〇〇	二三七	八三七	六七	四六·八	五一·九	八三·七
六〇〇	四七四	一〇七四	五一	四〇·四	四八·五	七九·三

六〇〇	七一一	一三一—	三九	三六·四	四五·三	七四·五
六〇〇	九四八	一五四八	二九	三二·六	四三·一	六九·九
八〇〇	二三七	一〇三七	六七	四六·八	五一·九	七九·九
八〇〇	四七四	一二七四	三九	四〇·四	四八·五	七五·三
八〇〇	七一一	一五一—	二九	三六·四	四五·三	七〇·六
一〇〇〇	二三七	一二三七	六七	四六·八	五一·九	七四·〇
一〇〇〇	四七四	一四七四	五一	四〇·四	四八·五	七一·四
一〇〇〇	七一一	一七一—	三九	三六·四	四五·三	六六·八
一二〇〇	二三七	一四三七	六七	四六·八	五一·九	七二·〇
一二〇〇	四七四	一六七四	五一	四〇·四	四八·五	六七·五
一二〇〇	七一一	一九一一	三九	三六·四	四五·三	六二·八

根據此表，可知太子墓水庫之容量與洩量，實與官廳水庫之洩量有密切之關係。為比較太子墓水庫之建築費，不得不連官廳水庫之建築費合併計算如下表。

第六十一表 太子墓水庫減洪效率及單價比較表

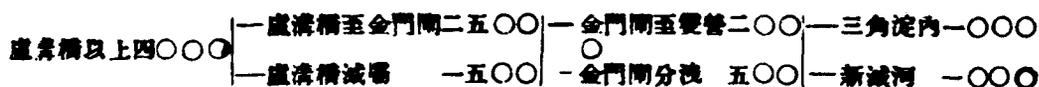
官廳水庫洩量 秒立方公尺	太子墓水庫洩量 秒立方公尺	壩公 高尺	官廳水庫 建設費 萬元	太子墓水庫 建設費 萬元	總高 計元	減 洪 率	每減洪百分之 一之建設費 元
六〇〇	八三七	五一·九	二七九·九	五三一·五	八一一·四	八三·七	九七〇〇〇
六〇〇	一〇七四	四八·五	二七九·九	四五四·三	七三四·二	七九·三	九二五〇〇
六〇〇	一三一—	四五·三	二七九·九	四〇八·三	六八八·二	七四·五	九二五〇〇
六〇〇	一五四八	四三·一	二七九·九	三八二·三	六六二·二	六九·九	九四七〇〇
八〇〇	一〇三七	五一·九	二六七·一	五三一·五	七九八·六	七九·九	九九九〇〇
八〇〇	一二七四	四八·五	二六七·一	四五四·三	七二一·四	七五·三	九五七〇〇
八〇〇	一五一—	四五·三	二六七·一	四〇八·三	六七五·四	七〇·六	九五六〇〇
一〇〇〇	一二三七	五一·九	二五七·三	五三一·五	七八八·八	七四·〇	一〇六五〇〇

—〇〇〇	—一四七四	四八·五	二五七·三	四五四·三	七一·六	七一·四	九九七〇〇
—〇〇〇	—一七一—	四五·三	二五七·三	四〇八·三	六六五·六	六六·八	九九七〇〇
—二〇〇	—一四三七	五一·九	二四四·二	五三一·五	七七五·七	七二·〇	—〇八〇〇〇
—二〇〇	—一六二〇	四八·〇	二四四·二	四四三·五	六八七·七	七〇·二	九八〇〇〇
—二〇〇	—一六七四	四八·五	二四四·二	四五四·三	六九八·五	六九·二	—〇—〇〇〇
—二〇〇	—一九一一	四五·三	二四四·二	四〇八·〇	六五二·五	六二·八	—〇四〇〇〇

依上表所列，可知官廳水庫洩量愈少，則減洪之效果愈大。若官廳水庫之洩量不變，則以壩高四十八公尺左右，較為經濟。故太子墓水庫之攔水壩，高度定為四十八公尺，自壩底二五二公尺起，至壩頂為三〇〇公尺。

盧溝橋以下之
洪水流量

勿，盧溝橋以下之洪水流量。盧溝橋以下永定河之洪水容量，已見第三節。最經濟之辦法，應使各段洪水流量，恰如其河道所能容納之量。惟河道容量變遷過鉅，勢不能分合錯綜，一一適當，則較合理之流量分配，應如下列。



更較安全之辦法，則自金門關下行之水，不令過一〇〇〇秒立方公尺，而上游節制之水，一部分由盧溝橋減壩及金門關分洩入小清河。

最安全之辦法，則無論上游洪水大小，到達盧溝橋之流量，不令過一〇〇〇秒立方公尺。

此最安全之辦法，遇最大洪水，即不能適用，蓋最大洪水，在盧溝橋之流量，原於太子墓三家店間之逕流者，

已達七百六十秒立方公尺。若限制其在一〇〇〇秒立方公尺以下，則太子墓水庫洩量，當在二四〇秒立方公尺以下，即平均約二〇〇秒立方公尺。此種辦法，雖屬情理所許，然太子墓水庫以之節制太子墓官廳間之逕流，已須蓄量二百四十六兆立方公尺，壩高約七十八公尺，而官廳水庫於時幾涓滴不能下洩，須蓄水六〇〇兆立方公尺，壩高約四十公尺，共須增加水庫建築費七百五十萬元。而官廳水庫淤積較速，年壽甚促，其目的更不易達到矣。

不特最高洪水爲然也。即遇十八年洪水，太子墓三家店間之逕流，已達九五〇秒立方公尺。是太子墓之平均洩量，不應在五〇秒立方公尺以上。其水庫蓄量，假定官廳水庫，於此時絕不洩水，亦須一百十兆立方公尺矣。壩高約須五十五公尺。增加建築費約二百十萬元，而仍無補於十三年之洪水。

復次，爲節制下游洪水流量計，勢必節節設站，以報水勢，然後定上游各水庫應洩水量。水庫洩水機關，亦必須有閘門以司啓閉，其間傳報之遲速，啓閉之緩急，稍有失誤，即可與原計畫出入甚鉅。以如此繁複之運用，偉大之建築費，仍不能保其盡善盡美，故寧捨而不取。

若如第一辦法，上游水庫如本計畫所規定，而自盧溝橋以下節節分析，至三角淀流量，不令超出一〇〇〇秒立方公尺，則遇歷屆洪水，應有下列之規定。

洩 道	最高洪水	十三年洪水	十八年洪水
盧溝橋以上	三七〇〇	二〇四〇	二二三〇
盧溝橋至金門閘	二五〇〇	二〇四〇	二二三〇
盧溝橋減壩	一二〇〇	〇	〇
金門閘至雙營	二〇〇〇	二〇〇〇	二〇〇〇
金 門 閘	五〇〇	四〇	二三〇
雙 營 以 下	一〇〇〇	一〇〇〇	一〇〇〇
洩 洪 新 道	一〇〇〇	一〇〇〇	一〇〇〇

依此辦法，盧溝橋減壩及金門閘，均須重行建築，并以閘門節制其流量。而洩水新道，若由北岸以入北運，則北運盛漲之時，宣洩更爲困難。若由南岸以入西河，或按本會計畫之獨流入海減河，則其長度達四十公里，開河之費，約計須二百萬元以上。

免增加過大之新河建築費，則莫如改建盧溝橋減壩，而留金門閘。其流量分配辦法如下表。

第六十二表 永定河下游流量分配表

最 高 洪 水	最高洪水	十三年洪水	十八年洪水
盧溝橋以上流量	三七〇〇	二〇四〇	二二三〇
盧溝橋減壩洩量	一五〇〇	八九〇	一〇八〇
盧溝橋金門閘間流量	二二〇〇	一一五〇	一一五〇
金 門 閘 洩 量	三三〇	二一〇	二一〇
金門閘以下永定河流量	一八七〇	九四〇	九四〇

據上表所列洪水流量，遇最高洪水年份，三角淀內之永定河，不免出槽，然此為數百年一次之洪水，其損害當不甚鉅。若普通洪水，則三角淀內水不出槽，河道自可持久。至盧溝橋減壩所洩流量，與大小清河之關係，另詳次章。

水庫建設單價
之研究

去，永定河水庫與各國水庫建設單價之比較。官廳山谷為良好之水庫，可以每兆立方公尺之建設費，與世界各國水庫之建設費比較而知。太子墓水庫，雖不若官廳水庫之優越，然亦不失為中等。下表所列即各國水庫每兆立方公尺之建設費，原價係美金，暫以美金一元合國幣四元八角計算。至官廳及太子墓水庫之詳細估計，另見末章。

第六十三表 各國水庫與永定河水庫建設單價比較表

水 庫 所 在 地	計 算 單 價 之 水 庫 數	最 高 單 價	最 低 單 價	平 均 單 價 均 按 每 兆 立 方 公 尺 之 建 築 費 以 美 金 計
密 失 失 必 河	五	一，二七二	一六九	二五六
美 國 其 他 地 方	三一	三三四，〇〇〇	一五五	六，〇七〇
坎 拿 大 阿 泰 瓦	三			一五三
德 奧 法 諸 國	三〇	一四七，〇〇〇	九，〇六〇	五三，三〇〇
其 他 各 國	五〇	一五八，〇〇〇	三，五三〇	八，五〇〇
永 定 河 官 廳 水 庫 按 淤 積 百 分 之 三 十 計 算				二，二三〇
永 定 河 太 子 墓 水 庫				一三，二〇〇

以金錢之價值為比較，則物價之漲落，與時互異，

每致失其真相，而用銀之國如吾國者，尤難與他國比。若按壩之體積單位，分類而比較其每一單位所能蓄水量，雖有種種消費，未必隨壩之體積而異，而大致則較為固定。茲列表於下，(以重量石壩及混凝土壩為限)。

第六十四表 壩身體積與蓄水量比較表

水庫名稱	所在地	蓄水量 兆立方公尺	壩身體積 千立方公尺	壩高 公尺	壩身每立方公尺蓄水量 (以立方公尺計)
阿曉淦 Asbokan	美 國	四八五	六七六	六四·〇	七一七
阿露落克 Arrowrock	美 國	三四六	四四八	七五·九	七七二
克勞斯河 Cross River	美 國	三六	一一九	五一·八	三〇四
羅斯福 Roosevelt	美 國	一六九〇	二六二	六七·一	六四五〇
愛代河 Eder R.		二〇二	三〇〇	四一·五	六七三
官 廳	永定河	二二八	五〇	二七·〇	四五五〇
太 子 墓	永定河	八〇	一五八	四八·〇	五〇六

觀此表所載，可知官廳水庫優越之地位，以太子墓水庫較之，瞠乎後矣。

第五章 下游之整理

第十七節 修建盧溝橋及金門閘操縱機關

盧溝橋減壩及
金門閘應有洩
量

盧溝橋以下洩量之分配，已見前節，其中規定由盧溝

橋減壩及金門閘洩入小清河者如下：

洪 別	盧溝橋以上最大流量 秒立方公尺	盧溝減壩最大流量 秒立方公尺	金門閘最大流量
最高洪水	三七〇〇	一五〇〇	三三〇
十三年洪水	二〇四〇	八九〇	二一〇
十八年洪水	二二三〇	一〇八〇	二一〇

查盧溝橋減壩，位置於盧溝橋之西，長約一百六十公尺，分爲八孔，每孔寬自一五·七公尺至一八·三公尺不等。壩頂高度爲六一·三公尺，下游爲五九·〇公尺（圖十三），故壩頂高出鄰近河底約二·五公尺。在水位未達到壩頂以前，涓滴不能分洩，壩上又無閘門以資操縱，故在盧溝橋以上，水位高出壩頂時，其洩量隨水位漲落，無從節制。且遇洪水洩量如前表所列時，其所能分洩之流量，亦不能如是之鉅（附圖九十二盧溝橋減壩洩量水位關係曲線圖），故須根本改建，方能適用。

盧溝閘之計劃

考盧溝橋 B 水尺流量比例曲線，當流量三七〇〇及二〇〇〇秒立方公尺時，水面高度約爲六四·二及六三·六公尺。減壩位置距 B 水尺下游約九百公尺，故同一流量，近減壩處水面高度，必較 B 水尺所示者爲低。據歷年實測

結果，其差數殊不一律，然大致流量愈高，則差數愈大，折中計算，近壩處之水位，在上游流量達二三千秒立方公尺時，約較B水尺低一公尺。而洩水經由閘門，因斷面縮小，亦必發生水頭之損失，其大小則視流量之巨細，閘孔之寬窄，及閘墩之形式而互異。現擬每閘孔淨寬為八公尺左右，閘墩上游築成圓形，以減小阻力，預計此項水頭損失，當在半公尺至一公尺間，茲假定為0.8公尺，則所須閘孔總寬如下。

(一) 上游流量三七〇〇秒立方公尺，並假定閘上流速為每秒二.五公尺，閘底高度為五九.〇，即現在閘下之河底。

$$1500 = L.D.C(4.43)\sqrt{0.8 + \frac{(2.5)^2}{2g}},$$

$$D = 64.2 - 59.0 - 1.0 - 0.8 - 3.4, C = .95,$$

$$L = \frac{1500}{3.4 \times .95 \times 4.43 \sqrt{.83}} = 115 \text{公尺}。$$

(二) 流量在二〇〇〇秒立方公尺時，假定上游流速為二.〇公尺，

$$890 = L(63.6 - 59.0 - 1.0 - .8) \times .95 \times 4.43 \sqrt{0.8 + \frac{2^2}{2g}},$$

$$L = 83.3 \text{公尺}。$$

參照以上計算，規定閘門為十四孔，每孔淨寬八.二公尺，共計淨寬一一四.八公尺。在上游流量達二千秒立方公尺時，則須提起之閘門約為十孔。

閘門頂高定爲六二·六公尺，上游流量達二〇〇〇秒立方公尺時，卽不將閘門提起，亦有溢出之勢，如此則盧溝橋以下之永定河，不致因閘門啓閉之偶有舛誤，而發生意外之危險也。

閘門啓閉辦法 閘門之啓閉，以電力爲主，而仍使能以人工運用輪軸，藉防萬一。用電力啓閉，可迅速運用，且可在房屋中指撥，以免風雨之苦，而所費或亦較人工爲廉也。若臨時因電線或電機之損壞，有需用人工之處，則盧溝橋原有河務機關，固不難一呼卽至。

閘門應以十門爲一組，其餘四門另爲一組，其啓閉應以盧溝橋標準水尺卽B水尺爲根據。每遇發洪在六二·六公尺，卽流量在一一五〇秒立方公尺以下，則閘門全閉，及漲至六二·六公尺，則先啓十門各少許，如水勢繼續增漲，則再啓少許，務使盧溝橋以下之永定河流量，不超過一一五〇秒立方公尺。至B水尺漲至六三·六，則十門全啓矣。B水尺如仍續漲，則再啓其餘四門，至十四門全啓而止。

洪水下落時，應先將後啓之四門，先行逐漸關閉。如仍落水，再閉其他十門，至B水尺落至六二·六時，十四門全行關閉。

B水尺距閘約九百公尺，其水位之漲落，應能立即報告於司閘者。其法擬在B水尺處以水管由河底通至一穩水

井，中置浮標，標上附裝機械，可以開通電流，傳至閘屋。凡水位上升至六二·五及六二·六公尺間時，即鳴鈴警告，同時記水位之紅燈，亦即放光。其紅燈假定每隔〇·二五公尺設置一盞，設水位達到六二·五公尺以上，則六二·五之紅燈明。至六二·七五，另一燈又復放光，至六三·〇時，則六二·五之燈滅，而六三·〇之燈又明。故司閘者可以在閘屋中，一望而知B水尺水位之所在，至水位達六三·五及六三·六間，又復鳴鈴，以爲開啓第二組四門之警告焉。水位下落時，燈亦隨而明熄，至六三·七及六三·六間，另鳴警鈴，以爲全閉第二組四門之預備。至六二·七及六二·六間，又鳴警鈴，以爲全閉第一組十門之預備。其鈴聲應與漲水之聲異，以免混淆，而致誤會焉。燈號與警鈴以外，仍宜設置電話，以便隨時互通消息。其通電之線，均宜埋置土中，免受風雨之損害焉。

上述啓閉辦法，於最低洪水即一一五〇秒立方公尺，次高即二〇〇〇秒立方公尺，及最高洪水即三七〇〇秒立方公尺，均能節制，如所預期。惟在三者之中，閘門究應啓放若干，以達到普通洪水，不令永定河流量超過一一五〇秒立方公尺，及最高洪水不得超過二〇〇〇秒立方公尺之規定，則閘門之流量，甚難分配適當。將來如在盧溝橋下游擇適當之處，建築一節制河段(Contract Section)，使其水位與流量亦能確定，則在水位達到一一五〇秒立方公尺

之流量時，即可警告司閘者，令其從速多啓閘門。及十門全啓，水仍上漲，則司閘者可再啓四門，如水位在二二〇〇秒立方公尺以下，可以停止啓放，其仍在上漲，可將十四門全啓也。

擬建盧溝閘全圖見圖九十三。

金門閘之修理

金門閘長約一〇二公尺，分十四孔，每孔淨寬四·四公尺，閘底，閘墩，及海漫，均以青石砌成，現狀良好，但須稍加修理而已(圖十四)。此間原有安放閘門之處，惟現在已無閘門。擬予加裝木質閘門，以司啓閉。凡遇尋常洪水，其流量在九四〇秒立方公尺以下者，則閉閘，在此以上，則放閘。如洪流已達二二〇〇秒立方公尺，三角淀勢必出槽，則俟水勢退至一八七〇，即將閘門關閉。將來下游堤外施行放淤，亦可將閘門關閉，以減少小清河之災害。而永定河河道，且得藉以維持其深度焉。金門閘之洩量與水位關係見圖九十四。

永定河分洪機
關與大小清河
之關係

查盧溝橋減壩及金門閘洩水入小清河，自予小清河及大清河流域以不利。然前時沿河建築閘壩，分洩洪流，其用意所在，無非以隄防不保，災禍猝臨，則生命財產之損失，將更甚於分洩之洪潦。蓋分洩之水，尙有節制，而其來較漸，亦易於趨避也。兩害相權，則取其輕，前人之制，未可厚非。閘壩之制，以清乾隆朝爲最完備，故自乾隆元年至嘉慶五年，六十五年中，三角淀迤上漫決之禍，不

過六次。而自乾隆三十七年以後，約三十年間，未曾決口，其明效也，(參考第十六表及第十八表)。

嗣後河道漸敗，河底漸高，舊壩均已湮廢，惟盧溝減壩，與金門閘尙具洩洪之作用。然洪水盛漲之年，其所分洩之量甚小，終不免於橫決。故十三年洪水，盧溝橋減壩所洩水量爲八十五兆立方公尺，金門閘洩水則僅十兆立方公尺，而上游已決。自決口處輸出者，凡五百四十五兆立方公尺，佔盧溝橋金門閘洩量之六倍矣。十八年洪水決口，盧溝橋所洩爲四十八兆立方公尺，金門閘未及洩水，而上游已決，輸入小清河者，達四百兆立方公尺，則達八倍以上矣。若永定河上游水庫完成，堤防修繕完好，漫決之禍，當可避免，然使節制之洪，全部輸入下游，已非海河所能容納(海河容量，不過一五〇〇至一六〇〇秒立方公尺)。故在未入海河以前，勢必迴蕩於三角淀內，待時而洩，三角淀之淤高已甚，若再令其加淤，則坡度更緩，上游河床更以增高，而漫溢潰決之患，亦隨以發生，徒爲大清河流域增痛苦耳。欲令三角淀不復加淤，惟有令其水不出槽，則現在三角淀河道容量，不及一千秒立方公尺，過量之水，由盧溝閘及金門閘下洩，雖不能盡紓大清河流域之水患，而其所救濟者，亦已多矣。茲復列表以證明之。

第六十五表 大小清河流域所受永定河洪水比較表

洪水機關	最高洪水		十三年洪水		十八年洪水	
	未受節制	已受節制	當年情形	已受節制	當年情形	已受節制
盧溝橋減壩	三四三		八五		四八	
擬築盧溝閘		一三八		二〇一		四九
金門閘	七二七	五〇	一〇	一〇〇	無	三〇
決口		無	五四五	無	四〇〇	無
總計	一〇七〇	一八八	六四〇	三〇一	四四八	七九

上表所列數字，皆指兆立方公尺而言，最高洪水，若未受節制，則決口可必，惟決口地點，無從懸揣，故以金門閘及決口合併計算。節制之洪水，其影響於大小清河，較之未受節制者，約為百分之一六·二(十八年)乃至四七·〇(十三年)，自不容忽視。若就汛期內決口所輸出之全部水量而計之，則十三年為一三〇〇兆立方公尺，十八年為一〇〇〇兆立方公尺，其相去更遠矣。

不特輸入大清河洪水之總流量，因永定河上游之受節制而減低也，其最高洪水流量，亦因盧溝閘之改建而大致減小。如十三年洪水，盧溝橋減壩洩量為每秒一一〇〇立方公尺(實測)，而預計受節制之水，盧溝閘之洩量，當不令超過每秒八九〇立方公尺。遇最高洪水時，盧溝閘之洩量限於一五〇〇秒立方公尺，如上游原無節制，則現在之減壩，約可分洩二〇〇〇秒立方公尺(估計)。惟十八年

