

鑿井工程

中華民國三十四年四月

鑿井工程

葛蔭萱 著

鑿井工程目錄

題辭

第一編 華北鑿井之必要現況及沿革

第一 華北灌溉鑿井之必要	(一)
一、中國歷代天災及旱災之嚴重	(一)
二、旱災及氣象要素	(二)
三、華北土壤之特殊	(四)
四、華北土地利用狀況	(五)
五、灌溉鑿井之必要	(五)
第二 華北灌溉井之一般概念	(七)
一、華北灌溉井之分佈	(七)
二、灌溉井水之性質	(八)
三、灌溉井之水量	(八)
四、灌溉水井之種類	(九)

目錄

第二編 鑿井總論

第一 地下概述	(六)
一、地下水性質	(六)
二、地下水之水利	(七)
第二 地質土性地勢地形與地下水	(七)
一、地下水之存在及非存在之地質與土性	(七)
二、地勢地形及地下水之存在	(八)
三、地下水之水平及垂直分佈	(八)
第三 鑿井之歷史觀	(九)
一、我國鑿井之沿革	(九)
1 自古至清末	(九)
2 民國以來華北鑿井之狀況	(九)
二、日本及西洋各國鑿井之沿革	(十)
五、華北水井灌溉能力	(二)
六、華北水井掘鑿費及揚水器具費	(三)

第三 華北之地下水……………(四)

一、地下水性質……………(四)

二、地下水與地質土性地形地勢之關係……………(四)

第三編 鑿井工程本論……………(五)

第一 水井利用之得失……………(五)

一、飲料方面……………(五)

二、防火方面……………(五)

三、灌溉方面……………(五)

四、工業方面……………(五)

第二 地下水之探查法及選擇鑿井地點之

注意事項……………(五)

一、地下水之探查……………(五)

二、地下水與地面傾斜地表水等之關係……………(五)

三、地下水與地上乾濕物理現象之關係……………(五)

四、鑿井地點於鑿井前之注意事項……………(五)

第三 鑿井之適當時期及水井維持年限……………(六)

一、鑿井之適當時期……………(六)

二、水井之維持年限……………(六)

第四 水井之分類……………(六)

一、分類表……………(六)

二、水井種類之說明……………(六)

第五 各種井之構造及鑿法……………(六)

一、華北舊式井掘鑿法……………(六)

1 砌磚井……………(六)

A 吊盤法……………(七)

B 搶盤法……………(七)

2 土井……………(七)

3 改良井……………(七)

二、圓筒淺井深井之人工鑿井法……………(七)

1 彈弓錐掘鑿法……………(七)

2 鐵錐掘井法……………(八)

3 自流井掘鑿法……………(八)

三、機器掘鑿法……………(八)

1 標準法	.....	(二〇八)
2 加利弗尼亞式鑿井法	.....	(二二二)
3 空程法	.....	(二四四)
4 旋鑽法(水力法)	.....	(二四四)
5 水射法	.....	(二四四)
四、鑿井之困難及臨時處理方法	.....	(二二九)
1 鑿井具之遺落與打撈	.....	(二二九)
2 地理之困難與其處理方法	.....	(二三三)
第六 各種鑿井所需人工材料費	.....	(三三三)
一、各地別舊式井掘鑿法	.....	(三三三)
1 砌井	.....	(三三三)
2 土井	.....	(三五五)
3 改良井	.....	(三五五)
二、各地舊式水井每眼掘鑿費及每一公尺深平均價格	.....	(三五六)
三、圓筒淺井深井自流井掘鑿費及材料費	.....	(三七七)
第七 揚水設備	.....	(三八六)

第四編 我國鑿井之今後問題

一、汲揚器種別及用途	.....	(三六)
二、各種汲揚器構造及費用	.....	(三九)
三、各種揚水器之揚程	.....	(四三)
第八 鑿井與灌溉	.....	(四四)
第九 鑿泉法	.....	(二六)
一、湧泉之利用價值及我國北部名泉	.....	(二六)
二、湧泉之成因及其種類	.....	(二八)
三、我國固有之探泉法	.....	(二九)
四、掘泉引水之方法	.....	(二九)
第一 華北今後鑿井之問題	.....	(三五)
第二 其他各處今後鑿井問題	.....	(四一)
(附錄) 參考雜誌書籍報告書	.....	(四一)
一覽表	.....	(四一)

鑿井工程

第一編 華北鑿井之必要現况及沿革

第一 華北灌溉鑿井之必要

一、中國歷代天災及旱災之嚴重

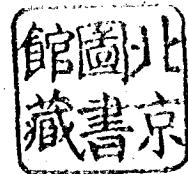
吾國由殷周時代至民國二十六年，亘有數千年之久，其間天然災害不堪計數。在下列中國救荒史所編災害統計表，可知吾國各地歷代天災迭次發生，而尤以旱災多於水災，及其他一切之天災，足證吾國各地氣象及土壤之特殊，並可使吾人對於防旱一事愈益引起注意。