洪水，減壩最高洩量爲九四〇秒立方公尺(估計)，而預計節制後之洪水，由盧溝閘下洩部分，達一〇八〇秒立方公尺，爲較大耳。

或以爲計算大清河流域所受永定河洪潦之災害，不當以決口情形爲比較，蓋永定河隄防潰決，爲極不幸之事，永定河治本計畫，固應以防止決口爲最後之目的也。且隄防潰決，豈有定所，舊日北堤決口，國都受其影響，河防人員，怵於功令，故致力較勤耳。然已百數十年間，決口三十一處，較之南堤之三十七處，僅少六處，(三角淀圍堤決口除外，見圖二十一)。故在決口之年，其大小清河流域所受之災害，固可減輕百分之五三·四乃至八四·八，若橫決之害，發生於北堤，則其影響於大小清河者，反而增鉅矣。

此就大小清河流域立論，固有充分之理由，然實際則永定河兩岸地勢，北高而南低，故堤防之潰決，以南岸爲易。南岸又多含蓄之窪地，本會另有獨流入海減河計畫，以爲大清河流域洩洪之水道，較之北岸僅恃北運河爲宣洩之道者，其難易亦迥殊也。且永定河如不決口，其自盧溝閘及金門閘分洩者，仍較現在之減壩與金門閘之洩量爲小，惟十三年洪水則較大耳。其數字如下：

洪 別	減壩及金門閘洩量 (未受節制亦未決口)	盧溝閘及金門閘洩量 (已受節制)
最 高 洪 水	四七七兆立方公尺	一八一兆立方公尺

十三年洪水	一八一兆立方公尺	三〇一兆立方公尺
十八年洪水	一一六兆立方公尺	七一兆立方公尺

十三年洪水，如未在南岸決口，大清河流域所受影響較微，而改建盧溝閘之操縱辦法，不免增加其損害，其增加之程度，可以本會獨流入海減河計算所推算之結果，互相比較，蓋當初推算獨流入海減河時，即未計及永定河之決口也。圖九十五所示曲線，（甲）為十三年洪水所淹面積，（乙）為十三年洪水於獨流入海減河完成後受淹面積，（丙）為本計畫實行後遇十三年洪水時淹沒之面積。圖九十六所示，為十方院新鎮及第六堡水位之比較。據此二圖，可知受淹面積在初期雖屬較大，而最高之數，則反在盧溝減壩未改閘之時，其水位之變化，亦大致相同，至九月三十日，則兩者無甚分別矣。

十三年汛期中，永定河洩入大小清河之水，凡一三〇〇兆立方公尺，佔大清河全流量百分之十三，其應分負淹沒之責者，面積為七四六平方公里，較之是年大清河流域，受淹面積四四三〇平方公里，為六與一之比（參觀第十四表）。若治理後之永定河，則除洩一部分洪水高峯以外，將涓滴不入大清河，則大清河受淹面積之減少，自意中事。且因獨流入海減河，排洩較易，其他受淹面積之淹沒時間，亦必縮短矣。

十三年洪水，對於大清河流域影響甚大者，以永定河

之最高洪水，源於北來之旋風，稍後數日，繼以南來之颱風，則永定河盧溝橋之流量，已不過一千餘秒立方公尺。兩次旋風，不旋踵而至，故其爲害較烈。然爲害最甚者，機會則最少，故僅就十三年洪水計算大清河流域之利害，固非持平之論矣。

永定河水災所及，大清河流域，特其一部分耳。若三角淀之六百平方公里，若龍鳳河流域之四百平方公里，何莫非永定河之災區。使永定河不決口，則三角淀沈淪可必，而龍鳳河流域，亦必增加災况。本計畫之目的，遇十三年及十八年洪水時，不特使永定河不復決口，而三角淀及龍鳳河流域，亦不受其氾濫，則其所救濟者，較之大清河流域，於十三年及十八年所受永定河洪水之災區，已超過之。況大清河流域所受水災，亦將減輕百分之七八十，至少達三百至五百餘平方公里乎。

以上計算永定河分洩流量，係以最危險之情形爲根據，若兩岸驗地寔行放淤，則分洩之水，將在下流，而小清河大清河流域之水災，又可以減輕一大部分。

總之，盧溝橋減壩改建操縱機關，於大清河流域之利害，實無重大關係。但爲大清河流域計，此項工程，應與獨流入海減河工程同時完工，以免以鄰爲壑之譏也。（獨流入海減河工程見附錄一）

第十八節 河堤之防守

堤防之弊

永定河兩岸隄防，縣亘二百公里。除上游石壩外，均係沙土所積。歷年既久，高下無定。堤頂低處，不免漫溢。沙經水淹，如湯沃雪，搶護偶遲，遂釀沖決。此一弊也。兩堤相距，寬者過寬，狹者過狹。金門閘上游及雙營下口，形如漏斗之柄。洶湧之水，宜洩阻滯，則易前奔之勢以成橫決。此二弊也。至若寬廣之處，溜勢遷移，設或偏近堤根，沖蓄所至，坍塌隨生，急溜暴雨，措手不及。其三弊也。或有堤岸過灣，離心之力，助溜搜掘。雖有埽壩，稍資擋護，而深潭急水，椿木浮斜，稍一不慎，全功盡廢。其四弊也。至若獾鼠所穴，車轍所傷，亦為毀堤之主因，若能嚴守慎防，尚非不救之症也。

永定河河堤因茲四弊，險象環生。若不亟謀改善，則雖上游水庫完成，盧溝閘能盡量洩水，而潰決之禍，仍不能免。蓋洪水雖經節制，所懲之弊，不過四分之一而強，其漫溢沖刷之禍，未盡去也。故為隄防計，必須澈底整理，妥慎修守，方保無虞。

培堤以防止
漫溢

防止漫溢，應使堤頂超過最高水位，設以二二〇〇秒立方公尺為金門閘以上之最大流量，一八七〇秒立方公尺為金門閘以下之最高流量，而計算各段之水位，則金門閘上游堤頂有與水面等高者矣。金門閘以下堤頂有在水面下八公寸者矣。故一部分河堤，必須增高，以期鞏固。惟堤

頂高出水面之尺寸，則頗費周章，蓋堤頂愈高，其保障固愈爲周至，然建築經費之增漲，則加速甚鉅。故適當之尺寸，應使河堤遇最高洪水，不致漫溢，而一方面則建築所費，亦不致虛糜。其尺寸之選擇，應視(一)，估計洪水之頻速率，(二)，超過估計洪水之程度與其頻速率，及(三)，堤之剖面以爲衡斷。大概以已有之洪水記錄爲根據者，其堤頂應高出水面一公尺乃至一公尺半。吾國舊制爲五部尺(一·六公尺)。而現在美國密失失必河之標準断面，以估計之最大洪水爲根據者，則以一英尺(〇·三〇五公尺)爲露岸。意以爲較高之數，不合於經濟之原則也。本會估計之最大洪水二二〇〇秒立方公尺(金門關以上)及一八七〇秒立方公尺(金門關以下)，雖爲數百年一次之洪水，而其操縱關鍵，全在盧溝一關。使關之啓閉，稍有失誤，其危險寔難逆料。至普通洪水，預計固較此爲低，然爲放淤計，或不免一部分達到二〇〇〇秒立方公尺。故以最高估計洪水爲根據，堤頂露岸定爲一公尺。所有現在堤頂未達此規定之高度者，均應一律增高。

堤頂寬度，殊無一定之準繩。大致以河隄兼作公路者，則以公路之寬度爲準。否則隨堤身及露岸之高下以爲衡。歐美各國，堤寬自三公尺至九公尺不等。吾國舊制爲三丈至五丈(九·六至一六·〇公尺)，殆以堤上堆積土牛糞及種植楊柳，故其制較廣。茲折中規定，堤頂寬度爲五

公尺至八公尺，視地勢之衝緩而異。

堤之兩坦，黃河舊制係按裏三外五估算，名臥羊坡。惟坦勢之陡緩，宜應就土質之鬆密規定。鬆者坦平，密者陡立。應能於堤身之安全，及建築之經濟，兩俱顧及。茲規定黏土內坦爲二·五比一，外坦爲三比一。普通鬆土，內坦爲三比一，外坦爲五比一。沙土，內坦爲三·五比一，外坦爲七比一。

新堤之剖面規劃，見圖九十九，其舊堤原較新堤爲高或寬者，無須更動。

關於築堤之法，自當於施工時另訂詳細規範。惟有大節須申明者，則築堤必須盡遵吾國成法，所謂五宜二忌者。即地勢宜審，取土宜遠，坯頭宜薄，礮工宜密，驗收宜勤，謂之五宜。不宜隆冬，不宜盛夏，謂之二忌也。近今築堤多不注意礮工，以其所費較鉅，苟且建築，鮮不僨事。按礮工雖屬費工，然如大段工作，可以轆壓機代之。堤之堅實與否，全視坯頭之厚薄，與礮工之草率或嚴密以爲斷。二十年秋堵築永定河第二期決口工程處，建築挑水石壩之土工，均經礮實，故雖未鋪砌石面，遇洪而損壞較輕。若十九年所築之土壩，一遇凌汛，已坍毀大半，此其明驗也。

防止坍決有二途。一爲改正彎度，二爲保護坍岸。

吾國舊制，築堤不取過直，備他日河溜掃灣，就堤外

裁灣以防止
冲刷

曲處，崩埽二三段，即能挑溜開行，否則順走堤根，生工不已矣。此法以堤身備挑水壩或磨盤壩之用，驟視之，似可一舉兩得。實則保護堤身之費，或遠過於挑水壩，而堤身一有走動，便足發生鉅災。不若挑水壩與堤岸，形成角度，壩雖出險，堤尚可以搶護也。又堤身外曲，勢不過如磨盤壩耳。其挑溜之遠，不能與挑水壩比。外曲之兩端，又必為內曲線，溜勢坐灣，每為險工之所在。故堤之彎度，不宜過曲，惟最曲之處，其直徑應為若干，以各河形勢殊異，尚無定律。茲就永定河險工所在之處，量其堤岸內曲線半徑如下表。

第六十六表 永定河沿堤險工所在地及堤岸曲線半徑表

岸 別	險工附近地名	堤之曲線半徑公尺	岸 別	險工附近地名	堤之曲線半徑公尺
南	高陵 ^{十三年決口}	四六〇至六六〇	南	雙營鎮	七〇〇
南	園莊	六三〇	南	惠元莊	二三〇
南	夏家場 ^{十三年決口}	一五七〇至一八〇〇	北	利堡	九五〇
南	客上	四五〇	北	章家村	一〇三〇
南	北蔡村	一一五〇	北	趙村	四五〇
南	村頭	九〇〇	北	西麻各莊	三八〇
南	西子莊	三三〇	北	胡林店	四〇〇至七七〇
南	賈家舖	八九〇	北	賈家屯	一二四〇
南	許辛莊	一三〇〇	北	潘莊子	四一〇至六〇〇
南	曹家務	三二〇			

據表除夏家場之一五七〇至一八〇〇公尺直徑外，其餘險工所在之地，直徑均甚短促。按美國密失失必河之最

小半徑，自開羅至紐阿利安爲四〇〇〇至四六〇〇英尺，即爲冲刷較甚之處。在六〇〇〇至七〇〇〇英尺以上，則河流之擾亂較少。故爲堤防安全計，永定河之內曲線定爲二〇〇〇公尺(中流曲線直徑約爲一七五〇公尺)，當非過鉅。

挑溜以改正
曲綫

曲綫之改正，應以短挑水壩爲主，而於曲綫兩端，各築磨盤壩一座。

其他坍岸，因大溜過於偏近堤根者，亦宜以挑水壩挑溜使遠。其有岸線不能後退，或挑水壩建築之費過鉅者，則以保坍護岸爲主。

挑水壩磨盤壩之制，久行於黃河。永定河則舊無此制。殆以永定兩岸，距產石之處太遠，建壩之費較鉅耳。十四年堵築決口，始於南岸新堤上游各築挑水石壩一座，計共四座。又於北岸黃土坡附近靠溜之堤，築小擋水壩六道，藉資抵禦。結果頗爲良好。故十八年決口之堵築計畫，亦復採用。且爲防止坍陷，於附近險工上游，亦各建築挑水石壩。惟挑水石壩所需石料，遠者運自北寧路之唐山，至黃土坡站卸車，以駝驢轉運。近者亦須取自周口店，運至平漢路之寶店，轉用小鐵軌運輸。故每立方公尺石料之價，平均自八元五角至十元，而鐵路運輸尙係半價。十九年第二期堵築工程計畫，將次要之挑水壩，改建爲透水壩，以省石料。且挑水壩雖挑溜遠離，僅能保護下游。壩之

上游，其水流方向，未必適循壩外。有時大溜頂衝壩身，則不免沖決。如十三年所築之第四壩，決口已數次矣。今以透水壩代之，則挑溜之外，兼能掛淤。水歸中泓，自少沖決之患矣。

沖刷之患，以堤根爲甚。而沖刷最甚者，實在洪水驟漲，河槽擴展，及洪水始退，溜勢變遷之時。如能限制枯水河槽，使溜勢無變遷，驟漲之時，中泓刷深，自不致危及堤根。挑水壩作用最大之時，當在中水位，若水既盈槽，流勢本順，因挑水壩之阻碍，反致發生迴溜旋窩，以致退水之時，就下之勢未盡，而大溜頂衝壩身，不免發生險象。故挑溜防壩，其壩高當稍越低水而已足，漲洪之時，任其漫壩而過，則河灘淤積，勢更堅固。惟在石料昂貴之處，築壩以土爲主體者，不能令其水漫壩身，遂不得不加高耳。但實際則保護坦坡所用石料，亦未見減少。又因建築土壩，種種導水工作，不容忽視，建築之費，亦因以增加。故嗣後建築防壩之挑水石壩，應以低水位爲主。壩頂超過低水位者，當在〇·六至一公尺，壩頂寬度及兩坦，視壩之所在爲內曲線或外曲線而定。壩基則以柴排拋石，防其沖刷。其詳細尺寸詳圖一〇一及圖一〇二。此種挑水壩之建築費，較之現在永定河所建築者，大可節省。例如六公尺高之砌石壩，每公尺須砌坡石料七·七九立方公尺，鐵絲籠堆石厚一公尺，以平均寬八公尺計，約爲八立方

公尺，土方約爲九八立方公尺，而壩頭所需砌坡石料，則爲四百七十九立方公尺。今則以內曲線之壩(圖一〇二)計，壩身所須石料八·八七立方公尺，柴排堆石最多爲四·八立方公尺，而壩頭所需石料，則僅五十四立方公尺而已。故建一長二百公尺高六公尺之挑水壩，須費六萬三千餘元，若建一低水石壩，則不過三萬一千元，適得其半。

此種挑水石壩，不特建築之費較廉也。如發生坍塌冲决之事，其修理亦較現在所建築者爲簡易而迅速。

護岸以防止
坍决

護岸工程，舊用柴埽，名稱繁多。用於永定河者，有魚鱗埽，龍尾埽之別。魚鱗埽者，用於頂衝大溜之處。下埽之時，將埽個上頭藏於前埽尾內。使前埽尾向外出，可以挑溜，後埽藏頭以免撞擊之患，前後銜接，形如魚鱗也。龍尾埽者，用以防備水勢暴漲，以免冲堤刷崖。其法用一尺高埽由，聯絡簽套，視地形高下，河身寬窄，以定水之深淺，或二三四層，或十數層，相機應用，形如龍尾扁排也。築埽之物料，曰稽葦，曰椿橛，曰光纜，曰蘆麻，曰土。按稽葦之爲物易得，其性柔軟，故能遏水。然至易腐化，一二年後，卽如灰土，無復禦水之力。且下埽之時，若前阻深水，則施工甚難。椿木之外，無所攔倚。冲刷一深，椿浮而埽亦動，故修理之費，永無底止。河工之爲世詬病，此亦重要原因之一也。

爲圖永久計，護岸必以石工，雖初費較鉅，而養護之

費，可以節省。如浙江海塘之坦水，舊用柴埽，年年更換，所費不貲。嗣後逐漸改用石坦，雖計畫尙未周密，不免損壞，而每年修理之費，已節省多多矣。惟石工之難，不在於水面，而在於水底。近在潮白河永定河所用鐵絲籠裝石，頗著成效，然其弊在下籠之時，水若過深，即感困難。蓋下籠大都須挖槽以資穩固，不特深水無從施工，即可施工，若遇流沙，便不足恃。籠之厚度爲一公尺，非此則易於走失，故須石甚多。然過厚則失其彈性，每可淘底成穴，險象之生，猝不及備，而上層石工，亦因以損壞矣。茲擬定護岸石工二種，在低水位以上者，或用砌石坡面，或用砌磚坡面，或用鐵絲網混凝土坡面，視當地材料而定，均砌至高水位而止。砌石坡面，厚度約須五公寸，鐵絲網混凝土坡面，則至多二公寸已足，故有時石料昂貴之區，砌石坡面，尙不如混凝土坡面之廉，而堅固耐久，混凝土坡面則遠勝於砌石矣。低水位以下，或用柴排拋石，或用絞練式之混凝土塊（均見圖一〇〇）。其寬度及沿岸長度，視冲刷之程度而定。

柴排拋石之法，先以柳枝，就地編排，厚約十五公分。淺水之時，可就地打樁成架，而編排其上。深水之處，則以特製之船，爲編排之用。每編成若干丈，則拋石以沈於水中，其靠堤一端，則以木樁纜住。柴排既沉，再於低水位上加砌石工。

絞練式混凝土塊，以鍍鋅之鐵絲網爲骨，網寬約一·二二公尺，長七·六二公尺，就網砌混凝土塊，厚一公分。以寬爲長，計一·二一公尺。寬二·九三公尺。每塊四周，空約一·二五公分，即半英寸。故能隨河底之地形而曲屈。網之上邊靠近堤根，以木椿鋼絲纜絞住，低水位以上，亦以混凝土砌至高水位爲止。如一層混凝土塊過輕，則加鋪第二層，共厚二公分。

此種絞練式混凝土塊，較之一公尺厚之鐵絲籠堆石，價反低廉。按鐵絲籠堆石，每平方公尺之價約爲十元至十一元。而一，二，四混凝土塊每立方公尺亦不過二十六元，是每平方公尺不過二元六角乃至五元二角，加鐵絲網約一元四角，亦不過四元至六元六角而已(椿木除外)。而保護河底冲刷之功，以其能適合地形之故，或遠勝於鐵絲籠堆石也。

本節所述堤岸之加高培厚，改正彎度，及建築護岸工程，其大致地點見永定河下游計畫平面圖(圖九十七)及縱剖面圖(圖九十八)。惟現在不能完全確定。待覆測永定河下游地形，及堤岸縱橫剖面完竣後，當可爲更詳密之規定。除培堤工程應在水庫完成後，於短時期內一氣呵成外。其餘工程可以就當地情形，分年修築，亦不必限於水庫工程之已否進行也。

至於河隄之防守，現在由永定河河務局主持，分南北

兩堤爲十八段，各駐汛兵，隨時搶護，其制度方法，應否改善，以非本計畫範圍以內事，不復贅焉。

第十九節 河道之整理

河道之弊

永定河現在之河道，其弊有五。

一，河床之日以高仰也。查永定河兩堤之距離，大都失之過寬。最寬者，如北天堂附近，竟達三公里，金門關上游，則以二公里爲率，洪水初漲之時，較寬之河道，或足資迴旋盪漾，而弊亦隨之。蓋流緩沙停，流水定律，既停之沙，欲其沖動，則所需之力，較之挾以下行者，大至數倍。故第二次漲水之時，其能沖刷河床，而輸至下游者，必其最細之泥。粗沙礫石，卽有移動，去亦不遠。似此日積月累，河底日以增高，而堤岸日以吃緊矣。河底增高之程度，尙須待覆測永定河地形竣事後，方能明瞭，然事實則不可掩。如乾隆時所築洩水草壩，均因河底增高之故，稍發洪水，便爾漫溢，終至廢棄，其明証也。

二，溜勢之靡定也。河道過寬，淤沙日積，所積之沙，粗細輕重，至不齊一。細者輕者，易受沖刷。水之下行，必捨難而就易。故在低水之時，溜勢隨時地而變遷，或頂衝堤根則堤危，或枝派分流，則力弱而沙更積。洪水一至深處，受刷更易，稍有疏虞，便釀大禍。

三，航運之阻隔也。永定河在海河五大枝派中，最爲源遠流長，而無通航之力。蓋以低水之時，溜勢枝分，淺

水細流，不任舟楫。故辦理永定河工程，雖上游石料豐富，而運輸反資駝力。至洪潦驟漲之時，波濤洶湧，如懸崖下瀑，非有至人，莫能飛渡，遑論船航，敢逆其勢。然此非永定一河之現象也。河北諸河，似此者多。而北運大清子牙南運諸河，尙能擅一部分航運之利者，則以永定河床最寬，而亦最高，寬則散漫，而水更淺，高則滲漏，而量愈少也。

四，河道陡窄之處，不能容納洪水也。永定河大部分，因失之過寬，而在金門閘及雙營附近，則均失之過狹。故一遇盛漲，則橫決漫溢，而堤防因以不保，其詳已見前節。

五，下游之改道也。按三角淀原爲渾水廻旋之地，當初本不限以河道，但日久淤積，已失其盪漾之功，而洪水之時，不免氾濫。且以上游時有決口，則下游水道，時遭淤積，經歷若干年後，勢必改道。改道之時，泥沙輸入海河，爲害最甚。而田廬淪爲水槽，損失尤不可以數計。最近三角淀內河道，由屈家店入北運河，故整理海河委員會所建築之節制機關及船閘，均在此處。將來河道若更南徙，此數百萬元之工程，均將失其效用矣。

上述五弊，除河道過狹之處，以攔洪水庫減低上游洪水量，以盧溝閘及金門閘節制下游洩量外，其過寬過淺，及溜勢變遷之病，惟在約束河身，使循軌而行，方能盡

約束河身之
原理

去。

約束河身，在使過寬之處河道收窄，而流速增加，沙泥得以輸出，不致沉積於河槽，以增高河低。一面復因約束之力，河槽得以刷深，使低水之時，不致過淺。蓋河流變遷雖大，而水力學之原理，則無能超越，故流速與水深，有一定關係。即 $V = C \sqrt{RS}$

若用最簡單之曼寧氏公式：

$$C = \frac{1}{n} R^{\frac{1}{2}}$$

V 為平均流速， n 為河底之平均糙度， R 為水半徑。在寬淺之河道，約等於平均深度。 S 則為水面坡度。

流量與平均流速之關係，則為

$$Q = aV$$

其中 Q 為流量， a 為剖面面積，如在寬而淺之河道，則 a 大概等於水面寬度乘平均深度。若以 W 為水面寬度，

$$\text{則 } Q = WR \frac{1}{n} R^{\frac{1}{2}} S^{\frac{1}{2}} = \frac{1}{n} WR^{\frac{3}{2}} S^{\frac{1}{2}}$$

故如縮小寬度，則平均深度必增，而同時流速亦以增加。如河底係堅土或石質，則所增流速，不足以沖動河床，勢必借力於浚挖。若河底係鬆土，如永定河下游者，則縮小河寬，必能借水力以沖深，即吾國河工舊術語，所謂「束水刷沙」是也。

河流速率公式中之各因子， R 及 S 均可直接測量而得

，惟糙度系數，則多引用其他學者測驗之結果，與河道情形，未必脗合。本會曾就三家店，及盧溝橋兩站之流量測量而計算 n ，得下表所列之結果。

第六十七表 永定河糙度系數測算結果表

三家店		盧溝橋	
水位高度	糙度系數	水位高度	糙度系數
101.38	0.0250	60.66	0.0225
101.51	0.0244		0.0275
101.70	0.0247	60.67	0.0256
101.83	0.0219	60.68	0.0252
102.00	0.0250	60.70	0.0205
102.02	0.0256		0.0274
102.38	0.0222	60.71	0.0234
102.51	0.0244	60.72	0.0180
102.84	0.0233	60.74	0.0135
103.18	0.0218	60.80	0.0135
		60.85	0.0123
		60.88	0.0233
		60.91	0.0147
		61.02	0.0135
		61.42	0.0135
		61.68	0.0132

前表之結果，三家店較盧溝橋為大，與理論合。蓋三

家店河床，多為石礫，而盧溝橋多沙土也。至在盧溝橋以下，河泥愈細， n 之數值，亦必愈小。今以 n 為 0.020 ，實為安全之假定也。

設以水面坡度為三千分一，而流量為二二〇〇秒立方公尺，則河寬與平均深度及流速之關係，約如下表。

第六十八表 永定河河槽約束寬度與流速及平均深度之關係表

(假定坡度為三千分一)

寬 度 (公 尺)	約計平均深度(公尺)	流 速 (秒公尺)
一〇〇〇	一·六九	一·三四
八〇〇	一·九四	一·四七
六〇〇	二·三〇	一·六五
五五〇	二·四二	一·七〇
五〇〇	二·五七	一·七八
四五〇	二·七三	一·八五
四〇〇	二·九三	一·九四
三五〇	三·一八	二·〇四
三〇〇	三·四九	二·一八
二五〇	三·八九	二·三四
二〇〇	四·三九	二·五四

據上表，若將金門關以上永定河河道，束至二百公尺，流速為二·五四秒公尺時，水深約為八·四公尺，則金門關附近之河底，大致可低於堤外平地三四公尺，正為需

要河槽應有之現象。以甘納代氏之含沙正流速公式(Kennedy's Critical Velocity Formula)計之，其流速正足以刷深河槽，蓋正流速為二·一一秒公尺也。在低水之時，其流速亦不至於沈澱，而水深亦足以補助航運。其計算如下表。

第六十九表 永定河河槽束至二百公尺後在低水時情形之預計
(水面坡度三千分一)

水深公尺	剖面面積平方公尺	水半徑公尺	流速秒公尺	流量秒立方公尺	正流速秒公尺
一·〇	一七·五	〇·六〇	〇·三一	九·〇	〇·五四
二·〇	五八·〇	一·一一	一·〇一	五八·六	〇·八五
三·〇	一二一·五	一·六一	一·二九	一五六·五	一·〇九
四·〇	二〇八·〇	二·一二	一·五五	二四〇·〇	一·三三

或以爲永定河河槽，如縮至二百公尺，冲刷之力既增，勢必危及堤根，則保坍之費必因而更鉅。此無足慮者。蓋永定河堤相距甚遠，最狹之處，如金門關者，尙在半公里以上，如施以約束，自必令其趨向中流，必不致靠及堤根，而堤岸亦得以永保矣。

河道整理計畫

雖然，永定河河槽，若驟縮至二百公尺，則河道必起重大變化。其因刷深而隨流以去之沙泥，雖一部分可以沈淤兩岸間，其大部分，必輸至下游以爲害於海河。且永定河河底沙泥，其種類至不齊一，則冲刷之程度，亦不能全如預期。有時或須以人力補助水流之不足，故決非短時期所能集事。且上游河底，雖能刷深，而永定河入北運以後

，其河底高度，爲現在建築之節制閘底所限，則河底坡度，必因以加緩。其影響及於水面坡度及流速，非下游之水面增高，必上游之河底重復淤積。其間如何調整，實非臆斷所能定。又因兩堤相距，原屬過寬，若施以約束工程，則所建樁壩，勢必甚長，以永定河距離材料供給地帶之遠，運輸之不便，其所費之鉅，亦不免得不償失。故現在計劃，暫以永定河最狹之處爲河槽之寬度。即金門閘以上，以金門閘附近之寬度五百五十公尺爲限。金門閘以下流量減小，其寬度亦逐漸縮小，至雙營附近爲三百五十公尺。至三角淀內，則以九百四十秒立方公尺爲尋常洪水之最大流量，其寬度應爲一百八十公尺。

河底高度

對於河底，暫以不變更現在高度爲原則，其因坡勢過於平緩，如調河頭附近一段，致常釀改道之變者，則擬加以疏濬。至永定河入北運之處，一仍其舊。

水面高度

水面高度，暫以現在隄防平均高度下一公尺爲限。凡堤防高度不足者，一律培修(見前節)。其在三角淀內之水面高度，在尋常洪水年份，即九四〇秒立方公尺之最大流量，則以不出槽爲原則，其因地勢略有參差，則擬增小隄一道，以防汎濫成災，而河道亦受其害。若遇最大洪水之年，任其在三角淀內汎濫一次，事後修補，所費亦尙無幾。

低水河槽

低水河槽，以任其自然屈曲之勢爲原則，惟彎曲過甚

之處，則開挖引河，設法改正，務使最緊張之彎度，其半徑不超過二千公尺。

計算表

本上述寬度，河床高度，以及水面高度，暨河道彎度選擇之原則，而為永定河下游整治計劃，如圖九十七永定河河道整治計劃平面圖，及圖九十八永定河河道整理計劃縱剖面圖，而各段河槽情形，則列其計算之結果於表。（第七十表）

第七十表 整理永定河河槽計算表

地 點	附近地名	坡 度	流 量 秒立方公尺	最 深 度 公尺	平均深度 公尺	流 速 秒 公尺	面 積 立方公尺	槽 寬 公尺
〇・〇〇〇至 四九・二〇〇	三角淀內	〇・〇〇〇二八	九四〇	四・五〇	三・〇〇	一・八〇	五二六	一七五
五八・六五〇	雙 營	〇・〇〇〇二四	一八七〇	四・七〇	三・一三	一・七二	一〇八〇	三五〇
七八・一〇〇	孫家務	〇・〇〇〇三四	一八七〇	四・七〇	三・一三	一・七二	一〇八〇	三五〇
八一・五一〇	史家舖	〇・〇〇〇二九	一八七〇	四・〇〇	二・六五	一・七〇	一一〇〇	四〇〇
九〇・〇〇〇	大孫郭	〇・〇〇〇三七	一八七〇	三・六〇	二・四〇	一・八〇	一〇四〇	四五〇
九九・〇七〇	西楊村	〇・〇〇〇三七	一八七〇	三・四〇	二・二五	一・七〇	一一〇〇	五〇〇
一一二・五〇〇	金門關	〇・〇〇〇四三	二二〇〇	三・三〇	二・二〇	一・八二	一二〇〇	五五〇
一二〇・〇〇〇	公義莊	〇・〇〇〇五二	二二〇〇	三・二〇	二・一〇	一・九〇	一一五〇	五五〇
一二五・四八〇	高董堡	〇・〇〇〇七七	二二〇〇	二・七六	一・八五	二・一四	一〇三〇	五五〇
一三四・〇〇〇	堤 頭	〇・〇〇〇七七	二二〇〇	二・七六	一・八五	二・一四	一〇三〇	五五〇

附註 流量九四〇秒立方公尺為三角淀內河道流量，一八七〇秒立方公尺為金門關雙營間河道流量，二二〇〇秒立方公尺為金門關至盧溝橋河道流量。

以上所定坡度，深度，寬度，及平面圖縱剖面圖之計劃線，均係根據本會現有之平面圖縱橫剖面圖及各種資料而計劃者，將來復測結果，或有須變更之處，則以復測之地形及縱橫剖面為根據。

約束河身用
樅壩

約束河身，以樅壩爲主體，挑水壩約束之功，雖不及平行壩之完全與迅速，所以不主張用平行壩者，則以(一)平行壩所費於壩基之保護者，較挑水壩爲多。(二)平行壩之地位較在河線邊界，故其高度與挑水壩壩頭同，較之挑水壩之平均高度爲大，故建築壩身之費，亦以增加。(三)挑水壩具伸縮之可能，而平行壩則否。(四)挑水壩能掛淤，而平行壩非有特殊設備不可也。惟樅壩所用材料及式樣，兩壩間之距離及壩身與水流方向所成之角度，均有規定之必要。茲按照歐美各國治河先例，及永定河情形，擬定如下。

樅壩之材料

一，樅壩之作用，一方面在頂托水溜，趨向中泓，一方面在使兩壩間之河床，得以逐漸淤高，成爲陸地，然後冲刷之患，可以永免。就建築之永久而言，自以石壩爲首，然石壩之病，在於偏水過甚，水力橫冲，壩身不免受害，而因橫冲迴溜之故，掛淤之力以弱。且就永定河言，建築石壩，所費不貲，若以土壩砌石，雖可省石料，而導水築壩，亦諸多糜費，故除兼爲保坍之處，用低水堆石壩，如前節所述者外，其餘挑水樅壩，用以約束河身者，則擬以透水壩爲主。蓋挑水壩最高之作用，在使河底挾沙之流水，得以流入兩壩間之河底而無阻。其阻力最小者，惟透水壩。此壩之計劃，分衝要及次要兩種，衝要者，即三種透水壩，擬以木樁三排，各用橫斜戩木四面撐柱，中排樁

木，則編柳爲簾。柳植地上，根生葉滋，柔足以制水，然以透水之故，水流不致被逼，而生旋渦，又以減低流速之故，上下游均有沉淤之可能。經數次洪水，即可淤成陸地。即間遭漫溢，亦不爲害。況漫溢之水，其流速遠遜於中泓，自可更淤更高，而堤岸得以永固，溜勢遂少變遷。惟透水壩恃木樁以爲骨幹，木樁受刷則全壩浮升，而功用亦毀。本會前在潮白河蘇莊第一壩上游，曾建一小型透水壩，遇洪立毀其半，即因樁基保護未周之故。爲安全計，樁基四周，均應以柴排拋石，藉資擁護，即有冲刷，自能防止淘刷過深，以致危及壩身也。次要之壩，分甲乙兩種，甲種用於壩高一·五公尺以上者，乙種用於壩高一·五公尺以下者，其建築方法略同，惟甲種爲方形而乙種爲三角形耳。

按永定河兩岸木料及柳枝，尙不缺乏，故建築透水壩，一部分可就地取材，其價自廉。若能自備打樁機器，並有熟練之工人，則建築經費與時間，大可節省。且永定河在低水位時，水不及一公尺者爲多，尤不必虛糜時間經費於導水及引河之開挖也。

砌石土壩及堆石壩，於最衝要之處，亦須酌量採用，其砌石土壩計劃見圖一〇三。所有壩頂寬度，坡面壩脚及壩頭保護方法，均隨壩之高度而略異其制。最低之壩，其建築費較透水壩爲廉，故凡一公尺以下之壩，均用之。

自盧溝橋至立堡一段，河面最寬，若盡用透水壩或挑水壩，以資約束，則最長者，達二公里半，所費甚鉅，尙不如另建新堤之爲愈。而新舊堤之間，淤積宣洩，亦至不易，故除兩端築順水石壩外，其中間最寬之處，擬就確定河岸線外，臥種荊柳數排以爲建設河岸線之用。即名之曰臥柳淤岸。按荊柳最易滋長，枝幹叢生，以柔制勝。一經生長，即風沙所積，亦自成岸線，如遇漲水之時，水流因此障礙，驟形和緩，則沉積必速，岸線日高。自岸線以外至堤根之河底，亦可逐漸淤高。至荊柳隨土生長，不因沈積而阻其發育也。

臥柳淤岸之法，應於春間掘土成小槽，橫臥青枝於槽中，覆之以土，若雨暘時順，即可發生。爲增加障礙力量計，種植荊柳之處，至少應先種五行，每行相距約二公尺，復於每隔若干公尺，橫種數行，使發育之後，叢然如蘆葦之滋生焉(圖一〇七)。種植之工料，所費至微，即有冲毀之處，補種亦至簡易。若令河兵於暇時修整彌補，可以歷久而不敝矣。

兩壩間之距離

二，兩壩間之距離，在歐美各國其規定之標準，大都視約束後河身之寬度。於內曲之處則較密，大致爲河寬之半乃至四分之三。在直流處爲河寬之七分之五乃至十分之九。在外曲處最寬，約等於河寬乃至河寬之一有半。然壩身長寬，亦與挑溜之遠近，有密切之關係。就永定河現有

之挑水壩，考察挑溜之影響，大約爲壩長之一倍乃至兩倍有半，故以壩身之長短而論，如兩壩間之距離，等於壩長，溜勢即無逼近堤根之力。如壩長小於河寬，即當以壩之長度，爲兩壩間之距離。其壩身較河寬爲長者，在內曲線以河寬爲距離。在直線，以河寬之一有半爲距離。在外曲線，以河寬之一倍爲距離。若壩之長度超過河寬至一倍以上，則又以壩之長度爲距離。如此沿河建築，其費不致過鉅，而將來仍發現河身過曲之處，則於兩壩中間更築一壩，適符歐美通行之制。且爾時兩壩間有相當淤墊，壩之長度，亦可減少。

壩之方向

三，壩之中線與水流方面所成之角度，自直角以至向上游或向下游斜十度乃至二十度者，均有歐美先例可循，然大致以向上斜者爲多。而兩次永定河堵口工程所築挑水壩，均取下斜之方向，雖其保護下游堤岸之影響，不因方向而異，但兩壩間淤沙之程度，頗以向上者爲佳。且挑水壩頭下游，爲旋溜發生之處，其旋溜之方向，大都與壩之中線成直角或銳角，則向上斜者，旋溜大都爲離岸之方向而向下斜者，則頗有趨向下游堤岸之勢。故本計畫規定挑水壩取向上之角度。在直線及外曲線者，以十度爲準。在內曲線者，以十五度爲準。其有特殊情形之處，臨時規定。

兩岸之樁壩，因所定距離不同，未必適能相對，惟相

對機壩中線之交點，擬仿照密失必河辦法，規定在水道之中線，以收約束之效。

機壩之位置大致如永定河河道整理計畫平面圖所示（圖九十七），將來施工時，或因當地情形，有移改之必要。至透水壩等計畫，均附詳圖，即挑水土石壩標準圖（圖一〇三），甲種透水壩圖（圖一〇四），乙種透水壩圖（圖一〇五），丙種透水壩圖（圖一〇六），及臥柳淤岸圖（圖一〇七）。

引河

約束之處，如原有水道，過於彎曲，則挑溜之勢，或有未盡。宜就規定河道中心線，另挖引河，以導水入中泓。引河底寬以十五公尺為率，其開挖段落，見永定河河道整理計畫平面圖（圖九十七），縱橫剖面圖（圖九十八），原有河道則另以截流壩堵塞之。（圖一〇八）

自雙營以下之永定河整理計畫，大致取現在之河道，稍加裁濶之工作。裁濶之處，計小惠莊附近一段長三·六公里。葛漁城六道口間一段長二·七公里。魚壩口下游一段長二·二公里，雙口鎮下游一段長二·三公里，其位置見平面圖及縱橫剖面圖。又雙營至調河頭一段，坡勢過平，河水最易出槽。此因當時永定河水一入三角淀內，流速驟緩，故淤積最甚，致調河頭附近，形如丘阜，為歷屆河槽變更之起點，亟宜濬挖，使與上下坡勢相呼應。其濬挖之縱剖面已見圖九十九。

以上整理永定河河道計畫，為適應河道環境，及吾國經濟現狀起見，自不能過於積極。惟河流順軌以後，河底淤高之病，庶幾可免。待若干年後，河底逐漸沖深，則可施第二步工作，更行約束永定河河身，使在最低水時，其水深在一公尺以上，則永定河不但永慶安瀾，且得航運之利也。其施工之費，因河身業受約束，須用之樁欄較短，故亦較第一次為節省。

潤出地畝

永定河河道整理後，其兩岸潤出之地，約計可得七八，一七五平方公里，計一千二百七十頃。此種地畝除堤內十丈外，據稱盡係民地。然昔日沈淪沙水者，因此可化為沃壤，若丈量清理，視其地畝所受保護之程度，及原來狀況，酌量徵稅，亦足補助河防之經費。至民間所得利益，較之現在，更屬倍蓰。

第二十節 永定河尾閘之規畫

整理海河計畫

永定河尾閘，本由北運河以入海河，以永定沙泥為害於海河者至鉅，故整理海河治標計畫，主張導永定河入一沙漲地，於永定發洪，含沙較多之時，使在沙漲地內氾濫平地，則淤沙沉積，不復入海河以為害，即今整理海河委員會所主辦之工程也。其計畫大綱如下。（節錄整理海河委員會之「整理海河計畫」）。

「(一)北運河隄防，在需要處，一律加高培厚，使其不致有潰決之虞。」

「(二)現有三角淀周圍之堤，一律增高至適當高度，而於三角淀南堤之培厚與增高工程，尤應特別注意，務使不發生決口，以免危及天津之安全。」

「(三)在北運河北倉以北，向東開一適宜容量之新引河，以洩永定河及北運河之盛漲，俾於必要時，得藉新引河口之操縱機關，分出一部份水量，使其不直接流入海河。其分出之水量，即由新引河取道金鐘河入海，但亦可任充分水量，經新開河入海河。」

「(四)在北運河新引河口之下，擇一適當地點，建一充分排水量之洩水閘。惟於設計該閘時，務使將來不致因上游淤墊，而影響其效用。以外為通行船隻起見，並於洩水閘旁另建足數應用之船閘一座。」

「(五)在場河淀區域擇一適宜面積，（愈大愈佳，但以事實上能實行為限），為新引河挾帶泥沙之沉澱處。使該處卑濕之區，逐漸可成可耕之高田。惟上述之面積，須以充分高度，並堅厚之堤圍之，俾存積之水，不致氾濫而危及隣近區域。其新淀地迤北地方，並當籌充分之宣洩去路。」

整理海河治標
計畫之最後決定

此項治標工程，並未完全照原計畫寔施。蓋場河淀之地主，反對放水入淀，而淀北人民，因恐四圍築堤，將使雨水無宣洩之路；且以淀北土地，原多鹽鹼，反以放淤為利，願無條件接受永定河之洪水也。故最後決定以淀北區