下表所列回數係每發生一次即視作一回，至各種災害之輕重，區域之廣狹，及地域之分布如何，概不計及。

由殷周至民國二十六年天災發生回數統計表

總計	災害發生種類														
	水	旱	蝗	虫	雹	風	雷	流	疫	地	震	雷	雪	凶	作
五、二五八	一、〇五八	一、〇七四	四八二	五五〇	五一八	二六一	七〇五	二〇五	四〇	五	一三	三	五	五	五
100%	20.1	21.4	8	14	9	5	13	3	5	1	3	5	5	5	5

再由中國救荒史內所載第一世紀至第十九世紀間之旱災統計表，可以窺知河北，山東，山西，河南，江蘇之華北各省共佔全



體旱災回數之四九%，而其他十三省始佔全體旱災回數五一%，實不能不令人驚駭。華北旱災之嚴重，在此科學發達之今日，驟不能完全改變氣象自然之通則，但亦能預防災害於萬一，而使凶年不致重演，即有饑饉亦不致如過去歷代之恐慌，人類相食之慘酷狀況。

二、旱災及氣象要素

雨量——水分對於農作物有密切之關係，故雨量之分佈，最為重要。吾國雨量以東南方為多，向西北遞漸減少，最西北至沙漠地帶則小不可言。在長江一帶每年雨量為一、三〇〇公厘，秦嶺及黃河間則為七〇〇—八〇〇公厘，二者相差有如是之鉅。

至每年降雨時期，尤與作物有緊密之關係，華北各地雨量三分之二都於夏季一時降下，春季播種時期常患苦旱，以致土壤甚為乾燥，作物種子不易發芽生育。

華北各地帶雨量及降期表

地 理 上 地 帶	作 物 上 地 帶	降 雨 量 (公 厘) 及 降 期				年 雨 量 (公 厘)
		多 季 (十二 月)	春 季 (三 月)	夏 季 (六 月)	秋 季 (九 月)	
華 北	小 麥 地 帶	九	五〇	二三五	五七	三五二
山 西 省 北 部	春 麥 區	一五	七二	二七二	七三	四三一
河 北 省 西 部 · 山 西 省 中 南 部	冬 麥 粟 區	四五	八一	三八四	八二	五九二
山 東 · 河 北 · 豫 北 東 · 華 北	冬 麥 高 粱 區					

平原及高原雨量表

試觀上列兩表，可知華北雨量都於夏季（六月，七月，八月）降下，且常於短期間或數日內一次豪雨降下，是為華北雨革之缺點。

蒸發—華北各省山空氣之乾燥及旱風之吹揚等原因，以致小麥地帶之華北每年所有蒸發量比水稻地帶之華中，華南過多，同時雨量又少，足為造成華北旱荒之一主要原因。

華北各地蒸發量表

季 別	蒸發量		天	地		
	津	北		京	青	島
多 季 (十二月—二月)	一七八公厘	一三八公厘				
春 季 (三月—五月)	六九九	五六三				
夏 季 (六月—八月)	八四三	六二七				
秋 季 (九月—十一月)	四八〇	五〇四				
全 年	一、七〇〇	一、八三三			一、四九八	

平				地帶	
正	青	北	天	地	名
定	島	京	津	年	雨
四〇八	六二五	六一七	五四二	量	(公厘)
高				地帶	
原	張	鹽	太	地	名
	家 <td>汾 <td>原 <th>年</th> <th>雨</th> </td></td>	汾 <td>原 <th>年</th> <th>雨</th> </td>	原 <th>年</th> <th>雨</th>	年	雨
	口 <td>汾 <td>原 <td>量</td> <td>(公厘)</td> </td></td>	汾 <td>原 <td>量</td> <td>(公厘)</td> </td>	原 <td>量</td> <td>(公厘)</td>	量	(公厘)
				四八八	
				三九二	
				三四四	

前述冬麥高粱區（華北主要省，河北，山東）年雨量爲五九二公厘，冬麥粟區（河北省西部，山西省南部，中部）年雨量爲四三二公厘，又由另表得知平原地帶北京，天津，青島，正定年雨量爲五〇〇、六〇〇公厘，而蒸發量則爲一、四九八、一、八三二、二、二〇〇公厘，可爲年雨量之三、四倍，同時植物作物仍須享受其相當之水分，以致水分缺乏，此實爲華北年苦旱之一件證明記錄。

其他一有關旱災之氣象條件尙多，因不甚重要，茲不贅言，僅提出雨量及蒸發量兩點，其他可推想而知。

三、華北土壤之特殊

華北土壤係由黃土及沖積土層所組成。如詳論之，山西省大部及其他各省之山岳邊緣爲黃土所覆，河南省及河北省大部爲沖積土層所成，山東省農業地域亦爲沖積土層。至於海岸及古河道或低濕地帶多鹼性土壤。