域爲沙漲地，而築南堤一道，以免場河淀受水。其他如引河地位，亦稍北移，而永定河口，則須改道。其洩水閘門及洩水河則設於筐兒港減河之西。

整理海河治標
計畫與本計畫
之出入

此項計畫所根據之水量水位，爲民國十一年雙營洪水流量二七三三秒立方公尺，及最高水位二三·三公尺。其民國十三年及十八年之洪水，則未計及。蓋此項工程，原屬治標性質，如無治本工程，則遇十三年及十八年之情形，上游必至決堤也。惟其最高流量，與本會所推測之雙營最高節制洪水流量一八七〇秒立方公尺相較，尙屬安全。所不同者，則本會計畫，在使遇十三年及十八年同等洪水時，三角淀內不受汎濫(除放淤外)，而此項治標工程，則仍利用三角淀之一部分容量，以資蓄水。又治標計畫所根據之洪水，其流量高於節制之十三年或十八年洪水，而水量總計，則遠遜之。因此二者，治本計畫與治標計畫，有不能符合之處，必須設法修正者也。茲分別討論如次。

整理海河治本
工程之檢討
1. 永定河口水
位

爲使三角淀不受汎濫最完善之法，應使永定河之水位低於五·五公尺，而爲地形及潮位所限，寔難辦到。蓋(一)北運河之容量甚小，非大事疏濬不可，且爲保持低水河槽起見，其疏濬工程，須在三·八公尺以上施工，計算結果，僅永定河匯流處至節制閘之六百餘公尺之河道，已須開寬七百公尺，土方九十餘萬方。(二)節制閘下之北運河道，遇十三年或十八年同等洪水，應能洩洪四百秒立方

公尺，然如在永定河入口處，限以五·五公尺，則此段河道，即遇最低平均潮位時，其洩量亦不過一百五十秒立方公尺。若遇十八年八月之高潮，其洩量尙不及五十秒立方公尺，故此段河道，非大事疏浚不可。(三)新引河之容量，據整理海河委員會計算，十一年洪水之洩蓄情形，最高水位七·七公尺，最大流量四七七秒立方公尺。若進水閘下水位在五·五以下，則其洩量尙不及一〇〇秒立方公尺，即或能展寬或浚深，而進水閘之洩量，亦必甚小，勢非全部改造不可矣。

永定河口水位
限於八公尺

2. 北運河堤

又，爲遷就地勢及事寔計，永定河口之最高水位，應以大沽海平面上八公尺爲限。此項水位，約當於三角淀內最高水位紀錄，故整理海河委員會已將其附近堤防增高至九公尺，無虞漫溢也。三角淀中之河道，可範以隄防，以免泛濫，仍於其下設置涵洞，以爲放淤及宣洩之路。按堤南之地，已由整理海河委員會在桃花寺唐家灣兩處，各設置涵洞一座，直接洩至北運河。其隄北之地，則須由新設之涵洞宣洩，遇雨水較大時，不得不暫時淹沒矣。

楊村之洪水位
及楊村以上之
堤防

永定河口水位，在大沽海平面上八公尺時，楊村水位必須更形增高。查楊村水位以民國十四年之八·一七公尺爲最高。若照永定河口八·〇〇公尺計算，而假定楊村上游來水限於二六〇秒立方公尺，則自北運河之斷面估計，其傾斜度約爲六萬分一，故永定河口至楊村之北寧路橋約

十五公里，其水位增加不過四分之一公尺，即楊村鐵路橋之水位，為大沽海平面上八·二五公尺，較之十四年之最高記錄略高。此無足怪者，蓋十三年及十八年為決口之年，故楊村水位不期而降低也。易言之，如十三年或十八年永定河上游，未曾決口，則楊村之水位，必較現在所估計者高出甚多也。楊村以上，原有隄防既已在九公尺以上，除應由北運河河務局補殘培薄外，似可以無庸加高。

龍鳳河口設閘

楊村水位增高，龍鳳河流域必有倒灌之患，故龍鳳河口，應有節制閘一座，以防止之。其詳見第二十二節。

2. 北運河河道

一，自永定河口至進水閘一段之北運河，可以無須浚深。蓋使永定河口水位在八·〇〇公尺，自新開河口之平均高潮水位計算約可得水降四公尺（最小三公，最大五公尺餘），而此段河流洪水流量達一千二百秒立方公尺時，所須坡降，不過〇·一六公尺，若節制閘以下，則最大流量四百秒立方公尺，其傾度大可平坦也。惟自節制閘以下之北運河，甚為淺窄，若使其容納每秒四百秒立方公尺，寔嫌不足，故宜量加疏浚，如圖一一一所示，約計土方七十萬立方公尺。

疏浚節制閘以下之北運河

4. 進水閘及新引河

二，進水閘閘底高一·一公尺，閘門分為六孔，寬六公尺。按閘孔之洩水有重要變化分子三，即水頭，水深，及系數，而此三者，皆有相互之關係。今假定系數為〇·九三，則變化者僅水深與水頭，又約估流速水頭為〇·二

○公尺，則在閘下水位達若干公尺，而流量為八〇〇秒立方公尺時，其水頭之數量可以計算而得。又約估定永定河口至閘門上之坡降為〇·一六公尺，則可以計算閘下水位與永定河水位之關係計如下。

進水閘下水位 (大沽海平面上公尺)	六·〇	六·五	七·〇	七·二	七·四	七·五	七·六
水 頭 (公尺)	〇·八七八	〇·六九五	〇·五五三	〇·五〇五	〇·四六三	〇·四四三	〇·四二三
永定河口水位 (大沽海平面上公尺)	七·〇三八	七·六五五	七·七一三	七·八六五	八·〇二三	八·一〇〇	八·一八三

復從整理海河委員會所計畫之新引河縱橫斷面，用逆水線計算方法，以求閘下三百公尺之水位，假定新引河出口之水面，而流量為八〇〇秒立方公尺，則得如下表。

新 引 河 出 口 水 位	三·八〇	四·〇〇	四·二〇	四·四〇	四·六〇	四·八〇	五·〇〇	五·二五	五·五〇
進水閘下三百公尺處水位	七·五一	七·五〇	七·四八	七·四六	七·四五	七·四四	七·四五	七·四六	七·四七

據此，可知新引河口之水位，雖變動甚大，而閘下三百公尺處之水位，則不過六公分之變化，若與前表參合而觀，則永定河口之水位，在八公尺至八公尺一公寸之間，新引河可以洩八百秒立方公尺而無阻礙。其永定河口之水位，雖較限定之八公尺為略高，然此項計算，以糙度系數〇·〇二五為據，實則新引河河床滿盈，水流暢達之時，其糙度系數，或可在〇·〇二〇左右，則永定河口之水位，限於大沽海平面上八·〇公尺，尚無不合。

5. 新引河堤加高

萬，新引河之兩堤堤頂高度，自進水閘下七·九公尺起，以二千分之一之傾斜度直達鐵路橋，在原計畫中，最高

洩量不及五百秒立方公尺，自無不合。但如最高洩量達八百秒立方公尺時，則閘下水位在七·五公尺左右，僅〇·四公尺之露頭，實嫌不足。故此堤必須培高如下。自進水閘之九·〇公尺起下降至閘下三百公尺處爲八·五公尺，自此以二千分一之坡度，至鐵路橋爲六·四六公尺，共須培土六萬立方公尺，此項土方，可自河底挖掘，一面即增加河深，甚爲便利。堤頂寬度原爲六·五公尺，可改爲五·〇公尺，以節經費。

6. 沙漲地之 水位

勿，淀北沙漲地容量如圖一一〇所示，整理海河委員會原計畫：放淤之水，在淀北最高水位爲四·三公尺左右，蓄水二四二·二兆立方公尺，實未計及淤積數年之後，容量減少，水位必增也。且如遇十三年洪水時，設上游放淤，尙未實行，則由三角淀入北運河之總流量，達四九二兆立方公尺，如除去八百秒立方公尺以上之水，則進淀北沙漲地之水，爲四二三兆。即使洩水閘能平均洩水三百秒立方公尺。則所需蓄水容量，已達二七九兆立方公尺，水位高度，自必增加。如淤積數年後，容量愈少，水位愈增，至少當預期在五公尺以上，方能應用。其容量爲三百六十五兆立方公尺，如照七八九三個月之永定河平均沙泥洩量計算（見第三十九表），則不過十五年必可淤平。然實際並不如是短促，蓋以十三年及十八年洪水爲例，則永定河下游所受之水，爲來水總量之百分之五十三及百分之八

十二，而永定河與北運會合後，一部分下洩至海河，其含沙量亦相當減輕。加以永定河沿岸放淤，此沙漲地之壽命，自可延長不少也。

7. 沙漲地圍堤之高度

去，沙漲地之水位如達五公尺以上，現在之沙漲地南堤及筐兒港河西堤之高度，如照司第文生氏公式 (Stevenson's Formula)，即 $H=1.5L^{\frac{1}{2}}+(2.5-L^{\frac{1}{2}})$ ，或韓納氏公式 (Henny's Formula) 即， $H=0.075(V-8.5)$ ，(其中 H 為浪高度，以英尺計，L 為受風水面，自堤岸間乘垂直量算之長度，以英里計，而 V 為風速，以每小時英里計，) 計算，則應為六·四至六·六公尺之間。蓋淀內沙漲地之圍堤，受風長度，約十英里，堤頂至少高出水面五·四英尺，即一·六公尺，或最大風速，每小時七十英里，堤頂應高出水面四·六英尺，即一·四公尺也。現在整理海河委員會所築南堤，高度為六·〇公尺，而筐兒港河西堤，尚不及此數，在勢似應加高。然實際此種大風為數十年所僅見，故一公尺之高度，亦不致發生重大災害。蓋現在沙漲地之東南，均為荒涼之區，為將來擴充沙漲地時所必需也。然筐兒港減河西堤，則至少宜培修至六公尺之高度，以昭一律，約計所需土方為十四萬立方公尺，其自洩水閘迤上一千公尺一段，並應加以護岸。

培高筐兒港河西堤

8. 洩水河

乃，現在之洩水河，據整理海河委員會之計畫，其洩量為二百秒立方公尺，但據該會最近所測流量水位曲綫，

則在四·三公尺時，已可達三百秒立方公尺，故如水位增高，此項洩量，即可增加。且此河與金鐘河會合處之河底高度，僅至大沽水平面上〇·七公尺，而金鐘河河底則在零下一公尺左右，故如洩量增加，此河亦有刷深之可能，大致在三百秒立方公尺左右，必可容納。

疏浚金鐘河

力，惟金鐘河之容量則殊成問題，蓋金鐘河自新開河至北塘，計長三十七公里餘，因潮水之頂托，水面坡降至小，故現在河道洩量，上游不過一百餘秒立方公尺，下游除與蘆運河匯流處外，亦僅二百秒立方公尺左右（見圖一一二），而金鐘河下游又須受青龍灣河所洩之水，計二百秒立方公尺，則永定河分洩之水，已無可容納。故為永定河計，上游容量必須增至三百秒立方公尺，自青龍灣河匯流處起，增至五百秒立方公尺。惟金鐘河河底高度為蘆運河所限，浚深較難，現擬除特別淤積部分，施以浚深外，其餘蓋仍舊貫，而於容量不足之處，展寬河槽，其計畫見圖一一三，疏浚及展寬河槽之土方，約為四百七十萬立方公尺。

總之，整理海河委員會所辦之工程，與本計畫尚可適合，其須修改者，僅一，培高新引河兩堤，二，培高筐兒港河西堤，三，疏濬金鐘河及四，疏濬北運河下游是也。

經過沙漲地之水，大致可稱為完全澄清，若引此水使入海河，自能增加冲刷，雖其冲刷之程度，似不甚著，但

引清水入海河問題

如以經濟之建築，引此清水，則其所刷之泥，或較用挖泥者為廉。近者整理海河委員會正擬自沙漲地南端引清水運入北運，但此項工程，僅能適用於現在之沙漲地。若此沙漲地失效，則此工程所費，即為廢棄，如在洩水河口之東，攔金鐘河築一節制閘及船閘，於能引清水入海河時，即可將節制閘及船閘關閉，令清水由金鐘河入新開河。惟水道較為紆迴，流量較小，則須疏濬此一段之河道以抵補之。此項計畫之所費，未必較第一計畫為高，而在淀北沙漲地淤滿後，用場河淀為沙漲地時，亦可適用，則其時效幾倍第一計畫矣。但此項工程，現在由整理海河委員會辦理，故不列入。

新引河及北運
河之養護

又永定河水自新引河入沙漲地，面積驟增，流速驟緩，河口勢必為較粗之沙所淤，且進水閘關閉之時，全部河道，亦不免淤積，故為維持一永久河槽計，必須有挖泥之設備，其節制閘上下游之北運河，亦同此例，但此項工程所需之設備及經費，為經常性質，故不列入本計畫之內。

淀北沙漲地失
效後之規畫

淀北沙漲地淤積既高，永定河混濁之水，必須另謀出路，最安全之法，莫如就附近低窪之地，照現在方法劃為沙漲地，以使用之次序言，定為下列各區，(圖一〇九)。

場河淀沙漲地

一，場河淀沙漲地，位置於現在淀北沙漲地南堤以南，本為最初計畫之沙漲地，因地主反對徵收其土地，而淀北人民，又歡迎渾水，故移而至北。此區地勢原較淀北為

低，四面圍堤，洩水甚難，淀北放水以後，陰水滲漏，不免將淀北之鹹，移掛於此，故將來仍恃含泥之水，以改良其土質。在淀北區域將近失效時，不妨將南堤開掘若干口門，則淀北區域，尙有一部分可以應用，而新引河等均無須更張。若淀北區域之引清水入海河工程取道金鐘河，則此項工程，除征收地畝外，不過建築洩水閘下至金鐘河口之筐兒港減河西堤，洩水之滾壩或閘門，及宜興埠村之圍堤而已。否則尙須建築節制閘及船閘於金鐘河，並連帶疏浚金鐘河及新開河也。此區面積，在大沽水平面上五公尺時，爲九六·三八平方公里，容量二四三·六兆立方公尺，若連淀北未淤區域，可得三四百兆立方公尺。

筐兒港沙漲地

二，筐兒港沙漲地，在淀北及場河淀以東。東以七里海及青龍灣河爲界，北以蜈蚣河爲界，水面在五公尺同高線時，約面積一百九十六平方公里，容量四百二十一兆立方公尺。此區域作爲沙漲地時，仍可將淀北及場河淀區域劃在其內，故引河等可以無須更動。但須建築沿蜈蚣河北堤一道，並將筐兒港減河兩頭即蜈蚣河及金鐘河之河口堵塞，在兩堤間開挖若干口門足已。洩水地點，可在青龍灣河之西，而爲引清水入海河計，可於家字河之東，在金鐘河建築二節制閘及船閘，由家字河引入海河下游。

南山嶺及新河沙漲地

三，淀北場河淀及筐兒港沙漲地將失效時，可將此三區合併之四面圍堤增高，令水面能上升至五公尺半，則至

少能增加容量二百三十餘兆立方公尺，復可維持二十餘年，若連三區原有容量合併計算，約合一千二百六十兆，大約可維持至百年之久，如上游攔沙及放淤工程施行有效，則更可維持久遠。惟百餘年後，不得不在金鐘河南另覓沙漲地，其地勢較爲優越者，有南山嶺及新河兩區（見圖一〇九），在四公尺五之同高線，兩區面積總計四百平方公里，容量五百六十餘兆立方公尺，惟引水甚遠，工程較爲困難矣。

龍鳳河沙漲地

四，若嫌南山嶺等區引水困難，則龍鳳河下游窪地，亦爲甚佳之沙漲地。此區在高度九公尺時，面積爲二六三平方公里，容量爲三百七十兆立方公尺。按此區窪地，洩水甚難，若使永定淤沙得以沈澱，實爲最適宜之處置。但區內較爲繁庶，人爲之淹沒，易遭反對耳。

自場河淀至新河各區沙漲地之放淤計畫及估計，暫未列入，蓋此項計畫之實行，至早須在十餘年後也。

蘄運河之利弊

永定河之尾閘，既爲北運及新引河兩途，其新引河所洩之水，最終由金鐘河入蘄運河，蘄運箭桿兩河流域之人民，必以此爲兩河之鉅害，而昌言反對。實則蘄運河之容量，在蘆台以上，不過三百秒立方公尺，自蘆台以下，驟增至八九百秒立方公尺，以之容納金鐘河所洩之水，固綽有餘裕。且金鐘河入蘄運之處，已迫近海口，其所洩之水，又皆經過沙漲地，沙澄水清，有冲刷而無淤積，此爲海

河所求之而不得者，其於蘆運河之有利而無弊，固顯然矣。

第六章 沙泥之處置

第二十一節 上洪攔沙

多沙之原因

永定河沙泥之來源及性質，已於第二節永定河上游之地質，及第十二節永定河之沙泥，分述之矣。以要言之，永定河大部分之沙泥，來自桑乾河各支流流域之黃土及紅土層，次為洋河及懷來河之沖積層，據永定河上游調查報告，永定河所以多沙之故，或由下列三種原因，（參觀華北水利月刊第二卷第三期一五一至一五二頁）。

「一，由於地形土質。其流域面積約百分六十為土沙礫石圓石等鬆疏土質，百分之三十為巖山，其頂尚覆土壤一層，百分之十為淨石。森林所佔區域，不及百分之一，耕種之地，更寥寥無幾。當大雨時，所有沙礫土石，易於沖刷塌陷，順流直下，充斥各河，隨處沉積。」

「二，由於河床傾度。由上述各河狀態觀之，可知河床傾度，均失於陡。傾陡則流急，流急則非特所挾物質，將盡行下注，即河底本身，亦受侵刷，而挾泥之量更增矣。」

「三，由於兩岸坡度。永定河本身由官廳至朱官屯，兩岸鬆土峭壁，高由二公尺至十五公尺，當洪水時，固有沖削之患，當雨雪時，亦有坍塌之虞。蓋其頂如受雨水，或雪水浸潤，則其分量加重，可使其倒塌也。水漲之時，

所有倒塌沙土，均將隨流而去，寔爲增加下游沉積之原。此種情形，洋河爲甚，即桑乾河，壺流河，玉河，亦復相同。」

此外有可補充者，則雨量分配之不均，亦爲含沙過多主因之一。蓋雨量集中於某一時季，則洪水流量與低水流量，相去甚遠，而驟雨所冲刷下輸之泥沙，亦遠過於平常之流水也。

防止沙泥下注
之方法

關於防止沙泥之下注，該調查報告，曾爲下列各項之建議。

「一，擋壩。各支流上游及小溝中，可相度地勢，層層建築低矮之擋壩，以攔阻沙礫之下行，兼使河身傾度，漸變平坦。於是河底侵刷之現象可免，河泥下注之量更可大減。」

「二，護岸。岸不坍塌，則河中沙少，下游沉積自輕。應將所有鬆土立岸，一律削平，使成三比一之坡度。其高水位以下部分，尤須用柳枝或其他方法保護之。石岸固爲永久辦法，惟得石不易也。」

「三，造林。應由沿河各縣，提倡植樹，按其土質分別栽種，或聘林業專家專司其事。則數年之後，森林密布，既可調和雨水，又可作護地之用，誠一舉兩得之法也。」

按造林護地足以防止沙泥之冲刷，且可藉以淤積風沙，使不飄揚於河道，寔爲治永定河根本之圖。但造林期在

普遍，費時甚久。且必須有專司林政之機關，督促各縣政府，籌集相當經費，分期經營，方可維持於不墜，以非本計畫範圍所及，故不縷述。

攔沙壩

攔沙壩即擋壩之作用，在使峻陡之水道，因壩之前阻，水流越壩而過，水面增高，傾度改緩，水深加增，故流速減低。流緩則沙停，故下游所受之沙量，可以減少。此法在吾國行之頗久，其成效甚著。惟此種攔沙壩，以廉價簡單為主，多不甚高。故在高水位時之作用，不無疑問，尤以在山谷中為甚。例如在青白口上游之峽口，寬約八十公尺。若於此處築一低壩，平均高度四·五公尺，而此段十三年洪水流量，據推算約為四四六〇秒立方公尺。原河道流速在此壩以上一公里許，約為每秒六·七公尺，而築壩以後，尚有每秒三·五公尺。除河底礫石，或能稍免移動外，其他細沙，勢必順流而下無疑也。惟在較小之流量時，則減低流速之效用頗大，例如在五〇〇秒立方公尺時，下游之流速約為每秒二·二公尺，而在壩上則僅一·〇公尺而已。

故此種攔沙壩位置之選擇，正與攔洪壩同其重要。在河道寬廣之處，其效用固較宏大，但建築經費，增加過鉅，亦不合算。在山峽中，則所費雖屬無幾，而效用過少。最適宜之處，莫如寬廣之河谷，忽為兩山所束之時，則下游增高水面少許，即可增加上游面積甚鉅，而減低其流速

。永定河上游頗不乏此種情形，所宜分別利用者也。

攔沙壩之建築，不但使沙泥減少輸出，且可利用之以為灌溉導水之需。永定河上游多沙礫之地，若能建壩導水，則灌溉之益，不但使沙礫化為沃壤，而因沙泥之沉積於農地，更可減少低水時之沙量矣。

永定各支流築壩之地點，及壩之高度，大致規定如下表。實施之先，尚須施行詳細調查測量，方能完全決定。

第七十一表 永定河上游擬築攔沙壩表

河 名	壩基附近地名	壩寬(公尺)	壩 高 (公 尺)	種 類	附 記
洋 河	元 台 子	八〇	三至五	堆 石 壩 甲 種	
又	狐 子 溝	七〇	五至一〇	堆 石 壩 甲 種	
東洋河	陶 平	五〇	一五	同 上	兼灌溉用
又	十 八 台	六〇	五至一〇	同 上	
南洋河	柴溝堡橋	五〇〇	三至五	板壩或堆石壩乙種	兼灌溉用
渾 河	鄭 子 梁	三〇〇	三至五	同 上	兼灌溉用
奎流河	北 水 泉	二五〇	三至五	同 上	兼灌溉用
桑乾河	石 匣 里	六〇	一五	堆 石 壩	
又	東 册 田	一五〇	三至五	同 上	兼灌溉用
又	西 册 田	一二五	一〇至一五	同 上	
又	西 鄆 河	一四五	三至五	板壩或堆石壩乙種	
又	神 頭	一〇〇	三至五	同 上	

攔沙壩建築方法

攔沙壩之建築，既以簡單廉價為主，故當以就地取材

爲原則。山谷之中，石料易得之處，以堆石壩爲最相宜，此種堆石壩擬分爲二種。甲種在沙礫相間之河底，若以板樁增加地下水阻力，甚爲困難，故擬用洋灰灌漿之隔水牆，而延緩壩之下坦。如河底全係沙土，則以板樁隔斷地下水，以阻地下水下行過速，危及壩身。其壩之式樣，大約如圖一一四所示，各分爲五公尺三公尺兩種。兩坦甚平，則衝動不易。其十公尺及十五公尺之堆石壩，則建築較爲困難，爲禦水計，兩坦及壩頂，均以鐵筋混凝土掩蔽，兩腳基礎，亦須特別注意，其計畫見圖一一五。

高十公尺以上之攔沙壩，若於枯水之時，亦令其由壩頂溢出，則於地畝之損失，未免過甚，故應設置涵洞如攔洪壩，惟面積可以較小耳。

在離石料過遠之處，若建築堆石攔沙壩，殊不經濟。且缺乏石料之處，大都爲沙土之河床，故擬用木料作壩，以節省轉運之費。惟壩身不宜過高。茲計畫木架板壩一種以示範(圖一一六)。其水頭之大小，各河不同，圖中所示，係假定之數。

石匣里攔沙壩
作用之推算

第七十一表中所載各壩地點，均就永定河上游調查報告所得情形，酌量規定，惟石匣里一處，以頗有建築水庫之價值，曾經詳細測量，其峽口寔適宜於築壩。茲擬建築十五公尺高攔沙壩一道，復按十三年洪水情形，試算其截流攔沙之效用如下。

查十三年洪水無石匣里流量之記載，惟石匣里迤上之桑乾河流域，面積約當官廳迤上永定河流域面積之半，故以官廳流量比例計算，最高流量爲三〇〇〇秒立方公尺。石匣里壩頂高度定爲七三七公尺（平綏路水準），而於壩底設一高二·五公尺寬三公尺之小涵洞一座，壩頂溢槽寬度爲七十公尺，以此計算，最高洩量約爲二一〇〇秒立方公尺。水面升至七四三·二公尺，壩後積水達二一公尺，其流速則低至每秒〇·三五公尺。直至上游八·五公里，尙不過〇·七公尺左右。若無攔沙壩，則遇十三年之洪水，其流速應爲每秒六·三五公尺，兩者相較，攔沙壩效用之鉅，可以想見。設來水之含沙量，爲平均百分之八，則自攔沙壩所洩之洪水，總計一百八十兆立方公尺，應輸出沙泥一四·四兆立方公尺。若速度減低至十分之三乃至十分之七秒立方公尺，則照流速與含沙量關係曲線（圖五十七），平均含沙量不過萬分之三乃至千分之五。即以千分之五計算，其輸出沙量，不及一兆立方公尺，較之原有沙量，減少百分之九十三以上矣。

與石匣里有同等效力者，爲西册田與狐子溝，而尤以狐子溝攔洋河全河之沙，爲最得力。惟兩處均未有地形測量，未能計算其流速耳。至其他各處，雖效用較少，但如增高水位三公尺至五公尺，至少能減少流速一半，蓋其洪水深度，不過三公尺也。若就含沙量與流速之關係

$S=2.158V^{3.33}$ 推算，則輸出之含沙量，約為原來之十五分之一而已。

攔沙壩攔沙之作用，不僅在減少上游流速，使一部分沙泥，得復沉澱，其在下游，因瀦蓄之功，洪水流量得以減低，亦可間接避免冲刷。如石匣里攔沙壩，遇十三年同等洪水時，減低流量自三〇〇〇秒立方公尺至二一〇〇秒立方公尺，其影響於下游者必甚鉅。但壩身愈低，則瀦水之功效愈減，而下游所受之影響亦愈少。

第二十二節 下游兩岸淤

下游淤泥之害

上游攔沙之工作，雖能減少一部分之沙泥輸出量，然以地勢關係，其效用僅限於桑乾河及洋河。雖官廳水庫，亦含有攔沙之作用，惟其低水洩量頗大，沉積之沙，或不免重複輸出，而自官廳以下，即有太子墓水庫，攔沙之效用亦少。故下游含沙量，仍不免過大。其輸入尾閘者，一面為害於海河，一面使第二十節所述之沙漲地，促短其壽命。直至沿海平地，盡皆淤高，永定河之出路，離水源愈遠，而傾度愈平，則其尾閘之淤積必愈甚。無論其為海河，為薊運河，其為害於農田及航運，則一也。

海岸之擴展，固為含沙河流天然之現象，且因海岸擴展之故，得廣漠之平原，以滋生長養，其有益於人類，更非淺鮮。觀山東半島以西之三角形大平原，何莫非黃河永定河及其他含沙河流致力之結果。雖時遭水患，仍不失為

吾國富庶之區，蓋河流輸沙力之大，殆非現在人力所能控制，而為將來之人類計，亦有所不必也。惟含沙過多之河流，如束以堤防，則淤積河槽，隄防隨水位以高，而潰決之災以甚。以天然之形勢論之，河流汎濫之時，流速銳減，則先淤積其兩岸。兩岸地勢漸高，則受災也淺。今永定河黃河等河底之高，乃至兩岸平地以上，其為違反河流天然之趨勢，顯然可見。及其潰決也，水性就下，自能另謀出路，然以其為害於農田，則必堵之塞之，使不得逞。卒至河底高無可高，堵不竟堵，而改道之禍以成。此一般治水者，所以痛恨於隄防之制也。

改道之議

隄防之制，為防止汎濫，不可偏廢。於是有以人為之改道，代天然改道之議者。如原道淤積過高，則取原隄之一為隄，而於其隄外，另築新隄，地勢既低，水流自暢，而沙泥亦得沉積之處焉。就永定河而論，持此議者，則有清吳益慶所著「畿輔水道管見」。其言曰，「（上略）謹查乾隆二年，大學士鄂爾泰疏請半截河改挑新河，有擬於半截河隄北改挖新河，即以北隄為南隄之議。細釋其言，誠有至理。蓋河身既束之以隄，是猶西北之引渠也。施之洪流，安能順軌。昔人譬之於牆上築夾牆行水，信然。計今之勢，惟以北隄為南隄，而另築北隄以障水，差為得策。擬自北二工迤下傍隄，量地寬三四里許，估築北隄一道，直抵北七工之半截河，仍歸遙隄。中間原有減水河，略

加挑挖，即可作為河身。隄成後，於汛期之先，開挖河頭，俾十分深暢。迨水一漲發，其性就下，必當改流，俟流勢順行後，再將舊河堵斷。則舊河身百里之內，盡為膏腴，而新堤以內，所佔民業，即可以此措補。如此遷改，亦不能保其不日久停淤，然地勢既窪，可以容受，五六十年之內，必可暢流無阻（下略）。其後順直河道治本計畫總報告書，主張於南隄以南，另築新隄一道，以為新沙漲地，意亦猶是，惟易北隄為南隄耳。最近徐邦榮君發表其「永定河治理計畫」，主張於兩隄之外，距舊隄約三百公尺處，建築新隄二道，而以永定河河身為二隄之分水嶺。於洪水暴漲時，令水分入二新河。至洪水已過，導水共入一河，以便冲刷淤積，（見華北水利月刊第三卷第八期）。

以上三種主張，雖方案不同，而原理則一。改永定河舊河槽之一部分，以入新河或新沙漲地，使其不復淤高原河床，順水之性，而仍加以隄防之限制，待若干年後，或可仍仿其意，以淤積新堤以外之地也。

改道之困難

然實施此種計畫，有困難之點四焉。改道之初，農田廬墓，所損甚多，勢必發生絕大之阻力。雖云天然改道，生命財產之損失，將不可以數計，然一般民衆，忽於遠害，難以理喻，即或公平給價，或以舊河之地以易新河，而農民所恃者土地，雖得價無以饜其望，而舊河之地，已各有主（此指永定河而言，其他河道未知其詳），即縱有無

主之地，亦非當時所可耕種，其困難一也。物價日高，購地築堤之費甚鉅，如順直水利委員會計畫新沙漲地，築堤購地之費，約須六百七十萬元，徐邦榮君之分流計畫，亦須三百四十八萬餘元，而其估計，皆屬過低，其困難二也。持改道之議者，或以爲永定河兩岸，多係砂礫鹼地，故取以爲河道，不致勞民傷財，而故道涸出之地，其肥沃足以相償也。實則亦不盡然，蓋永定河兩岸土地，所以致沙礫鹽鹼者，不外於二種原因。一爲永定潰決之時，停沙於近岸，二爲永定河底高於平地，兩岸土地所受者，滲漏之水，無復滋肥，而河水不能利用，土質又復細密，乾旱之年，因毛細管吸力之作用，以致鹽鹼上昇，土壤變性。若改道之後，兩岸之地，至少與河底齊平，而河底之日漸增高，亦意中事。河床日高，潰決之事，亦必俱增，則現在肥沃之地，仍不免變爲沙鹼。至若舊槽地畝，一部分固可耕種，一部分仍爲粗沙，而以地畝高出新水道者甚多，非有灌溉之設備，得水綦難。乾旱之年，恃地下水之吸引以保持其所含沙分，則原可耕種者，亦必漸化爲鹽鹼矣。如此層累改道，勢必使膏腴之地，盡成瘠土，其困難三也。且一河所經，範圍有限，永定北阻北運，南有清河，必有改無可改之一日，重演黃河奪淮之故事，其困難四也。

或以爲改道之後，可憑學理經驗，計畫一不再淤積之渠，則困難之點，已四去其二，此亦似是而非之論也。減

少淤積之渠道，亦可於原道施工，本計畫中論之已詳，何必改道，以引起糾紛。若沙泥不淤積於河槽，而輸出於下游，則海岸線擴展必速，而下游之受病更深，非改道之原意矣。

總之，改道之計畫，雖亦含有利用河流天然趨勢之原理，而以隄防所限，仍不免違反自然。蓋河流之自然性，本能規定其河槽。其所輸沙泥，一部分入海以擴展海岸線，一部分於汎濫之時，淤高兩岸之地畝。淤積之程度，愈遠則愈少。而兩岸亦自成一較低之隄防，使遇較小之洪水，不致於汎濫也。

於淤之議

欲維持隄防之制，而仍不阻碍天然之發展者，則莫如使中水及枯水歸入河槽，而在洪水之時，則就兩岸低地，施行放淤。

前人之爲此議者，則有清安東縣知縣李光昭（永定河續志，錄安東縣志，作李光明，安次縣志錄舊志，作李光昭，今從縣志）。其言曰，「（上略）或又曰渾河兩岸開渠引灌，分道澆溉，易瘠爲沃，如通志所云，涇水之富關中，漳水之富鄴下，其法何如。曰，不能引流分灌，必須先講溝洫之制，渾河水濁而性悍，水濁則易淤，性悍則難制，雖有溝洫，其如所過輒淤，四散奔突何哉。惟近年來（乾隆初），廣築遙隄，又爲之多建減水壩，實補偏救弊之良策也。蓋河日淤高，隄日增漲，現在隄身外高二丈有餘

，內高不過五六尺。乾隆七八兩年，大汛之時，七工以下，水面離堤頂相距不及一尺，若非諸壩爲之平洩，勢必平漫矣。此其明驗也。減河過水無多，旋即斷流，不至爲害。若兩旁多種高糧，皆獲豐收，菽粟或有損傷，渾河所過之處，地肥土潤，可種秋麥，其收必倍。諺云，一麥抵三秋，此之謂也。小民止言過水時之害，不言倍收時之利，此浮議之不可輕信者也。余嘗稱永定河爲無用河，以其不通舟楫，不資灌溉，不產魚蝦，然其所長，獨能淤地。自康熙三十七年以後，冰窖，堂二舖，信安，勝芳等村，寬長約數十里，盡成沃壤。雍正四年以後，東沽港，王慶坨，安光，六道口等村，寬長約三十里，悉爲樂土。茲數十村者，皆昔日濱水荒鄉也。今則富庶甲于諸邑矣。與涇漳二水之利，何以異哉。故渾河者，患在目前，而利在日後。目前之患有限，而日後之利無窮也。」

李君所謂，減壩洩洪放淤之辦法，數十年後，因河底日高，原壩已不適用。故吳益慶畿輔水道管見有云，「(上略)若恃減壩爲分洩之計，則原定壩脊尺寸，從前之水長丈許分洩者，今水頭略旺，即行旁出，不惟減河不能容受，恐民田亦被浸溢之害，且正流以勢分而愈弱，沙泥以溜緩而愈停，日復一日，難籌善策(下略)」。由是減壩多就湮廢矣。

吳君雖主張改道，而於放淤亦有規畫。以爲改隄之說

，若難驟辦，此法似可試用。其法擬倣照黃河築月堤引水保堤之法。謂「(上略)今永定河南岸之田，近堤數里，皆成鹵鹵。每逢積雨，水潦下注，良田亦漸成鹵灘。北岸則或沙淤，不堪種植，或極窪下，夏秋之間，每爲澤國。若行放淤之法，則不惟陸續可變爲良田，而兩堤之外，地形漸高，大堤保固，勢亦差易。茲擬於大堤之外相距三四里，先築遙埝約高五六尺，(無庸夯礮，緣放出之水，其勢游衍無力故也)。然後相度地勢，就堤開挖水口，兩壩鑲作埝段，以便堵合。於水口下距里許之處，挑成倒勾引河，(如水勢東下，開南隄放淤，若作直河，恐引動大溜，倒勾河先引之西行，然後南趨，則免引溜之患)。引水出口，則傍堤數十里之內，不毛之土，可變膏腴。或謂俗有動泥爛沙之言，濁水出口，多係沙淤，迤下始成泥淤，則苦樂仍屬不勻。竊謂欲行此法，宜先淤下游，俟下游淤成，再移水口向上，沙淤之地，仍變泥淤，行之有效，民量無不樂從者(下略)」。

放淤之法，雖倡議於百數十年前，而嗣響甚少，終未見諸實行。最近海河工程局總工程師哈德爾，於十七年八月提出「影響海河之大致情形及治本治標計畫報告書」，於海河工程局，主張採用埃及灌溉方法，以爲根本解決之圖，其方案如下。(節譯原報告)。

「於沿山之地，仍有相當之傾度(例如千分之一)，或

在較平之地，沿地面之同高線築隄，如地面已將平者，則圍堤以圍定一大湖面。每湖應有(一)，引水渠，用一較平之傾度，在三千分一至五千分一，於上游相當地點導水。使在任何洪水位，均可引用。(二)，洩水渠，用甚平之傾度(五千分一至七千分一)，使能洩渠水還入本河。其洩水口之地點，應使在本河任何水位以上，均能下洩。每年導入人造湖之水量，應視洪潦之重要性而定。凡可用之水，必瀦於湖中，以爲農田之利，而免下游之水災。各湖所受之水，應分配均勻，即不論每年洪水之大小，凡在湖內之地，均能視氣候之需要，得水以灌地。故各渠之閘門，必須有強力集中之總機關，司其開閉管理，而不爲任何村民所阻撓，其湖中當然不能有村莊。」

其次，則有本會於十八年所擬之永定河下游灌溉意見書，主張利用洪水，以淤以灌，而規定於北岸，先行試辦。自後新莊起迄石佛寺東北之陳辛莊止，共長約四十三公里，寬約五公里，內除高丘沙嶺，地形峻陡，起伏靡常之處，難施淤灌者外，約計面積二十六萬畝，分區舉辦。一俟辦有成效，再行逐漸擴廣，以及其他各地。其淤灌方法，則擬於七月十號左右，開始啓幹渠閘門，導引近水面之洪水，經幹渠入支渠，由分水門放入田中，歷五十日之久(即至八月終)，令區內田畝，平均積水深一公尺，幹渠進水閘門，即於此時關閉。更經一星期，令河水挾泥逐漸沉

源。並使田土充分浸潤，於是啓各部洩水閘門，將田中剩餘積水，於九月十五日以前一律排洩以去，約旬日以後，即行播種。考華北農事，當時正值麥籽下種之期，田土既得淤泥之肥沃，復含充足之水分，滋長茂盛，收穫之豐，當可預卜。其工程則分爲引水，分水，洩水等，估計需費九十六萬元，但堤閘所占地畝費不在內。

繼此而起者，前永定河河務局長孫君慶澤，實業部參事吳君大業，及本會副工程師徐君邦榮，均有所主張，雖方案不同，而以永定河之沙泥，還歸諸平地，其旨則一也。

上述諸專家之方案，以哈德爾君所擬者爲最積極，然亦最不易見諸事寔，不但其每年所應預備面積之大，（第一期七年每年一百三十七方公里，第二期七年每年一百二十七方公里，第三期七年每年一百十七方公里，以後至少每年一百方公里，連大清等河在內，見原報告書第六頁），事寔上難以辦到，而使所謂人造湖者，墊淤至三個月之久，於每年十二月底方能乾涸（見原報告書第五頁），尤與灌溉之原理相背。此殆因哈德爾君初履中國，對於中國農作之情形，未盡明瞭，故以地勢氣候迥然不同之埃及相比擬也。

灌溉與放淤之
分別

灌溉之界說，可定爲以人爲的方法，引水於乾旱或缺水之農地，以應農作物之需要。凡與農作物需水之時期及

兩季相衝突者，不得謂爲灌溉。若華北諸河，在夏季農作物需水最多之時，正值雨季，沿河平地，方以排水爲重要工作。若在乾旱之夏季，則流量本微，引以灌田，下游河道，更受其害。故不當貪灌溉之美名，資反對者以口實。不如直截了當，稱爲放淤。又諸專家所擬灌溉或放淤方案，均未計及本河流量與流速，不免使本河河道，因放淤之故，致受淤積之弊，亦所宜矯正者也。

放淤之原則與
辦法之變通

兩岸放淤，既爲復現河流之自然性，故當有下列各項之規定。

一，放淤時間，當在洪水期。

二，放淤分洩所餘之水量，以不致淤積本河河道者爲限。

三，分洩之水，在地上緩緩下降，不宜停蓄過久。

四，分洩之水，不宜在地上蓄積過深。

五，放淤應於兩岸施行，不宜偏於一面，亦應沿河分洩，不宜集中於一點。

事實所限，有不得不量加變通者數點。

甲，汛期放淤，無論積水深淺，於夏季之農作物，不無損失。故宜擇沙鹼低窪之區，先行舉辦。其有小片良田，爲地勢所限，不能不圈入者，於第一年放淤時，於事後予農戶以相當之補償。放淤以後，可以種植冬麥，故次年夏季，農作物之收穫，可視爲農戶意外之收益。

乙，洩淤地點，爲河道及地形所限，應擇最近深溜，而又最經濟之處。

丙，放淤於農田有肥淤之利，在原理上無可訾議，但恐沙泥沉積，不能普遍均勻，近渠之處，不免反積粗沙，致成瘠地。遇有此等情事，應將蓄水時期加長，以便淤泥得以沉澱於近渠之處。但如將引水機關位置增高，使其專洩洪水之上部，則此困難，或可免除。

丁，放淤之目的，雖爲減少本河之輸沙量，然以其能淤肥農田，得收春麥之利，故視爲交互有益之舉。但如發洪過遲，致所放之水，不能以時洩盡，俾麥籽得以下種，則農田成災，失放淤之初意。若遇此等情形，應將放淤水量及期間，斟酌洩水速度，量予變更。故放淤機關，須有人力節制之設備。

戊，一水一麥之利，爲放淤之附帶條件，然如麥黃汛水過大，含泥過多，則其危害於下游，較伏汛爲甚。遇此等情事，應量予放水，雖麥田稍受損失，尙可種植晚種玉米。惟可不再在伏汛放淤，以惠農田。

己，放淤所洩之水，以能形成一片，緩緩向低處洩出者爲最合於自然性。但爲區域及建築費所限，不宜有過多之口門。故凡有溝渠可以通水者，應令由溝渠排洩，否則採用天然排洪之方法，或令其迴入本河。