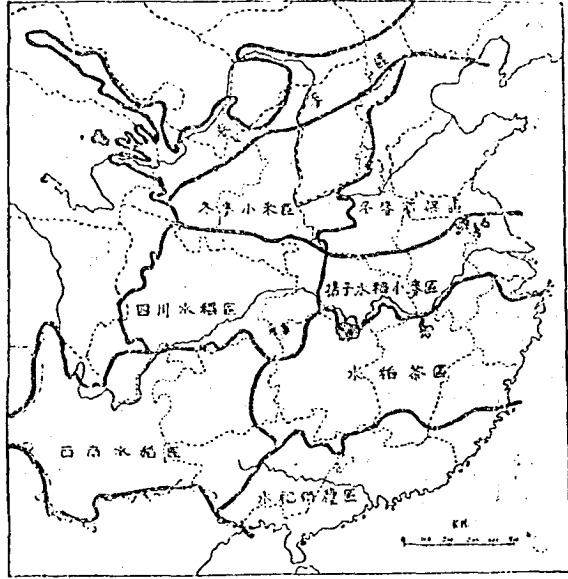
因黃土爲華北主要土壤之一，關係重大，對其性質，不能不稍加研究，以資明瞭土壤及水分之關係，西洋土壤學者理希德芬氏 (V. Richthofen) 云，黃土之成分中無砂礫，爲特別多孔之物質，含有石灰成分，爲黃褐色，因水分之影響，有縱直分離之特性黃土之中爲毛細管所貫穿，毛細管配置之形狀甚似植物之根部。黃土分佈於中國肥沃土壤地帶之大部。又馬加爾氏 (L. Madyar) 云，黃土對於耕作方面，具有特殊之優點，即降雨時期黃土善能吸收雨水及濕氣，此等水分滲入地下，直至地下水面爲止，於乾燥時期由毛細管將地下水層含有之水分（土壤空隙內之水分）及地下水依毛細管作用提之而上，同時黃土內所含各種養分亦隨之而上，以達於作物根部，以資營養作物之全部。故要言之，黃土自身可以造出養分肥料。但必須水分充足，如缺乏水分，則地下水粒周圍之水膜變薄（緊附於土粒而上），於是土粒間造出空隙，毛細管失去連貫，其作用亦因之立時停止，植物養分不能上升，土壤變爲赤褐色，顯示乾燥狀態。

爲充分利用華北土地及改良惡質土壤起見，必須提倡灌溉，此乃爲一般學者共同公認之結論。

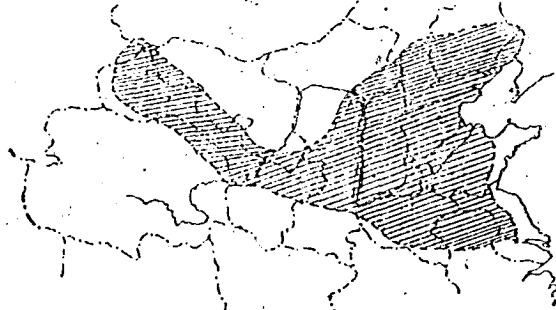
華北各省耕地面積佔全面積之四五%，灌溉地面積佔全耕地面積之五%，其中尤以靠近河川為多，以河水為灌溉之主要水

四、華北土地利用狀況

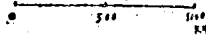
中國農業地區圖



原書者 Beck, J. L.
(根據中國土地調查地圖集)



中國黃土分布圖



源，而鑿泉又爲地域所限，共無河無泉地方仍無救旱防旱之良法。

對於鹼地，荒地不能施以土地改良，及開墾。即已耕地之農作豐凶亦多受天然之支配，每年收量不能確保，故救旱防旱實爲華北食糧增產及解決農村之一重要關鍵。

華北各省耕地及灌溉面積統計表

省別	總面積 (畝)	耕地面積 (畝)	耕地佔總面積 %		灌溉地		未灌溉地	
			面積	%	面積 (畝)	佔耕地%	面積 (畝)	佔耕地%
河北	32,710,000	10,850,000	33	33	8,250,000	76	26,460,000	81
山東	30,180,000	11,650,000	39	39	3,250,000	28	10,400,000	34
山西	32,250,000	6,500,000	20	20	3,600,000	55	28,650,000	89
豫北	7,929,800	5,950,000	75	75	2,150,000	27	5,779,800	73
蘇北	5,650,500	3,180,000	56	56	2,500,000	78	3,130,000	55
合計								

五、灌溉鑿井之必要

華北雖有廣大面積，但因人口過多，故屢感食糧之不足，以致近年對於食糧增產方面，積極設計，一般農學者及水利學者咸謂施肥，種子消毒，土地改良（灌溉）及鑿井（灌溉）等計劃爲增產之良策。茲列記各種增產方法對於農作物增產收量之關係如下。

作物種類	每畝收量 (斤)	灌溉增收		種子消費增收		施肥增收	
		斤	%	斤	%	斤	%
小麥	九二	七九	八五	九三	二〇	三五·五	二
粟	二〇	三四	五〇	二六·三	一五		
高粱	二〇	三四	五〇	二〇·八	一〇		

由上列之表可以窺知因灌溉設施能增收三〇~八五%之收量。於大旱之年，如有灌溉設備，亦可豐收，即或歉收，亦不致顆粒毫無，如無灌溉設施則將顆粒毫無，於歷代多有證明之記錄。華北河川雖分布於各省，但因降雨量及降期之不均，以致旱時河內涸乾，難以應用，夏季雨水多時，河水又漲，求其有灌田之利，莫若期其減免水害，鑿泉又因地域之所限，不易普遍，今日惟有向鑿井一途發展，目前可以應急，可以立見功效。

於一般河川水利事業之完全計劃尚未竣工，普遍灌溉以前，利用地下水之「鑿井」事業仍不失為華北食糧增產之一應急良策。

第二 華北灌溉井之一般概念

一、灌溉井之分布

水井可分為飲料用及灌溉用二種。飲料用水井不問各地情形，土質，水量，水層深淺如何，各地均須掘鑿。但灌溉用水井則不然，水量必須豐富，水質必須良好。非按地質，土壤，氣象等學理推定地下水最豐富地帶不可，通常地下水源最豐富處為山麓扇形沖積地帶，華北亦不能超出斯項定論。在此種地帶（如京漢沿線）內不但水量豐富，而且水質亦良，今後華北對

於此等扇形沖積地帶頗有增設水井之可能性，至於平原部份就已有水井分布狀況論之，其分布度則太少，且水質又惡，水量亦不豐富，簡而言之，可謂缺乏灌溉用水之標準資格，將來之發展希望甚微也。查華北利用各種水源之灌溉面積佔耕地面積之五%，其利用井水灌溉之耕地面積百分率當更少，足見實有大規模普遍整井之必要。

二、灌溉井水之性質

如就華北灌溉井水之性質嚴格言之，雖於同一地方其良否亦參雜不一。但就大體論，如按地方區別之，平原部以滄縣，德縣，臨清，禹城，平原，齊河等處為惡質地帶。泰安，臨城，徐州等處為中等質地帶，北京，濟南，明水，張店，保定，石門等處為良質地帶。

如就鐵路線言之，於津浦路線滄縣以南，禹城以北，為特別惡質地。山晏城附近漸現良好。濟南，簡山為最良質地。泰安附近稍漸變惡，於徐州及濟寧等處又顯良好。濟南雖為名泉地方，但泉水以外之大部井水並不甚良好。膠濟線之龍山附近漸惡，明水以東為良質地，且多良質之湧水，泉水。周村及張店附近特別為灌溉用水井之適宜地帶。北京四郊附近一帶大致良好。山西省石太線及同蒲線之高原地帶多良質，低窪盆地則多不良質。京山線除天津，蘆台等鹼性地帶外，唐山，昌黎為適當良質井水地帶。

三、灌溉井之水量

水井之水量簡而言之，即指湧水量而言，湧水量至一定限度止，與汲水量成比例。故就一井言之，至一定限度止，如汲水量大，則其湧水量亦隨之而大。即灌溉井內水量之多少，乃依此湧水量之限度而決定。揚水前水深之深淺似對於水量之豐富與否無甚重要關係。

茲列記各主要地方之灌溉用淺井狀況如左。

津浦沿線（德縣，濟南間）民國二十九年五月調查，

水位（由地面至水面）四、五公尺，

水深（水面至井底）一公尺，

津浦沿線（濟南，徐州間）民國二十九年十月調查，

水位 三、四公尺，

水深 二、三公尺，

京漢線（保定，石門，彰德）民國三十年三月調查，

水位 五公尺，

水深 二、五公尺，

湧水量之多少，係依含水層中水流之速度及含水層土質而決定，其含水層之透水性大時，水之流動速度亦隨之而大。一般以砂礫層之存在為水井必要之條件。

今試比較一般水量不豐富之濟南附近土壤及水量豐富之京漢沿線各地土壤之透水度數如左：

地 名 透水度數（滲透度係數）

濟南華北農場支場 〇・〇〇〇八二 Cm/Sec

石門華北農場支場 〇・〇〇〇六〇 Cm/Sec

保定華北農場圃場 〇・〇〇〇四一五 Cm/Sec

辛集華北農場棉花圃場 〇・〇〇〇三五〇 Cm/Sec

鑿井工程

濟南華北農場水井，揚水前水深二公尺，每分鐘以水車揚水一〇〇公升（L）八小時後，只剩〇·五公尺，如再淺，即不能使用水車揚水，故此種水量之水井，每分鐘揚水僅以一〇〇公升為限度而已。保定華北農場開場水井，每分鐘揚水一八〇公升，以水車揚水約一小時後，水位仍無變化，即湧水量汲水量保持平衡狀態，水深尚餘一公尺以上，仍可繼續揚水。石門市四郊附近之轆轤井，水斗子（柳罐）四個，每分鐘以一八〇公升之汲水量揚之，二小時後，僅見水位低下一公尺，以後水位並無何變化，即表示此井對於每分鐘以一八〇公升揚水量，有充分湧水量之供給。由上述之透水度數觀之，亦可以表示出濟南附近之透水度數〇·〇〇〇〇八二 Cm/Sec 不過為保定、石門附近土壤透水度數〇·〇〇〇六〇〇 Cm/Sec 〇·〇〇〇四一五 Cm/Sec 之六七分之二而已。

四、灌溉水井之種類

普通就工程之難易可以區分為深井及淺井二種，淺於三〇公尺者為淺井，深於三〇公尺者為深井。深井在華北各地常深達岩盤，約深至一〇〇公尺或尤在其以上，例如京漢沿線各地。

地名

深井深度（民國三十年四月調查）

定縣車站附近	七七·五公尺
石門車站附近	六〇·〇
石門電燈廠附近	六六·〇
保定車站附近	一〇〇·〇
高碑店車站附近	八〇·〇

但華北深井之用於灌溉者尚少。雖經各方提倡，惟以掘鑿費過鉅，不能任意掘鑿，近年華北農事試驗場漸設有深井，試行

灌溉工作。至於鐵路車站，各地發電廠及紡織工場等地帶多以深井爲用水之水源。普通一般農民常鑿淺井以灌溉，即利用於地中極上部層有滲透水形態之水，亦即由毛細管現象能自由運動之水以及連續之地下水爲水井之水源，深約數公尺至十數公尺，因地域及土質情形而有深淺不同。