庚，放淤區域之村台，不宜用圍堤環繞，以免形成仰

盤，反生困難。

永定河兩岸放
淤計畫

本上列原則五條，變通辦法七條，擬定永定河兩岸放淤計畫如下。

區域

(一)放淤區域，北岸自立堡至小京堡，約長六十五公里，平均寬二九〇〇公尺，約計一八九·四七平方公里。南岸自金門關至雙營迤下，約長五十五公里，平均寬三二〇〇公尺，約計一七七·七二平方公里。兩者共計三六七·一九平方公里，合五十九萬餘畝。其區域名稱，長，寬，面積等，見第七十二表，（區域名稱以在本區域內較大之村名為名），其位置見圖九十七。

第七十二表 永定河兩岸放淤區域表

岸 別	區域名稱	符 號	長(公里)	寬(公里)	面積(平方公里)
北	鵝 房	子	四·四	二·八	一五·三五
	前 辛 莊	丑	五·四	二·六	一四·〇〇
	諸 葛 營	寅	七·〇	二·七	一九·三五
	趙 村	卯	三·二	三·二	一二·〇〇
	石 堡	辰	六·四	三·〇	二一·五〇
	求 賢 村	巳	六·七	三·三	二四·四〇
	押 堤	午	七·六	三·〇	二〇·四〇
	賈 家 屯	未	四·二	二·六	一〇·七〇
	王 居	申	四·五	二·八	一二·三〇
	里 塚	酉	五·六	二·六	一四·五〇
	張 莊	戌	三·八	三·二	一二·二一

	辛 屯	亥	四·三	二·七	一二·七六
南	長 城	甲	六·四	三·六	二二·八〇
	東 楊	乙	四·〇	三·四	一四·四四
	官 莊	丙	七·四	二·一	一四·八九
	河 關	丁	一二·〇	二·七	三四·八〇
	曹 家 務	戊	四·三	二·九	一五·七五
	孟 家 務	己	五·八	三·四	一五·二〇
	麻 子 莊	庚	四·六	六·一	三〇·一四
	西 鎮	辛	四·四	六·六	二九·七〇

附註 凡長度均沿河計算

以上各地，大部均係沙鹼，施行放淤，除第一年應補償相當損失外，均無購地之必要。惟放淤分洩洪水，對於下游，不免增加損失。而放水過多，則本河亦恐反致淤積，茲擬分區輪流洩放。例如本年就北岸放淤，則南岸可以種植秋禾，次年即就南岸放淤。惟在最高洪水之年，則兩岸須同時放淤，以減少三角淀之瀦蓄也。

水量

(女)每區應放水量，擬以灌滿平均深度達一公尺為原則。按十三年洪水，金門關以下最高洩量定為九四〇秒立方公尺，其時間約計延長至六日，然如洩水放淤，則金門關之洩量可以減少，以利本河之冲刷，時間約為五日半。茲以六日為準，在六日內能將放淤區域地畝灌滿至平均一公尺之深度：即得每引水口之流量。其洩水口，應俟口門

後灌滿達一公尺深度後方始開放，則平均流速可以水流之寬度比例計算，如下表。

第七十三表 各放淤區域洩量及流速表

區別	六日內總洩水量 兆立方公尺	洩量 每秒立方公尺	平均流速 每秒公厘	區別	六日內總洩水量 兆立方公尺	洩量 每秒立方公尺	平均流速 每秒公厘
鵝房	一五·三五	二九·六	六·七三	張莊	一二·二一	二三·七	六·二二
前辛莊	一四·〇〇	二七·〇	五·〇〇	辛屯	一二·七六	二四·六	九·一〇
諸葛營	一九·三五	三七·三	五·三三	長城	二二·八〇	四四·四	六·八八
趙村	一二·〇〇	二三·一	七·一二	東楊	一四·四四	二七·八	六·九四
石堡	二一·五〇	四一·五	六·四八	官莊	一四·八九	二八·九	三·九〇
求賢村	二四·四〇	四七·一	七·〇三	河間	三四·八〇	六七·一	五·六〇
押堤	二〇·四〇	三九·三	五·一七	曹家務	一五·七五	三〇·四	七·〇二
賈家屯	一〇·七〇	二〇·六	四·九〇	孟家務	一五·二〇	二九·三	五·〇五
王居	一二·三〇	二三·七	八·四五	麻子莊	三〇·一四	五八·一	九·五三
里埝	一四·五〇	二七·九	一〇·七一	西鎮	二九·七〇	五七·三	八·六七

共計北岸十二區，需水一八九·四七兆立方公尺，每秒三六五·四立方公尺。南岸八區，共需水一七七·七二兆立方公尺，每秒三四二·七立方公尺。

淤沙量

(□)第七十三表所列流速，除里埝一區，略高於每秒一公分外，餘均不及一公分之數，而自進水口以至洩水口，即以里埝一區言之，需時尚須六日，故水中所含沙泥，幾可以全部沉澱。以重量比百分之八計算，每灌滿北岸十二區一次，應得沙泥一五·一七兆公噸。南岸一次，應得

一四·二二兆公噸。設比重爲二·七六而空隙所佔爲百分之四三，則北岸淤沙之體積，爲九·六三兆立方公尺。南岸淤沙之體積爲九·〇三兆立方公尺，即平均厚五·一公分也。

接永定河漲水，每年約計三次，引入放淤區域者，以洪水年份之五分之一計算，年可得淤泥三·七兆立方公尺。而每七年發洪一次，平均爲二·七兆公尺。共年得淤泥六·四立方公尺，大約不及六十年，可淤高放淤地一公尺，而下游之沙漲地，至少可倍增其年壽。

引水洩水及溝渠堤岸之計畫

(C)引水洩水機關及溝渠堤岸之計畫，各區大致相同。茲分述於下。(一)，引水地點以最近河槽爲原則，故有數區聯合者，有獨立者。(二)，引水以滾壩上置閘門，以司節制。壩下設沉澱池，以備粗沙之沉澱。(三)，引水總渠，以沿永定河原堤爲主，藉省工費。但如地形特殊，不得不採用與永定河堤成直角之渠道者，則以順地勢爲首要。(四)，分水以尖底口門，沿渠設置，另用閘門以便節制。口門四周均用磚或石砌。(五)，爲節省土工，及所佔地畝起見，引水渠之頂以高於平均地面高度一·八公尺爲限，即以挖渠之土，爲築堤之用，堤之傾度，隨地形而定。渠之寬度視所洩水量，故每過一分水口門，渠寬即須縮小若干，務使渠中水面，高於鄰近放淤地面高度一·四公尺，而堤頂則高出水面〇·四公尺。(六)，引水渠兩堤，既

不甚高，故堤頂寬度定爲一·五公尺，內坦爲一比二，外坦爲一比一·五。但如堤道兼可爲公路之用者，則堤頂應予加寬，其兩坦亦得視土質量爲變通。(七)，爲免引水渠淤積計，凡沿堤之各區，引水相連續者，應有繼續向下之渠底，使放淤後剩餘之水，得以迅速洩盡。兩區相連處，以閘門節制之。其與河堤成直角之渠，亦應於終點以閘門或水管引至較低之處。(八)，三面攔水之堤，以高出地面一·七五公尺爲度。頂高及兩坦坡度，視引水渠堤。(九)，洩水機關，擬用閘門，其位置應在正對引水渠之攔水堤之中段，以使流速較爲均勻。但爲地形及其他情形所限者，則置於離引水口最遠之處。閘門用木料製成，其高度以離地面一公尺爲限。在門內水面尙未積至一公尺時，應將閘門關閉。至水深達閘門頂時，始行開放。閘門寬度，視洩量而定。(十)，由洩水閘洩出之水，如鄰近原有溝渠，應以導入溝渠爲原則。如溝渠離洩水閘過遠者，則任其漫溢附近地畝。在北岸者下行至龍鳳河下口之窪地，在南岸者，歸入中亭河。(十一)，放淤地逐漸淤積，所有堤岸，固可隨時加高增厚，但固定之建築物，如進水閘，分水口，及洩水閘等，應使其於五十年內，不受淤漲之影響，或使能隨時校正。

以上各項詳細計畫，因區域廣大，未能分別敘明，僅將南岸甲區，即長城區之放淤計畫，附以詳圖。(圖一一

八至圖一二三)。其他各區，則以計畫大要附於下表(第七十四表)。

第七十四表 各放淤區域引水分水攔水及洩水計畫簡表

區 別	引水閘	引 水 渠						分水口	攔水堤	洩 水 閘	
	淨寬度	最大流量	總 長	傾 度	上口底寬	下口底寬	深 度	個 數	總長度	淨 寬 度	度
子	15.6	93.9	4700	.000784	16.5	10.5	2.5	12	7700	15.0	
丑		64.3	5700 5000 橫	.000806 .000800	10.5	5.0	2.5 1.5	4 7	7400	13.5	
寅		37.3	3450 3350	.000784 .000132	5.0 6.4	6.4	2.5	15	6900	18.4	
卯	3.85	23.1	3150	.000132	9.1		2.5	10	3000	11.7	
辰	6.92	41.5	5450 橫	.001000			1.5	17	9700	20.8	
巳	7.85	47.1	7700	.000196			2.5	19	9500	23.6	
午	6.30	37.8	7800	.000625			2.5	16	9800	19.6	
未	10.0	59.9	7550	.000444			2.5	9	4300	10.2	
申		20.6	2900 橫	.000625			2.5	10	4500	11.7	
酉	3.95	23.7	2300 橫	.000286			2.5	12	8700	13.7	
戌	8.6	51.6	3550	.000500			2.5	10	4500	12.0	
亥		27.9	2350 橫	.000250			2.5	10	8000	12.3	
甲	7.4	44.4	6600	.000454	9.3		2.5	18	8900	22.0	
乙	4.64	27.8	3800	.000833			2.5	11	9300	13.7	
丙	4.82	28.9	7900	.000263			2.5	12	9400	14.4	
丁	11.20	67.1	13550	.000408			2.5	27	14300	33.6	

戊	50.6	30.4	4750	.000111			2.5	13	7800	15.0
己	19.35	25.3	5950	.000588			2.5	12	8000	14.7
庚	18.15	26.4	6350 6100 橋	.000500 .000714			2.5	24	3800	28.8
辛		57.3	6450 橋	.000200			2.5	23	11300	28.8

龍鳳河窪地之
處置

(万)北岸放淤所洩之水，引入原有小溝後，順流至龍鳳河流域之窪地。其地因北運河之倒灌，已有十年九潦之患，若再加以永定河放淤所洩之水，勢必更增其受災之範圍與時日。故為救濟龍鳳河流域之水災計，必須(一)，不使北運河洪水倒灌窪地。(二)，於相當時期內，得將潦水洩盡。按北運河洪水倒灌一層，原因北運河下游受永定河之頂托者為多。今永定河已另有出路，即暫時頂托，為日較淺。北運河洪水，得以儘量下洩，則龍鳳河潦水，亦可排除。惟為慎重計，龍鳳河入北運河口，即龍鳳橋，應行堵塞。另於北運河堤與三角淀堤銜接之處，建節制閘一座。於尋常洪水年份，可洩一〇〇秒立方公尺之洪水。並將自龍鳳河口至永定河口之北運河量予疏濬，使迅速洩盡。設北運河水面高於鳳河口水面時即可將閘門關閉，以防倒灌。鳳河水面高於北運河時，則隨時啓閘洩水。照此辦法，則龍鳳河窪地所受者，儘為龍鳳河流域之雨水與永定河放淤之水矣。查龍鳳河流域之雨量，以十三年為最大，就十三年之雨量假定百分之三十為逕流。復依照瀦水之面積

，扣除其蒸發量，再加入永定河放淤之水，得龍鳳河窪地之進水量。復從窪地之進水量，及窪地容量，得窪地內水位。以此與北運河之水位相較，則知遇十三年同等洪水時，遲至九月終了，大部潦水可以洩盡，而麥籽亦可下種矣。爲安全計，北岸放淤之水，除最大洪水外，應爲三角淀內永定河所洩之一部分。而北運河自龍鳳河口，至屈家店一段河槽，亦應施以浚深。查龍鳳河流域，地勢較三角淀低一公尺至五六公尺不等，即本流域內之雨水宣洩，亦至爲困難。且永定河尾閘計畫，最遠至青龍灣河而止。將來尾閘淤高，龍鳳河流域，受災狀況，或更有增加。而永定河沙漲地，亦必就此天然之釜底以爲用。故根本辦法，應將永定河含沙最多之洪水放入龍鳳河流域，使其地面逐漸增高，至與北運河高水位相近，或超過之，則龍鳳河流域窪地，自不復有沈淪之患矣。按龍鳳河流域容量在九公尺高度以下，達三百七十兆立方公尺。若每屆永定河洪水，引一半以上之流量，使含蓄盪漾於其中，平均每年約得淤沙四兆立方公尺，百年之後，已可與北運河河堤齊平矣。

南岸之洩水道

南岸放淤所洩之水，若任其漫流而滙入大清河，以地形觀之，積水不過四五寸。若在較小之洪水之年份，至多使大清河流域略受沾瀆，殊無災害可言也。惟放淤之地，既含鹼質，則所洩之水，或能害稼，且由洩水閘分洩之時，若無一定洩道，仍不免橫衝直撞，使一部分土地受損。

(但在放淤數次後，洩道已成，便無此弊)。爲兼籌並顧計，仍應開闢適宜之洩水河，導水入於天然之河道，其路線則長城區入牯牛河，東楊區入太平河，官莊河間以下諸區，先沿攔水堤之洩水河，再合流以入黃家河。

大清河流域泛濫之時，若再加以放淤所洩之水，不免增加大清河流域之災害。但金門閘既經設有閘門，正不妨於爾時將金門閘關閉，而移金門閘之洩量於放淤區域，於大清河流域似無若何影響也。

第七章 結 論

第二十三節 工費估計及施工步驟

工費估計

永定河治本工程計畫 已於前數章分別敘述，其所需經費，以物價變遷，運輸困難，故儘就可能範圍內，量予估計。而為適應將來計，於估計之外，加百分之二十之預備費，及意外費。又若舉辦大工，自須設立機關，而施工地點，遼遠荒僻，行政所費，自屬甚鉅，故另加百分之十，為工程行政費焉。

永定河無舟楫之利，除上游平綏路沿線及下游盧溝橋附近，有鐵路可資運輸外，其餘各處，均恃人畜之力，而本工程所需材料，如石，如木，如洋灰，類皆笨重。永定河下游附近石礦甚少，故石料昂貴異常。為便利運輸，低減料價計，至少須有五十公里以上之輕便鐵路及機車平車以資應付。此項材料，於施工完竣後，仍可移用他處也。

各項材料，如當地所產，尚足應用，自以就地取材為原則。如盧溝閘所用石料，即可取礫石以代碎石。而永定河上游各壩石料，亦均可就地開採。惟盧溝橋下游所用石料，則北岸宜採石景山，南岸或用周口店所產者，均用鐵路運輸，以節運費。茲估計各項材料單價如下。

第七十五表 永定河治本工程材料單價估計表

項別	地點	洋河	桑乾河	官廳	太子墓	盧溝橋	盧溝橋雙營間	三角淀及其下游
塊石 (立方公尺)		一·五元 (產石處)	一·五元 (產石處)	一·五元	一·五元	二·五元	五·〇元	五·〇元
卵石 (立方公尺)				一·〇	一·〇	〇·八		
碎石 (立方公尺)		二·〇 (產石處)	二·〇 (產石處)	二·〇	二·〇		五·五	六·〇
沙 (立方公尺)				一·〇	一·〇	〇·八	一·〇	四·〇
洋灰(桶)		九·〇	一〇·〇	九·〇	九·〇	七·〇	八·〇	七·〇
鐵筋 (公斤)		〇·三	〇·三	〇·三	〇·三	〇·二	〇·二	〇·二
鍍鋅鋼絲 (公斤)		〇·四	〇·四	〇·四	〇·四	〇·三	〇·三	〇·三
鋼鐵料 (公斤)		〇·三	〇·三	〇·三	〇·三	〇·二	〇·二	〇·二
木料 (板尺)		〇·二	〇·二	〇·二	〇·二	〇·一五	〇·一五	〇·一五
青磚 (千塊)						一五·〇	一五·〇	一〇·〇
白灰 (担)						〇·六	〇·六	〇·六
六寸圓木樁 (支)						六·〇	六·〇	一〇·〇
八寸圓木樁 (支)						八·〇	八·〇	一五·〇
十寸圓木樁 (支)						一〇·〇	一〇·〇	二〇·〇
柴排 (平方公尺)						〇·六	〇·六	
柳籬 (平方公尺)						〇·三	〇·三	

永定河治本工程工費估計如下表。

第七十六表 永定河治本工程工費估計表

第一款	官廳水庫	二, 四四二, 一〇〇	
第一項	混凝土滾壩	一, 一〇〇, 〇〇〇	混凝土滾壩高二十七公尺頂長九〇公尺連海漫及人行橋在內

第二項	購地	五九四,〇〇〇	購地約四九,五〇〇畝每畝平均以十二元計
第三項	遷徙村莊	一一六,〇〇〇	遷徙房屋約二九〇〇間每間以四十元計
第四項	圍堤	六八,五〇〇	較高之村莊圍堤保護
第五項	意外費	三七五,七〇〇	
第六項	工程費	一八七,九〇〇	
第二款	太子葛水庫	四,四四〇,〇〇〇	
第一項	混凝土滾場	三,二六五,〇〇〇	混凝土滾場高四八公尺頂長一五〇公尺連海漫及人行橋在內
第二項	購地	五七,二〇〇	購地四八五〇畝每畝以十二元計
第三項	遷徙村莊	九三,二〇〇	遷移房屋約二三三〇間每間以四十元計
第四項	意外費	六八三,一〇〇	
第五項	工程費	三四一,五〇〇	
第三款	盧溝橋	四五三,〇〇〇	
第一項	兩橋	二〇二,二五〇	鐵筋混凝土兩橋長一四〇·八公尺連海漫在內
第二項	兩門及機件	一〇七,二八〇	兩門十四孔
第三項	兩屋	四,〇〇〇	
第四項	護岸	二〇,〇〇〇	
第五項	卸除舊建築	一五,〇〇〇	
第六項	意外費	六九,六二〇	
第七項	工程費	三四,八五〇	
第四款	修理金門閘	五二,〇〇〇	裝置木門及修理海漫
第五款	護岸	一,四六三,六〇〇	
第一項	二·一公尺護岸	三二,二四〇	積長五二〇公尺每公尺六十二元計
第二項	二·三公尺護岸	六三五,〇五〇	積長九七七〇公尺每公尺六十五元計

第三項	二・四公尺護 二岸	三〇七,〇五〇	積長四四五〇公尺每公尺六十九元計
第四項	二・六公尺護 二岸	二三,八〇〇	積長三四〇公尺每公尺七十元計
第五項	三・七公尺護 三岸	三〇,一〇〇	積長三五〇公尺每公尺八十六元計
第六項	三・八公尺護 三岸	七七,四〇〇	積長九〇〇公尺每公尺八十六元計
第七項	三・九公尺護 三岸	二〇,二四〇	積長二三〇公尺每公尺八十八元計
第八項	意外費	二二五,一八〇	
第九項	工程費	一一二,五四〇	
第六款	培堤	八四八,二〇〇	
第一項	北岸培堤	二〇,〇〇〇	約計八〇,〇〇〇立方公尺每立方公尺二角五分計
第二項	南岸培堤	五二,五〇〇	約計二一〇,〇〇〇立方公尺每立方公尺二角五分計
第三項	三角淀內堤工	四六〇,〇〇〇	約計二,三〇〇,〇〇〇立方公尺每立方公尺二角計
第四項	三角淀內涵洞	一二〇,〇〇〇	約計三十座每座四千元計
第五項	意外費	一三〇,五〇〇	
第六項	工程費	六五,二〇〇	
第七款	開挖引河	五二五,七〇〇	
第一項	盧溝橋至雙營 引河	三三七,二九〇	計一,一二四,三〇〇立方公尺每立方公尺洋三角運土至岸外
第二項	三角淀內引河	六七,一一〇	計二二三,七〇〇立方公尺每立方公尺洋三角運土至河線外
第三項	意外費	八〇,八七〇	
第四項	工程費	四〇,四三〇	
第八款	低水位堆石挑 水壩	三一六,八〇〇	
第一項	〇・五公尺高 挑水石壩	九五,九二〇	壩十八道共長一七六〇公尺每公尺三二元加壩頭每座二二〇〇元
第二項	一・〇公尺高 挑水石壩	一一九,五八〇	壩十四道共長一七九五公尺每公尺四四元加壩頭每座二九〇〇元
第三項	一・五公尺高 挑水石壩	二八,二〇〇	壩三道共長二三五公尺每公尺六十元加壩頭每座四七〇〇元