五、華北水井灌溉能力

水井之灌溉能力非絕對的，乃由水井之湧水量與汲水量之比較如何而決定。由此及灌溉用水量可以推算灌溉水井一眼之支配面積畝數，即灌溉能力。

前節所述，可知津浦路線各水井，不但水質不良，而且水量之供給亦感不甚充足，對於小麥，棉花不能於旱時供以相當之水量，故其灌溉能力極爲低小。

現在以灌溉小麥爲對象而論之，前述濟南華北農場之水井，一回灌溉水深如以三〇公厘爲標準，每分鐘汲水量一〇〇公升，一日八小時約可灌二·五華畝，折合二六公畝。

$$\left(\frac{100 \times 60 \times 8}{1000} \right) \text{m}^3 + 0.03 \text{m} = 1600 \text{m}^3$$

$$1600 \text{m}^3 \div 100 \text{m}^2 = 16 \text{公畝}$$

$$16 \times 0.15 = 2.4 \text{華畝 (即約2.53華畝)}$$

播種時及結凍前之灌溉次數較少，有時只需一·二次，故可以擇要灌水。但春季播種後（由發芽以至生長抽穗止）須按序

輸流灌水，假定灌溉期間以一〇〇日計，其間約需灌七次，即每隔一四日一回，如一井每日灌溉二·五華畝，一四日可以灌溉三五華畝。

$$14 \times 2.5 = 35 \text{ 畝}$$

如以保定，石門汲水量計之，一井可灌（支配）面積為六〇餘華畝。

$$\left(\frac{180 \times 60 \times 8}{1000} \right) \text{ m}^3 + 0.08 \text{ m} = 2880 \text{ m}^3$$

$$2880 \text{ m}^3 - 100 \text{ m}^3 = 2880 \text{ are (公畝)}$$

$$2880 \times 0.15 = 432 \text{ 華畝}$$

} 一日灌溉面積

$$43 \times 14 = 602 \text{ 畝 (一井可支配面積)}$$

灌溉所要求水量乃由土壤之物理的性質，天氣狀態，植物生理上關係以及作物需水量等而決定。上述之灌溉深度三〇公厘，七次，乃為濟甯附近之一例，並非有學術上之根據，不過為濟甯多年之習慣，但大致尚可視為恰當。

石門附近每回灌水深度約五〇公厘，蓋因該地帶土壤滲透性過大，損失水量亦多。故一回灌溉水量亦隨之而多。但作物全部生長期間之灌溉回數及一回灌溉水量之關係甚為複雜，如以每種農作物之全部灌溉水量假作一定數目視之，則保水力強之濟南地方土壤一回之灌溉水量宜多，惟回數應當減少。石門附近土壤一回之灌溉水量應少，回數宜多。

華北農村水井之灌溉，向無固定設備之水路組織。惟依臨時所築之土水路，或沿畦溝中間施行導水，其損失之水量特別

大，而實際灌溉之水量遠及作物者並不多。華北各地普通水量豐富之地方，一回之灌溉水量及其回數均現過多之傾向。導水路中水量之損失甚大，濟南華北農場支場測定之結果，於一三〇公尺導水中約失全水量之十分之三，於二五〇公尺導水中約失全水量十分之六。故水井與其灌溉田地之位置頗有密切關係。上述一眼井灌溉面積雖為三〇畝或六〇畝，但並未計及此項導水路中之損失。通常以揚水量之二〇%視作損失量。換言之，實際可能用作灌溉水量不過估揚水量之八〇%而已。

要言之，華北各地灌溉水井每眼灌溉能力（支配畝數），普通平均為二〇~四〇華畝（約合一二〇~二五〇公畝），根據斯項標準數字可以推算豫定面積內應掘若干井方能普遍灌溉，或就已掘之井眼數可以算出其全體灌溉之面積及效果。

六、華北水井掘鑿費及揚水器具費

用費一項，本與其他物價有連帶昇降關係，每年不能固定，僅就最近數年來價格略述如下。普通灌溉方面之水井分為大井，小井。大井為以畜力轉動之水車或二人以上工作之轆轤而揚水，井口直徑為一·五〇~二·五〇公尺。小井為以轆轤一人揚水，井口直徑在一公尺以內。按民國二十九年調查，大井每眼之掘鑿費在山東省三〇縣平均為四九〇元，小井在五〇縣平均為二九〇元。民國卅年四月石門附近調查掘鑿費狀況如下。

口徑（公尺）

每眼掘鑿費

一、五〇

三〇〇元

一、八〇

四三五

二、四〇

五五五

要言之，按民國廿九，卅兩年之調查每眼井掘鑿費，人工材料一切在內，每眼小井需三〇〇元左右，每眼大井需五〇〇~六〇〇元，不過物價工價日漸昂貴，全部掘鑿費亦隨之而騰貴，惟各種掘井所要勞力，材料數量，大致為不變之數，另於工

程方面詳細記述。至於揚水器具之費用，更因價格易於變動，年年不同，茲將以前價格略記如下：

用費	調查時期	調查地			調查年月
		東	鹿	石門	
揚水器具	木製	三六九元	五〇七元	四八〇元	東鹿——民國三十年九月 石門——民國廿九年九月
	鐵製	五〇七	七〇三	—	
水車	鐵製	—	—	—	石門——民國三十年四月
轆轤(鐵製全)	—	一〇	三〇	二五	—

觀上表可知揚水器具費之大概，水車每架平均四〇〇~五〇〇元，轆轤全套每架在三〇元左右。惟三十二年春揚水器具(水車)一台已騰貴至一、〇〇〇元左右。現以資材缺乏，除由政府增產機關所配給者外，則甚昂貴，並不易購到。

總之，促進灌溉用水井易於掘鑿之方法，不外考慮左列之公式，務使掘鑿費廉，(材料堅固，數量少，價廉，深度宜淺)揚水機具費少(費廉，堅固，耐久使用)及揚水勞力費不多，始能獲得預期之增產效果及利益，其所灌溉之作物尤須以貴重農作物為相宜，如棉花，蔬菜，小麥，蠶桑等為最有利，其他一般雜穀則次之。

每畝投資總數——每年每畝水井掘鑿費——每年每畝揚水機具費——每年每畝揚水勞力費——

作物之收益 $\left(\frac{\text{即 1 井 掘 鑿 費}}{\text{維持年限} \times \text{支配畝數}} \right) \left(\frac{\text{即 1 井 揚 水 機 具 費}}{\text{維持年限} \times \text{支配畝數}} \right)$

其他支出費 = 致………因有餘利、易於提倡掘鑿。
 應………因無餘利、不易提倡掘鑿。
 (未鑿井以前之原有生產費)

第三 鑿井之歷史觀

一、我國鑿井之沿革

1. 自上古至清末

鑿井之術，吾國發明最早。按周書云，「黃帝穿井」。又世本云「益伯作井」。堯民鑿井而飲，湯旱伊尹教民田頭鑿井以灌田。蓋華夏建國，始自黃河上游，其地高亢年年苦旱，自古卽行鑿井，以資利用地下水而灌田，蓋亦時勢有所使然。以後歷代對於鑿井之方，砌井之法，以及汲水之器，迭有發明。

中國普通鑿井之法，有鑽穿式者，與現在西法之揭鑿法相似，爲利用竹木之彈力，以司錘鉞之升降者，法極簡便，惟其起原則不可考。如四川之火井，鹽井，始自漢代以前，工程素稱艱難，其法以纏轆司木椿之升降，椿下連結鐵柱，柱下有銅盤，下附利刃，可以搥擊碎石，並於泥沙入筒後，又可拂之以出井外，恒能鑿深至三、六〇〇尺（一、二〇〇公尺），至加拿大之木桿鑿井機與此略同。

豫章記內載有「厭原山有洪井，飛流懸注，其深無度」，典略內載「浪井不鑿自成」，考洪井浪井想均爲吾國古代自流井之名稱。

明季上海徐光啓先生，對於西洋學術善能採取其長，農田水利及鑿井各事頗多發明與著作，茲引錄徐氏所著「旱田用水疏」之記載如下。

作原者，井也。作滌者，池塘水庫也。高山平原，與水遠行，澤所不至，開滌無施其力，故以人力作之，井井及泉，猶夫泉也。爲池塘水庫，受雨雪之水，而滌焉，猶夫滌也。高山平原水利之所窮也。惟井可以救之。池塘水庫，皆井之屬，故易

井之象，稱井養而不窮也。作之之法有五：

其一，實地高無水，掘深數尺而得水者，爲池塘以蓄雨雪之水，而車升之。此山原所通用，江南海墟，數十畝一環池，深丈以上，圩小而水多者，良田也。

其二，池塘無水脈，而乾者，築底椎泥以實之。

其三，掘土數丈以上而得水者，爲井以汲之，此法北土甚多；特以灌畦種菜。近河南及真定（今正定，石門一帶）諸府，大作井以灌田，旱年甚獲其利，宜廣推行之也。井有石井，磚井，木井，柳井，葦井，竹井，土井，則視土脈之虛實縱橫及地產所有也。其起法有桔槔，有轆轤，有龍頭木斗（水車），有恒升筒（唧水筒），用人畜，高山曠野或用風輪也。

其四，井深數丈以上，難汲而易竭者，爲水庫以蓄雨雪之水。他方之井，深不過一、二丈。秦晉阪土上上，則有深數十丈者，亦有掘深而得鹹水者。其爲池塘，爲淺井，亦築土椎泥，而水留不久，不若水庫之涓涓不漏，千百年不涸也。

其五，實地之曠者，與其力不能多爲井，爲水庫者，望幸於雨，則款多而稔少，宜令其人多種木，種木者，用水不多，灌溉爲易，水，旱，蝗不能全傷之。既成之後，或取菜，或取藥，或取材，或取藥，不得已而擇取其落葉根皮，聊可延旦夕之命，雖復荒歲，民尤戀此，不忍遽去也。語云「木奴千，無凶年」。