第四項	意外費	四八，七三〇	
第五項	工程費	二四，三七〇	
第九款	土石挑水壩	一，八七四，八〇〇	
第一項	一・〇公尺挑 水土石壩	二一二，七四〇	三十二道共長七〇九五公尺每公尺二十八元壩頭每道一千元
第二項	一・五公尺挑 水土石壩	四七六，二三〇	四十六道共長一三五〇公尺每公尺三十三元壩頭每道一千四百五十元
第三項	二・〇公尺挑 水土石壩	一七一，五〇〇	十七道共長四〇四〇公尺每公尺三十九元壩頭每道一千九百九十元
第四項	二・五公尺挑 水土石壩	二〇九，七五〇	十三道共長二八四五公尺每公尺六十一元壩頭每道四千九百二十元
第五項	三・〇公尺挑 水土石壩	二五二，八〇〇	十二道共長三一〇〇公尺每公尺六十八元壩頭每道六千二百二十元
第六項	三・五公尺挑 水土石壩	八二，八五〇	一道長八百九十公尺
第七項	四・〇公尺挑 水土石壩	三六，二四〇	一道長三百十公尺
第八項	意外費	二八八，四六〇	
第九項	工程費	一四四，二三〇	
第十款	透水壩	一，七〇〇，六〇〇	
第一項	甲種透水壩	三一三，一六〇	二十三道共長六五三六公尺平均每公尺四十五元壩頭每個一千四百元
第二項	乙種透水壩	九二三，〇四〇	六十四道共長二八，六三五公尺壩頭石料每個另加一百零五元
第三項	丙種透水壩	七一，九〇〇	二道長九四五公尺每公尺洋七十五元壩頭每個二千二百元
第四項	意外費	二六一，七〇〇	
第五項	工程費	一三〇，八〇〇	
第十一款	截流壩	二五四，九〇〇	
第一項	〇・六公尺截 流壩	四一，四〇〇	一道長九〇〇公尺每公尺四十六元
第二項	一・六公尺截 流壩	一八，五六〇	一道長三二〇公尺每公尺五十八元

第三項	二·〇公尺截流壩	五三,六〇〇	一道長八〇〇公尺每公尺六十七元
第四項	三·七公尺截流壩	三四,五〇〇	一道長三四五公尺每公尺一百元
第五項	四·二公尺截流壩	四八,〇〇〇	一道長四〇〇公尺每公尺一百二十元
第六項	意外費	三九,二二〇	
第七項	工程費	一九,六二〇	
第十二款	臥柳護岸	一六,〇〇〇	共長二八,八二五公尺每公尺五角計加意外費等
第十三款	疏濬北運河下游	二七三,〇〇〇	
第一項	土工	二一〇,〇〇〇	挖土七〇〇,〇〇〇立方公尺每立方公尺以三角計
第二項	意外費	四二,〇〇〇	
第三項	工程費	二一,〇〇〇	
第十四款	培高新引河及筐兒港堤岸	一一七,〇〇〇	
第一項	培高新引河土堤	一二,〇〇〇	培土六〇,〇〇〇立方公尺每立方公尺以二角計
第二項	培高筐兒港減河西堤	七八,〇〇〇	培堤土工一四〇,〇〇〇立方公尺每尺二角計又護岸一千公尺每公尺五十元計
第三項	意外費	一八,〇〇〇	
第四項	工程費	九,〇〇〇	
第十五款	疏濬金鐘河	一,八三三,〇〇〇	
第一項	土工	一,四一〇,〇〇〇	四百七十萬立方公尺每立方公尺以三角計
第二項	意外費	二八二,〇〇〇	
第三項	工程費	一四一,〇〇〇	
第十六款	洋河及支流攔沙壩	四七二,〇〇〇	
第一項	五公尺堆石壩	二四,〇〇〇	一道長八十公尺
第二項	十公尺堆石壩	一一三,一〇〇	二道長一三〇公尺

第三項	十五公尺堆石壩	六六,〇〇〇	一道長五〇公尺
第四項	三公尺板壩	一六〇,〇〇〇	一道長五〇〇公尺
第五項	意外費	七二,六〇〇	
第六項	工程費	三六,三〇〇	
第十七款	桑乾河及其支流關沙壩	六二〇,六〇〇	
第一項	五公尺堆石壩	四五,〇〇〇	一道長一五〇公尺
第二項	一〇公尺堆石壩	一〇八,七五〇	一道長一二五公尺
第三項	一五公尺堆石壩	七九,二〇〇	一道長六〇公尺
第四項	三公尺板壩	二四四,四〇〇	四道長七九五公尺
第五項	意外費	九五,五〇〇	
第六項	工程費	四七,七五〇	
第十八款	北岸放淤	八一〇,〇〇〇	
第一項	開渠土工	一六五,〇〇〇	約計一百十萬立方公尺每立方公尺一角五分計
第二項	圍堤土工	六六,〇〇〇	約計四十四萬立方公尺每立方公尺一角五分計
第三項	引水閘門	二四〇,〇〇〇	八座平均每座約計三萬元
第四項	引水口門	六〇,四〇〇	一百五十一處每處平均四百元
第五項	洩水閘門	七,二〇〇	十二座每座平均六百元
第六項	洩水溝土工	六〇,〇〇〇	
第七項	渠堤用地	二四,四〇〇	約二四四〇畝每畝十元計
第八項	意外費	一二四,六〇〇	
第九項	工程費	六二,四〇〇	
第十九款	南岸放淤	八一四,六〇〇	
第一項	開渠土工	一八〇,〇〇〇	約一百二十萬立方公尺每立方公尺以一角五分計

第二項	圍堤土工	五一, 〇〇〇	約計三十四萬立方公尺每立方公尺以一角五分計
第三項	引水閘門	二一〇, 〇〇〇	七座每座平均三萬元計
第四項	引水口門	五六, 〇〇〇	一百四十處每處四百元計
第五項	洩水閘門	四, 八〇〇	八座每座六百元計
第六項	洩水溝土工	一〇〇, 〇〇〇	
第七項	渠堤用地	二四, 八〇〇	二千四百八十畝每畝十元計
第八項	意外費	一二五, 三〇〇	
第九項	工程費	六二, 七〇〇	
第二十款	龍鳳河節制閘及疏浚北運河	六一九, 五〇〇	
第一項	閘橋及閘門	一六〇, 〇〇〇	三孔每孔七公尺
第二項	閘屋	一, 五〇〇	
第三項	堵塞舊河口及開挖新河土方	一五, 〇〇〇	
第四項	疏浚新河口至永定河口北運河土方	二四〇, 〇〇〇	挖土約一, 二〇〇, 〇〇〇方每方二角計
第五項	購地	六〇, 〇〇〇	購地約一千畝每畝六十元計
第六項	意外費	九五, 三〇〇	
第七項	工程費	四七, 七〇〇	
第二十一款	施工器械	七二〇, 〇〇〇	
第一項	二十四磅軌道五十公里	二四〇, 〇〇〇	
第二項	機車及車輛	二六〇, 〇〇〇	
第三項	雜件	一〇〇, 〇〇〇	
第四項	意外費	一二〇, 〇〇〇	

上表所列各款，可大體合併分類如下。

一，攔洪工程	第一款及第二款	六，八八三，三〇〇
二，減洪工程	第三款及第四款	五〇五，〇〇〇
三，整理河道工程	第五款至第十二款各款	七，〇〇〇，六〇〇
四，整理尾閘工程	第十三款十四款及第十五款	二，二二三，〇〇〇
五，攔沙工程	第十六款及第十七款	一，〇九二，五〇〇
六，放淤工程	第十八款至第二十款	二，二四四，一〇〇
七，施工器械		七二〇，〇〇〇

以上共估永定河治本工程經費，二〇，六六八，六〇〇元，略與前擬永定河治本計畫大綱所估之二千〇三十萬元相等，而如整理尾閘及攔沙放淤等工程，則非大綱所計及。若與前順直水利委員會之計畫相較，則南道計畫已須三千二百七十萬元，約可節省一千二百萬元矣。惟如此鉅款，決非短時期所可籌集，而施工範圍，包括晉察冀三省分年實施程序，亦非最短時間，所能完成。本會前定水利建設實施程序表，對於永定河治本工程，除完成各項詳細計畫及鑽探地質於二十年底施行外，擬於二十一年七月至三十年六月分九年間辦理。惟原擬程序，在本計畫未完成之先，故稍有出入。設以每年平均二百二十餘萬元計算，則分年建設之程序大致如下表。

第七十七表 永定河治本工程九年施工程序表

年 度	項 目	工 費 估 計	共 計
第 一 年	購買官廳水庫地畝並預備材料	一,〇〇〇,〇〇〇	二,三二〇,〇〇〇
	購置施工器械	七二〇,〇〇〇	
	疏浚金鐘河	六〇〇,〇〇〇	
第 二 年	建築官廳水庫	九〇〇,〇〇〇	二,三二九,五〇〇
	疏浚金鐘河	一,二三三,〇〇〇	
	購買太子墓水庫地畝	一九六,五〇〇	
第 三 年	完成官廳水庫	五四二,一〇〇	二,四四二,一〇〇
	建築太子墓水庫	一,九〇〇,〇〇〇	
第 四 年	建築太子墓水庫	一,八〇〇,〇〇〇	二,四〇〇,〇〇〇
	整理堤防	六〇〇,〇〇〇	
第 五 年	完成太子墓水庫	五四四,七〇〇	二,三四九,七〇〇
	改建盧溝閘修理金門閘	五〇五,〇〇〇	
	整理堤防	一,三〇〇,〇〇〇	
第 六 年	整理堤防	一,二五四,三〇〇	二,三四四,三〇〇
	疏浚北運河下游及培高新引	三九〇,〇〇〇	
	河堤岸		
第 七 年	建築挑水壩透水壩	七〇〇,〇〇〇	二,三一〇,〇〇〇
	建築挑水壩透水壩	一,五〇〇,〇〇〇	
	北岸放淤	八一〇,〇〇〇	
第 八 年	建築挑水壩透水壩	八八〇,〇〇〇	二,一二〇,一〇〇
	龍鳳河節制閘及疏浚北運河	六一九,五〇〇	

	建築上游攔水壩	六二〇,六〇〇	
第 九 年	建築挑水壩透水壩	七六六,三〇〇	二,〇五二,九〇〇
	建築上游攔水壩	四七二,〇〇〇	
	南岸放淤	八一四,六〇〇	
總 計			二〇,六六八,六〇〇

如經費充裕，則前表所列工作，可縮至五年完成如下

第七十八表 永定河治本工程五年施工程序表

年 度	項 目	經 費	總 計
第 一 年	建築官廳水庫及購地	一,六〇〇,〇〇〇	四,一五三,〇〇〇
	整理尾閘工程	一,八三三,〇〇〇	
	購置施工器械	七二〇,〇〇〇	
第 二 年	完成官廳水庫	八四二,一〇〇	四,一三二,一〇〇
	建築太子墓水庫	二,四〇〇,〇〇〇	
	完成整理尾閘工程	三九〇,〇〇〇	
	整理河道	五〇〇,〇〇〇	
第 三 年	完成太子墓水庫	二,〇四一,二〇〇	四,一四六,二〇〇
	建築盧溝閘及修理金門閘	五〇五,〇〇〇	
	整理河道	一,六〇〇,〇〇〇	
第 四 年	放淤	一,四三四,一〇〇	四,一四四,一〇〇
	整理河道	二,七一〇,〇〇〇	
第 五 年	攔沙	一,〇九二,六〇〇	四,〇九三,二〇〇
	整理河道	二,一九〇,六〇〇	
	放淤	八一〇,〇〇〇	
共 計			二〇,六六八,六〇〇

第二十四節 計畫實施後所得之利益及其他問題

永定河治本工程之利益

工程計畫，應以經濟立場定其當否，易言之，凡一種工程之所費，工程建設後所得之利益，必足以取償，方得謂為健全之計畫。然如防災衛生等工程，其所救濟者，不盡為數字所可表示，而隱受其益者，或較表面上所獲之利為大，永定河治本工程即其例也。

永定河治本工程預計需費二千萬元而強，以今日中國之一般利息言之，則每年應有二百萬元之利益，方值得投資，試分別計算如下。

大清河水災損失之免除

一，大清河流域受永定河決口之洪水，在十三年為一三〇〇兆立方公尺，十八年為一〇〇〇兆立方公尺。加大之淹沒面積，在十三年為七四六平方公里，在十八年為四二〇平方公里，（見第十四表及第十五表）。而受節制後之永定河，在十三年汛期輸入大清河流域之洪水，為三〇一兆立方公尺，在十八年為七九兆立方公尺，（見第六十五表）。是永定河治本工程完竣後，大清河流域可避免淹沒之面積，在十三年應為六百七十三平方公里，在十八年應為三百八十七平方公里。以畝數計，十三年為一百十萬畝，十八年為六十三萬畝。以每畝田禾之損失為七元，則十三年為七百七十萬元，十八年為四百四十一萬元。平均兩次洪水，為六百餘萬元。設此種洪水，每七年發生一次

，則治本工程寔施後，每年所免洪水之損失，應爲八十六萬元。

三角淀水災損失之免除

二，其次爲三角淀內所受之水災，三角淀河槽容量過小，即在普通洪水年份，亦有被淹之患。永定河口離本會周家莊水位較近，而周家莊水位，在十八年汛期爲五·八公尺，十九年爲三·三公尺，二十年爲五·七公尺，故三角淀內至少每年水位或在六·〇公尺左右，受淹之面積約爲十平方公里。若每三年一次之洪水，則受淹較久者，可達六十平方公里，而暫時淹沒者，或達三角淀全部約五百四十平方公里。據此推算三角淀內受淹面積如下。

每年受淹者	一〇平方公里
每三年一次者	五〇平方公里
每三年暫受淹一次者	五四〇平方公里

假定暫時受淹區域之損失爲受淹較久者之三分之一，則每年平均受淹面積約爲八十七平方公里，其損失以每畝七元計，共爲九十九萬餘元。

堵築決口經費之節省

三，永定河每決口一次，其堵築所費，非數十萬元不辦。即自民國元年起算，所費於堵築決口者，已達三百四十萬元之鉅，每年平均約十七萬元。

故即就此直接損害而估計之，已達每年二百另二萬元。而廬舍牲畜之損害，以及救濟之所費，尙未計及。永定河治本工程寔施後，均可因而避免。是治本工程之所費，

已足以取價而有餘矣。

若再就治本工程直接生利之部分而計算之，則其效用更爲宏大。其可以數字計算者，約爲下列各項。

河灘地之增價 (1) 永定河堤內之河灘地十二萬七千畝，可改爲耕種地也。按此項地畝，現在間有耕種者，然收穫不豐，而大部分則均爲沙灘，難施耕種。若河身得以約束，則此項地畝，必可爲永久之耕種地，而每年受淤泥之利，其肥沃亦可預期。即以最低限度，每畝平均增價十元計，則河灘地共可增值一百二十七萬元。

放淤地之增價 (2) 永定河兩岸放淤之地，約共五十九萬畝，大部分爲沙鹼及窪地，其價值甚微。而放淤之後，秋麥可以下種，淤土肥美，收穫必豐，較之高梁葦草等，自有天淵之隔。此項地畝亦以最低限度，每畝增價十元計，約可得五百九十萬元。

龍鳳河窪地之增價 (3) 龍鳳河流域窪地，通常十年而九潦，然如永定河治本工程，得以完成，則除最高洪水外，大部分可於九月底以前涸出。此項地畝面積，即以高度七·五公尺以下計，已達一百三十平方公里，合二十一萬餘畝，而以每畝增值五元計，亦可得一百另五萬元之利益也。

三項並計，共爲八百二十二萬元。至若下游各沙漲地，第一區約爲一百八十平方公里，第二區至第五區共六百七十平方公里，均可化沙鹼爲沃土，以每畝增值十元計，

可得一千四百萬元之譜，惟一則大部分工程，屬於整理海河工程範圍之內，一則尙有待於異日，均不能視爲本工程所得之利益也。

間接利益

間接之利益，尙非數字所能表示者，厥爲海河之航運。蓋海河沙泥之來源，尙有南運大清子牙諸河，而航運之改進，海河工程局工作之努力與有效與否，寔有重大之關係。且航道改良後，運輸增進之程度，亦未可以臆測也。然若就進口船隻之統計（見一九二九年海河工程局報告第三十五頁第十九表），則經過大沽淺灘及駛抵津埠之船隻數，吃水十三英尺以上者，在十四年及十五年（一九二五及一九二六）平均達一千隻，十三英尺以下者，達六百三十餘艘，平均共爲一千六百八十餘艘。此爲津埠之最高紀錄，而十六年後，逐漸淤積，至十七年，僅吃水十三英尺以下之輪船六百八十八艘抵津，十八年又減至五百四十四艘（內有六艘最大吃水量爲十三英尺），此海河淤淺之結果，其影響於天津之繁榮者，不待言矣。若永定河得有根本治理，至少使天津商埠，恢復十四五年之原狀，其利益亦已多矣。

復次，海河淤塞既減，容量自增，而大清子牙南運諸河，亦得以迅速排洩其洪潦，其受益程度，無從估計，然不能不謂其受永定河治本之賜也。

最後，則上游所築攔沙壩，其目的固在改緩坡勢，減

低流速，以阻沙泥之輸出，然影響最大者，乃為上游之灌溉。蓋永定河上游沙鹼及乾旱之地，所在多有，而以河床傾斜過陡，得水甚難。民窮財匱，亦無力為灌溉之謀。若築壩之後，低水位增高，引水開渠，以淤以灌，為事至易。將以少少資本，開闢荒區，其受益自非淺鮮。惟因無精確之測量計畫，尙未能為正確之估計耳。

實施困難之點

總之，永定河治本工程所需經費，雖若不貲，而寔施以後，所得利益，寔遠過於所投資本之上。當此建設伊始，將遵總理實業計畫之四大原則，以定建設之程序，則就所謂「必選最有利益之途以吸外資」，及「必應國民之所最需要」二者而言，永定河治本工程固其首選也。至工程寔施之時，種種阻力，在所不免，是在主其事者，勿息勿忽，設法排除，或避免之耳。

地畝

寔施工程所遇之第一困難，厥為購地問題。如官廳太子墓兩水庫，需地達五萬數千畝，遷徙房屋五千餘間，其碍於當地居民之生計者，甚深且重，則反對在所不免。雖曰土地征收，法有依據，然坐視民衆之流離顛沛，亦豈仁者之政。故為避免反對計，應將水庫漲落情形及地畝所受影響，剴切曉諭，使民衆知築壩以後，除小部分地畝外，其餘仍可耕種。且因淤泥之利，或可增加其地畝之價值。本計畫中曾擬有征收地畝章程，其目的亦在避免糾紛，故征收之地，除永淪水底之極小部分外，仍擬歸原業主或原

租戶耕種，酌收租金，以爲水庫維持之費。然如原業主不願出售，似亦可聽其自由，而將擬付地價之一部分，專款保管，存儲生息，以爲將來賑濟之需。至遷徙房屋，如自有地畝或願自行改建者外，亦應由公家代爲圈定高地，照各戶所需房屋，（至多以原有間數及面積爲限），爲之建築新屋，令其遷入。其舊料可用者，不妨移東補西，以節經費。如是則移民而不擾民，自少反對之聲矣。

次爲放淤地之地畝，除原爲沙磧，水窪，及種柳之區，無碍民生外，其餘原種夏糧之地，於第一次放淤時，不免損失，是應詳細調查，量予賑濟。至少應給予秋麥種籽之費，以維持其生計。至區內房屋，不宜圍堤，以免地面增高後反致形成釜底。且村基所在，大都較平地爲高，故亦不致淹沒過甚也。

試驗

在工程實施之初，最先宜着手者，厥爲各項工程計畫之試驗。本計畫所規定者，雖皆根據於最經濟之原則，與最新之學理及經驗。然治水工程，因各河情形之互異，殊無一成不變之辦法，而在今日中國民窮財匱之時，能節省一文之處，即不宜浪用，以保持元氣，而躋民衆於康樂。以極少之費用，收最大之效果者，惟水工試驗爲能。不特本計畫所未定之處，如滾壩下游消力設備，及官廳水庫等淤積問題，均有待於試驗，卽如河道整理，攔沙，放淤等等，亦宜先事以模型試驗，以研討最經濟穩妥之辦法也。

茲擬定試驗各項如下。

- 一，官廳水庫淤淺情形
- 二，太子墓水庫淤淺情形
- 三，官廳滾壩消力機關
- 四，太子墓滾壩消力機關
- 五，官廳水庫逆水線
- 六，太子墓水庫逆水線
- 七，挑水壩之式樣方向與兩壩間之距離
- 八，透水壩之式樣方向與兩壩間之距離
- 九，低水位挑水石壩之式樣方向與兩壩間之距離
- 十，護岸工程之式樣及低水冲刷情形
- 十一，挑水壩之淤沙作用
- 十二，透水壩之淤沙作用
- 十三，石匣里攔沙壩之攔沙作用
- 十四，低攔沙壩之攔沙作用
- 十五，攔沙壩之式樣
- 十六，放淤之效果

以上各主要水工試驗，及其他附帶試驗等之試驗經費，似可由本會經常經費支付，無須另籌。惟水工試驗場經費，本會雖經籌措一部分，而不敷尙鉅，如永定河治本工程工款有着，則於工程費中，先提一極小部分，以爲水工試驗場建設經費，實爲首要。

其他如地層鑽探基礎之試驗等，則本會原擬於施工以前完成，若無特殊困難，諒可如期告竣。至永定河下游地形，現正在覆測，所有永定河河床淤積情形，當可明瞭。而整理河道之詳細規畫，及樁壩之正確位置，亦可就新測地圖，妥為規定。