徐氏復研究水法三種，均具簡單科學意義，擇錄之如下：

(a) 高地作井，審泉源所在之法，曰氣試，盤試，缶試，火試。

(b) 鑿井之法，曰擇地，量深淺，避地氣，察泉脈，澄水。

(c) 試水質美惡，辨水質高下之法，曰煮試，日試，味試，稱試，紙帛試。

至於汲引之法，昔日掬水而飲，禮記所謂汗尊而杯飲者也。次則漸知利用簡單機械，如輓缶，桔槔，轆轤，龍骨木斗，至於唧水筒之應用，則較爲最近之事也。

清康熙帝三度經過大沙漠地帶往往車馬斷時，以漢內無水會載水以行，後詔令沿途掘井，成有數百眼，於清代一統輿圖上可以尋得由北京赴新疆大道兩側井字者均爲當日所掘之井。後如清代李光地於請修直隸水利疏內曾載有「北方土性往往苦旱，然麥穀黍豆之類，原屬旱種，稍得澆灌便獲收穫，非若南方純賴稻田，必日日浸潤者比也。直隸泉源甚衆，隨處可以通溝灌田，若近河鄉地，則又可築壩逼水，引渠廣溉，至於無泉無河之處，勒令民間鑿井，亦足以濟水利之窮」，可見歷代對於鑿井灌田一事未曾忽視。

自清末，海禁大開，吾國士民漸用西洋新法，購置機械，以資鑿井及灌溉。然除舶來品外，吾國在鑿井之術與器械方面，近年則罕有進步，是則攸賴吾輩後學者之深自惕勵振作者也，尤其對國內廣大荒原沙漠地帶更當研究掘鑿井眼謀改良之方策，以期完成名實俱符之地大物博，物阜天國。

2. 民國以來華北鑿井之狀況

自民國以來，迭遇旱災，各地對於灌溉用水井日感重要，尤其華北各省如冀，晉，察，綏，四省有與辦水利獎勵鑿井之條例，該條例明定對於破壞水利者懲戒之，對於各地鑿井提倡者獎勵之，並規定種種優待之辦法。民國十八年華北水利委員會會舉辦灌溉講習會亦以鑿井爲主要課程而教授，再如河北省有農田水利委員會之組織，專爲講求貸款，援助鑿井鑿泉，最近又有鑿井增產獎賞之辦法。山東，河南，山西等省省會鑿井訓練班及鑿井隊之組織，官方盡力援助勞力及各種工具，井主只出少量材料，以資援助貧賤，可證各省努力設法促進鑿井灌田之事業，以致各地井數與歲俱增，事變前各地教會亦多以鑿井爲傳教真諦之一，如山東教會有遊行鑿井班之組織，自此次事變後，政府對於農村產業開發，愈益注意，華北每年由政府出大批資金援助地方鑿井之事業。如民國二十九年由棉產改進會主辦各省棉區之鑿井計畫，計會鑿有三千餘眼，每大井貸以三百元，小井貸以百五十元，期爲四年，分期還清。民國三十一年政府爲行豫防旱災及緊急增產起見，又行鑿井補助之舉，由政府撥發鉅款，每井助以五十元、煤二噸，於該年度內完成水井二十萬眼，以棉花及小麥之主產地，及水質良好，鑿井容易

整井工程

地帶爲主要分配之重點地區、按地區別列記所整眼數如左。

邯鄲彰德	石門地區	保定地區	天津地區	北京地區	地區	已整眼數
四五、〇〇〇	六〇、〇〇〇	二〇、〇〇〇	三〇〇〇	二、〇〇〇	山東地區	三五、〇〇〇
					開封地區	一五、〇〇〇
					山西地區	一五、〇〇〇
					其他	五、〇〇〇
					合計	二〇〇、〇〇〇

民國三十二年度，政府仍繼續三十一年度施行獎勵大批整井，共計整三十萬眼，大井十萬眼，小井二十萬眼，除小井一眼助成二五元大井一眼助成五〇圓外，尙以低利對大一眼貸給二〇〇元，對小井一眼貸給一〇〇元，並按低利貸資，以備購置揚水機（水車），對一台貸給五〇〇元，且對於揚水用畜每一頭撥給助成金一〇〇元，三十二年度係根據三十一年度整井之經驗，樹立計畫樹整以下各地水井：

石門	保定	北京	同上	天津	（河北省）	小井	大井
一〇、〇〇〇	二、〇〇〇	二、〇〇〇	一、五〇〇	一、五〇〇		井	井
					山東省		
					（山東省）		
					小井	大井	
					井	井	
					四、七〇〇	七、〇〇〇	
					三、〇〇〇	一、〇〇〇	
					一、〇〇〇	三、〇〇〇	
					五、〇〇〇	三、〇〇〇	
					計	三七、〇〇〇	
					德縣	一、〇〇〇	
					邯鄲	三、〇〇〇	
					順德	七、〇〇〇	
					東臨	四、七〇〇	