工程合同格式，施工規範，及施工圖樣，當俟本計畫提經核定後即着手編製。其中應注意之點，為(一)設法避免包工人與監工者無謂之爭執，(二)設法使包工人明瞭其地位與責任，(三)於可能範圍內予包工人以相當之便利，以免無謂之損失。以上三者，在包工人固屬有利，然使工程能順利進行，而包工人完全明瞭工程之性質與範圍，其開價亦可低廉。故公家所受之便益，寔際或遠勝也。

附錄一

獨流入海減河工程計畫摘要

大清之病，爲上游來洪過猛，下游尾閘不暢。救濟之道有二，即上游儲洪，下游暢流是也。查大清之重要支河，在西北爲琉璃拒馬，在西南爲磁唐沙。倘於上游山谷間，竟有適當之處，建築水庫，以蓄洪流，則曩之爲害於下游者，今聚而積之於上游山谷間，以備來年旱季時灌溉之用，害去而利興矣。惟上述各河上游，並無合宜之處，可施此項工程，故不得已而求其次，採用暢流之一途，擬開闢獨流入海減河，以減輕其水患，使泛濫區域不致如曩日之廣，淹沒時間不致如曩日之久，此本計劃之旨趣也。

民國十三年之洪水，泛濫區域，僅限於千里堤以北，且積水高度，在新鎮不得過十公尺，在第六堡不得過八公尺，如是則西河之東堤，大清河與西淀之千里堤，不致決口，前文安窪與南運子牙間面積二千二百六十方公里之地，皆可保全。至於積水之時間，亦不可令其過久，以阻秋麥之播種。茲將各種計劃，分述如下：

(甲)減河最大容量之規定 大清河十三年之洪水，遠在十八年之上，故減河最大容量之計畫，當以十三年洪水爲根據，其洩量定爲每秒一四〇〇立方公尺。

(乙)減河之位置 減河位置，前順直水利委員會擬有二線：一在小站北，一在小站南。南線所經地價較廉，自可採用，惟路線稍曲耳。後經寔地調查，酌予更改，遂成今線，全線長六十八公里半，較前短三公里。

(丙)減河操縱機關及虹吸管 在第六堡附近減河入口處，應建操縱機關，洪至則啟，洪過則閉，其最大洩量，應與減河最大洩量等。又新河與馬廠減河相交處，擬建虹吸管，穿過新河，使馬廠減河下游小站附近稻田

灌溉之水源，不致斷絕。

(丁)減河傾度及剖面之規定 減河全線經過之地，極為平坦，而下游反較上游為稍高，擬經研究，知傾度愈平，則土工愈省，然過平則不能得相當之流速。茲定為二萬分之一，又剖面計畫以最大流量每秒一千四百立方公尺為準，最大水深為五·八公尺，河床兩岸傾斜為一比二。河底寬二一六公尺，平均最大流速為一公尺左右，又堤頂與洪水位之距離，不得小於一公尺半，以期穩固。

按上述剖面計畫，如據 Kennedy 氏之公式 $V_0 = 0.546d^{0.64}$ 以求適當流速，（使河流既無冲刷又無沉淤）其結果應為每秒一·六八公尺。此數較實得平均流速每秒一公尺為大，則此河似有淤積之慮。惟上項公式，寔據印度 Punjab 情形而定，以之應用於其他地方，其流速 V_0 實覺太大，如在印度 Sindh 其適當流速，常為上式所得者之四分之三，在埃及，則僅三分之二。且大清河入減河以前，所挾泥沙，大都沉淤，所餘甚少，故此每秒一公尺之平均流速，當無淤塞之慮也。

(戊)南運河改道 減河在獨流良王莊之間，穿過南運河。茲擬將南運河由獨流改道，至十一堡入西河，長約二公里，復由西河當城至上新口開渠，仍歸南運，長約三公里。

(己)西淀操縱機關 西淀之水源，由趙北口各橋孔流出，經趙王河入大清河，在洪水期內，趙王河時有倒流之弊，致將西淀淹沒情形，益加嚴重。擬將各橋折毀，並在趙北口十里鋪之間，建操縱機關，不但倒流可免，且西淀洩出之水量，亦可隨時操縱自如也。

(庚)修理堤防 為保護文安窪及南運子牙間窪地計，沿大清河趙王河西淀一帶之千里堤，又西河右堤，與南運改道上下游東西兩堤，均須加高培厚，令堤頂高出洪水位一公尺。茲將擬定各處堤頂高度，列表於下：

河 堤	高度(以高出大沽海平面上計)	
	由	至
子牙河右堤	天津 8.0	孫家堡 9.5
南運河 東西兩堤	天津 8.0	獨流 9.0
	獨流 9.0	陳官屯 9.0
千 里 堤	孫家堡 9.5	新 鎮 10.6
	新 鎮 10.6	趙北口 11.0
	趙北口 11.0	小百尺村 11.0
西淀橫堤	趙北口 11.0	雄 縣 11.0

(辛)牯牛河堤橫貫東淀中部，致霸縣以西之洪水，不能自由流過霸東。欲免此弊，擬自霸縣南維民房地方起，向東南另闢牯牛河新道，至小馬各莊入中亭河，至維民房以南，牯牛舊堤，一律剷除，如是則霸西之水，可迅速東下，則獨流入海減河之功用，將因之大增矣。

依上所定減河計畫，並根據民國十三年之洪水記錄，以推算減河完成後之效力，則得圖九十五及九十六所示，圖中新鎮最高水位九·六公尺，第六堡水位最高約七·七公尺，均未超過預算。至東淀被淹面積，在十三年為四，三六〇方公里，減河竣工後減為一，九五〇方公里，故地畝賴以保全者，為二，四一〇方公里。且此一，九五〇方公里被淹之面積，至十月初旬，大部洪水亦已退淨，秋麥尚可耕種，此項減河之效力，不可謂不巨矣。

附 錄 二

永定河河槽之變遷

永定河河道，前順直水利委員會於民國九年測量一次，至民國二十年，相隔十一年，中經十三年及十八年兩次大水及堵口工程，水道變遷甚為劇烈，故本會於民國二十年秋乘堵口工程之便，復測河道地形一次。其兩堤所在，兩次測量比較，尚無顯著之變動，其水道則變動甚多。故以舊測地圖計劃各項工程，常虞失定，且經此次測量後，若河道整理工程，延未舉辦，則將來施工時，仍須加以修改也。

兩次測量之結果甚可表示永定河河道淤積之速，及其整理之切要。蓋自盧溝橋至雙營七十七公里強，淤積達二十七兆立方公尺，若以人力浚深，使恢復原有容水之量，已非六七百萬元不辦。故知永定河河道，如任其自然，則河底日高，容量愈小。若增高堤頂，則堤頂與兩旁田地，高下更為懸殊，一有漫決，堵塞更為困難，終必如黃河之出於改道而後已。

兩次測量之河底高度，大約相差半公尺至一公尺，即以半公尺論，現在河堤離河底之高度，約在三四公尺間，則不過八十年將使現在之永定河堤(若不增高)，完全失其效用，而河底與平地相差至六公尺乃至九公尺。

以上所述淤積之量，係就盧溝橋雙營間全段而言，若分段計算，則知淤積冲刷各有異同，而尋究其故，亦非偶然。茲將分段計算數列表如下。

段 別	長 度 公里	平均寬度 公尺	淤 積 量 兆立方公尺	冲 刷 量 兆立方公尺
盧溝橋至馬廠	—〇	一九六二	—〇·一四	
馬廠至西大營	—〇	一九五〇		一·二六
西大營至金門關	—〇	一三〇三		五·二三
金門關至求賢關	—〇	九三八	二·五〇	
求賢關至大孫郭	—〇	九一八	—〇·五五	
大孫郭至孫家務	—〇	一六四一	八·九一	
孫家務至張家莊	—〇	八四四	一·五一	
張家莊至雙營	七三五	七〇八	〇·〇三	

按盧溝橋至馬廠一段，河道最寬，北天堂附近，寬達三公里，故其淤積最甚，達十兆餘立方公尺。自馬廠至西大營，及自西大營至金門關二段，均見冲刷，而尤以後者為甚。則以一，河道漸狹，至金門關而最甚。二，兩次決口之時，有鉅量之泥沙輸出於平地也。其泥沙輸出之原因，則以決口之處，坡勢陡降，速率大增，其河底亦必大受冲刷，其冲刷之浪，逐漸上升，惟愈上則愈少耳。自金門關以下，因決口之故，來洪忽被停截，故現淤積之象，而尤以東賢關以下兩段為甚者，則以此兩段河陡，又復展寬，故易於淤塞也。自孫家務以下，可稱為固定之處，其河道固較隘，而入三角淀之中坡勢又較大故也。

總之，整理永定河之計畫，至少須維持現在之河槽，使不再加淤積，而維持之法，惟有修築捷壩，如計畫書中所述。

附 錄 三

官廳與太子墓水庫建築先後問題

官廳與太子墓兩水庫，在永定河沿本計畫，如車之兩輪，鳥之雙翼，缺一不可。然如經費困難，則建築便有先後之分。自理論言，太子墓水庫，既在官廳之下游，其攔洪之影響應較官廳水庫為大。自事實言，太子墓水庫容積甚小，建築經費甚鉅，則又較官廳水庫為劣。二者之中，孰先孰後，頗有研究之價值也。

自十三年及十八年兩次洪水之情形言之，則兩水庫之攔洪效果，幾無軒輊可言。而官廳水庫建築經費，既較太子墓水庫為廉，（一為二百四十四萬餘元，一為四百四十三萬餘元），較易籌集，自宜儘先建築。茲將兩水庫攔洪效果列表於下（均以三家店流量為準）。

一，十三年洪水流量(秒立方公尺)

未經節制洪水	五二〇〇
完全節制洪水	二〇四〇
僅築官廳水庫	三〇九〇
僅築太子墓水庫	五一〇〇

二，十八年洪水流量(秒立方公尺)

未經節制洪水	四四二〇
完全節制洪水	二二三〇
僅築官廳水庫	四〇五〇
僅築太子墓水庫	二二六〇

此兩表中數字所示，甚為明顯，蓋兩水庫之防洪效果，正屬相等也。官廳水庫對於十三年洪水之節制流量，雖似較太子墓對於十八年者為高，然於下游之影響，仍無大關係，蓋下游之計畫，本備最高洪水之節制流量

三七〇〇秒立方公尺也。

太子墓與官廳兩水庫所節制之洪水，其來源不同，究竟此兩種洪水，以何者為較頻速，則本會之流量記載，殊未足以証明。徐家匯天文台之雨量統計，雖有南來暴雨次數之記載，而於北來之暴雨，則付缺如。故暫定官廳水庫之建築在太子墓之先，而太子墓水庫，亦應即行繼續辦理，不容過緩。

關係文件

技術長徐世大呈爲永定河治本計畫草擬完竣謹將原稿及所附
圖表呈請鑒核提請委員會審議施行由

呈爲永定河治本計畫草擬完竣謹將計畫原稿及所附圖表呈請 鑒核提請委員會審議施行事竊世大於十八年九月就職之時正值永定河決口未堵沿河居民蕩析流離之秋職責所在不容漠視乃以時間匆促僅能於同年十月提出永定河治本計畫大綱於第六次委員會經議決原則通過交技術長進行實際調查并妥慎計畫等因受命以來夙夜惶悚疊飭工程員司分別搜集材料并進行實際調查務於最短期間完成詳細計畫乃事與願違十九年四月世大奉建設委員會之命調京服務至九月方能回會繼續工作而覆測官廳山峽及重探官廳壩基地層之結果又與以前所根據者不符不得不另籌妥善辦法加以整飭之質雖自鞭策終嫌濡滯在苒經年始克就緒所有計畫間與大綱所列舉者不甚符合然自信皆根據實際情形及水利工程之學理與經驗屢經研討而後着手所有計畫過程暨報告在案不復贅叙至參預計畫之工程員司致力最勤者則有正工程師徐宗溥工程師沈景初孫圖銜副工程師吳樹德等各課職員亦皆努力不懈以底於成合併陳明謹呈

委員長

附呈永定河治本計畫目錄一份計畫原稿一份圖一百二十三幅

技術長徐世大二十年十二月二十四日

呈內政部爲呈報召集永定河治本計畫討論會經過暨開會情
形並附呈召集簡章會議記錄及治本計畫書全份仰祈
鑒核備案由

呈爲呈報召集永定河治本計畫討論會經過暨開會情形並附呈召集簡章會議記錄及治本計畫全份仰祈

鑒核備案事竊查華北諸河以永定爲最大而歷代爲禍亦最烈溯自元明迄於清季凡治永定者均專以脩堤防險疏淤爲能事而於如何防洪放淤既田種種治本方案則數百年來絕無所聞迨

至民國十四年前順直水利委員會始有治理計畫之公布及十七年秋本會成立遂積極進行永定河治本計畫因鑒於十三年十八年兩次洪水不同之情形對於順直水利委員會原來計畫深覺有修正之必要先擬定永定河治本計畫大綱於十八年十月第六次大會議決原則通過交技術長進行實際調查并妥慎計畫嗣即遵照進行集中於實際之調查測量與建築方法之探討至二十年底全部完成當於是年十二月第十二次委員大會提出討論經議決大體通過由各委員詳細審核將改善意見於二十一年三月一日以前送會以便彙集提交下次大會討論并以永定河流域經過晉察冀三省上下游應兼籌並顧為慎重起見復同時議決召集永定河治本計畫討論會邀請與永定河有關係之各省政府建設廳實業廳及河務機關代表以及水利專家為會員討論該項治本計畫及其施行之步驟工款之籌措以期見諸事實推行盡利并同時通過召集簡章至本年七月四日本會召開第十三次委員大會復將永定河治本計畫由本會作最後之討論經商定將各委員意見加入修正并定期召集討論會遂定於八月二十九日上午九時在本會開永定河治本計畫討論會分別函邀前列各機關代表及水利專家出席討論並將簡章暨永定河治本計畫書全份一同函送以便預為研究茲已如期在本會會議廳舉行是日出席人員本會委員為濟羣李書田徐世大周象賢陳懋解陳湛恩朱廣才王玉科林成秀各關係機關代表為河北省政府代表林成秀建設廳代表滑德銘實業廳代表趙挹海山西建設廳代表裴士清實業廳代表和亦清永定河河務局代表王仰曾水利專家為孫輔世張含英楊豹靈高鏡瑩李吟秋劉子周等由濟羣主席當對於計畫中之重要問題如最高流量之推算攔洪水庫重量壩拱壩之採用及其設計下游整理中修建盧溝橋及金門閘減壩河堤之防守河道之整理尾閘之規畫上游攔沙下游放淤等均經逐項討論至下午五時散會其應加修正補充者除文字上之修正外約歸納如下

(一)第三章第十一節永定河之流量與最高流量之估計

應調查光緒十二年洪水紀錄加入推算

(二)第四章第十四節永定河攔洪水庫之計畫

(1)淤積量及年限數字應校正

(2)應增加閘門位置及通行橋之設計

(3)拱形或重量壩之採用俟地質詳探後再定

(三)第五章第十七節修建盧溝橋及金門兩操縱機關

應於本節後述明侯獨流入海減河工程完成後方行修建以免危及大清河並添附錄略敘
獨流入海減河計畫

(四)第五章第二十節永定河尾閘之規畫

應根據海河治標已完工程經過事實加以修正

(五)第七章第二十三節工費估計施工步驟及經費之籌措

應刪去經費之籌措一段

(六)第七章第二十四節計畫實施後所得之利益及其他問題

應刪去其他問題中之行政及組織兩段

所有召集永定河治本計畫討論會經過暨開會情形理合具文呈報並附呈召集簡章會議記錄
及永定河治本計畫書全份伏乞

鑒核備案謹呈

內政部長黃

附呈簡章一份記錄一份計畫書全份(從略)

奉北水利委員會委員長彭濟羣

中華民國二十一年九月八日

呈內政部爲永定河治本計劃修正完竣繕具

正本敬呈核定仰祈鑒核施行由

呈爲永定河治本計畫修正完竣繕具正本敬呈

核定仰祈

鑒核施行事竊本會前以所擬永定河治本計畫完成召集各關係機關代表及水利專家開會討
論業將召集經過及開會情形呈報並附呈召集簡章會議紀錄及治本計畫書全份奉

鈞部土字第一零一號指令准予備案查考在案嗣復將討論會議決應加修正補充各點提經本
會第十四次委員會議決議如下

1. 第三章第十一節永定河之流量與最高流量之估計

關於最高流量應於最近期間盡量搜集資料加以補充

2. 第四章第十四節永定河關洪水庫之計畫

甲. 淤積量及年限數字應加校正

乙. 應增加開門位置及通行橋之設計

丙. 拱形或重量壩之採用俟施工時詳細估計後再定

3. 第五章第十七節修建盧溝橋及金門閘操縱機關

應於本節後述明俟獨流入海減河工程實施後方行修建以免危及大清河並添附錄說明獨流入海減河計畫

4. 第五章第二十節永定河尾閘之規畫

應由本會派員調查海河治標已完工程經過事實加以修正

5. 第六章第二十二節下游兩岸放淤

對於放淤洩水問題應再加詳細說明

6. 第七章第二十三節工費估計施工步驟及經費之籌措

應刪去經費之籌措一段

7. 第七章第二十四節計畫實施後所得之利益及其他問題

應刪去其他問題中之行政及組織兩段

8. 通篇文字應詳加修正**9. 緒言之後應加總說明**

所有以上情形亦經編入議事錄於呈報本會第十四次委員會議開會情形案內附呈

鈞鑒茲依照本會第十四次委員會議議決修正各點逐加修正完畢理合繕具正本敬呈

核定伏乞

鑒核施行謹呈

內政部長黃

計呈送修正永定河治本計畫書全份

華北水利委員會委員長彭濟卒

中華民國二十一年十一月十四日

內政部指令 土字第一三七號

令華北水利委員會

呈悉據送修正永定河沿本計畫審核尙無不合准予備查仰從速擬具籌款辦法呈候核奪此令
附件存

中華民國二十一年十一月二十二日

黃紹竑

勘 誤 表

頁數	行 數	誤	正	頁數	行 數	誤	正
11	18	脫落眉注	眉注應添減洪工程	189	表下第二行	右部爲最高洪水……	下部爲最高洪水……
22	12	峽長六千餘公里	峽長六十餘公里	192	表下第二行	可以証明	可以證明
27	第二表注一	不甚準確	不甚準確	196	11	其 之數值高者	其 m 之數值高者
28	第三表*	有陡至一百五十一者	有陡至一百五十分一者	198	11	$idt = odt + adt \dots$	$idt = odt + adh \dots$
40	9	東西長約七十公里，左右	東西長約七十公里左右，	203	1	不能引用此公式	能引用此公式
46	第十二表	永定河下游坡降變遷圖	永定河下游坡降變遷表	203	第五十八表內第二行	一三五 二三·六	一三五
73	表內十二格	十八年七月	十八年八月	203	第五十八表內第三行	一五三 六四·三	一五三
86	9	依濕度之變遷	依溫度之變遷	203	第五十八表內第四行	一七七 二五·二	一七七
115	8	然証以本河歷史之記載	然證以本河歷史之記載	203	第五十八表內第五行	一九五 二五·八	一九五
115	12	何謂証以本河之歷史	何謂證以本河之歷史	203	第五十八表內第六行	二一七 二六·六	二一七
119	5	此足以証明……	此足以證明……	203	第五十八表內第七行	五〇〇	五四〇
136	22	可以下表証明之	可以下表證明之	203	第五十八表內第七行	二四三 二七·五	二四三
151	11	可以圖証明之	可以圖證明之	203	第五十八表內第八行	二七五 二八·五	二七五
154	17	然足証明……	然足證明……	220	5	見圖九十三	見圖九十四
156	6	即每秒九·八二公尺	即每秒每秒九·八二公尺	220	15	見圖九十四	見圖九十三
162	第四十五表內第一行	官廳滾場流量（長九一公尺）	官廳滾場流量（長九〇公尺）	235	22	而無通航之力	而無通航之利
163	第五行眉注	尾製水面高度與洩量之關係	尾流水面高度與洩量之關係	236	9	因失之過寬	固失之過寬
170	13	漸漲之水道	漸張之水道	237	15	$= \frac{1}{n} WR \dots\dots\dots$	$= \frac{1}{n} WR \dots\dots\dots$
174	13	均能証實其效用	均能證實其效用	258	19	家字河	袁家河
175	10	乃得充量之証	乃得充量之證	258	1	家字河	袁家河
178	13	平均一六〇〇二八〇〇者一年	平均一六〇〇至二八〇〇者一年	261	2	上洪攔沙	上游攔沙
179	10	可以下表証明之	可以下表證明之				
180	15	爲一七三〇平方公里	爲一三〇〇平方公里				
180	16	爲一三〇〇平方公里	爲一七三〇平方公里				
187	17	但就爲正流	但孰爲正流				
187	18	若爲廻流	孰爲廻流				
189	表下第一行	左部係十三年洪水……	上部係十三年洪水……				

永定河治本計劃

(全 四 册)

編輯者 華北水利委員會

會址 天津義租界五馬路

發行者 華北水利委員會

民國二十二年四月出版

定價國幣拾伍圓