武定	三〇〇	運城	五、〇〇〇
晉州	一、九〇〇	雁門	二、八〇〇
萊州	一、九〇〇	楊泉	一、二〇〇
曹州	二、九〇〇	計	二〇、〇〇〇
兗濟	八、二〇〇	(河南省)	
泰安	六〇〇	小井	大井
濟南	三、〇〇〇	開封	一、二〇〇眼
沂州	一〇〇	歸德	一、〇〇〇
登州	六、四〇〇	新鄉	一、〇〇〇
青島	二五〇	計	六、〇〇〇
計	二〇、〇〇〇	合	
(山西省)		計(西北、山東、河南)	
小井	三〇、二五〇	大井	九、四五〇眼
大井	四、〇〇〇眼	小井	一五七、〇〇〇
臨汾	五、五〇〇	豫備	四三、〇〇〇
總計		小井	二〇〇、〇〇〇眼
		大井	一〇〇、〇〇〇眼

尙獎勵購置揚水機(水車)一〇、〇〇〇台及補助購買揚水用畜二、〇〇〇匹

民國三十三年整井計畫則僅集中於重點縣，以期易於達成增產目的，並爲節省資材人力計，努力改修原有水井，並對於深層自流井亦開始實行掘鑿，以期獲得豐富之水量，計畫掘大井二八、〇〇〇眼，小井三二、〇〇〇眼，改修既設井一〇〇、

○○○眼，自流井三○○眼，並斡旋購置揚水機水車一萬台，對於大井，小井之助成金額均較三十二年增多，大井助成一○○元，小井助成五○○元，貸款亦比三十二年增多三、四倍，對大井貸九○○元，對小井及改修井貸三○○元，尤有注目者，對於自流井每眼助成七、○○○元。對於揚水機每台貸款一、○○○元，亦比三十二年增多一倍，蓋以物價工價均已昂貴矣。

至於各省灌溉水井眼數分佈狀況，則以河北省京漢沿線之石門，保定一帶，山東省泰安、章邱附近，山西省南部同蒲沿線及上黨道潞安一帶為多。河南省北部漸少，至河南東部及江蘇北部利用井水灌溉者則甚少。關於河北，山東，山西各省灌溉用水井分佈之詳細狀況，宜參考後列附圖（民國三十一年）至於河南北部，東部，及江蘇北部一帶，因水井甚少，無關重要，故從略。

現在華北對於鑿井事業，由政府撥款，各機關團體如農務總署，棉產改進會，華北交通公司，及華北合作事業總會等處施行指導推進鑿井工作，如今後於華北能成立一專辦鑿井之機關，使其積極實施各地鑿井計畫及訓練鑿井基本技術人員，則今後之增產希望更不可限量也。

至於鑿井機關，於實施各項鑿井計畫時，更應與一般河川水利機關採取密切連絡，以免遺漏重複，再以物價日昂，今後由政府撥款補助鑿井，莫如設法配給相當之資材及機具，並由政府分派鑿井技術指導人員赴各處實地指導，以期收事半功倍之效果。

茲根據各種資料將華北不易鑿井地點列記於後，以作今後研究鑿井人士之參考。

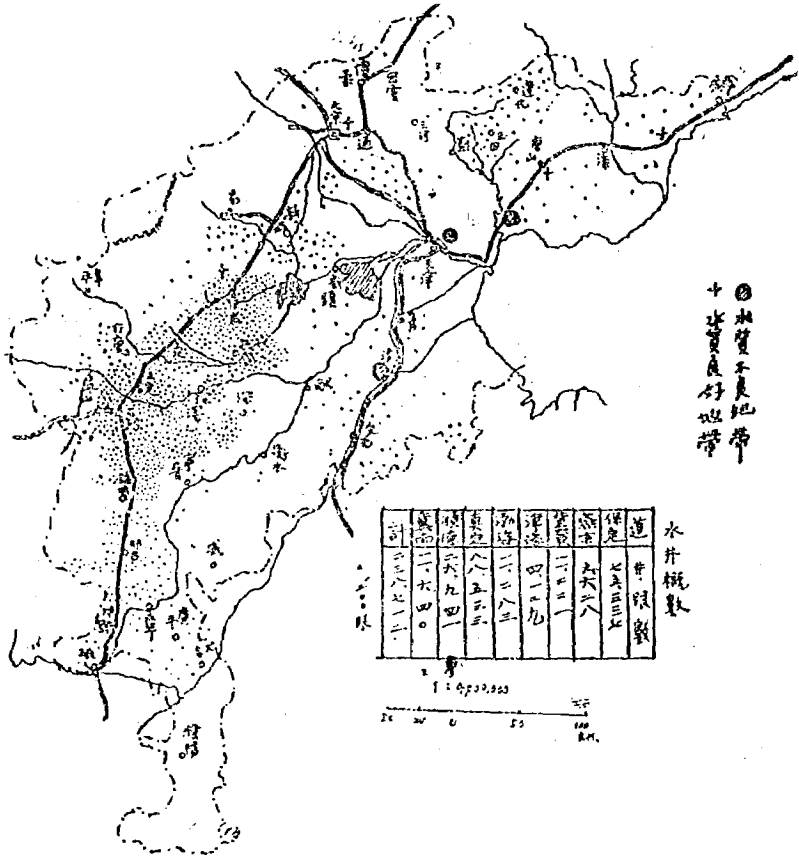
該等地區莊村住民常赴數里或數十里外汲水載之以歸，而為飲料。

河北省 寶坻縣東南鄉，（黃莊鎮、爾莊鎮）

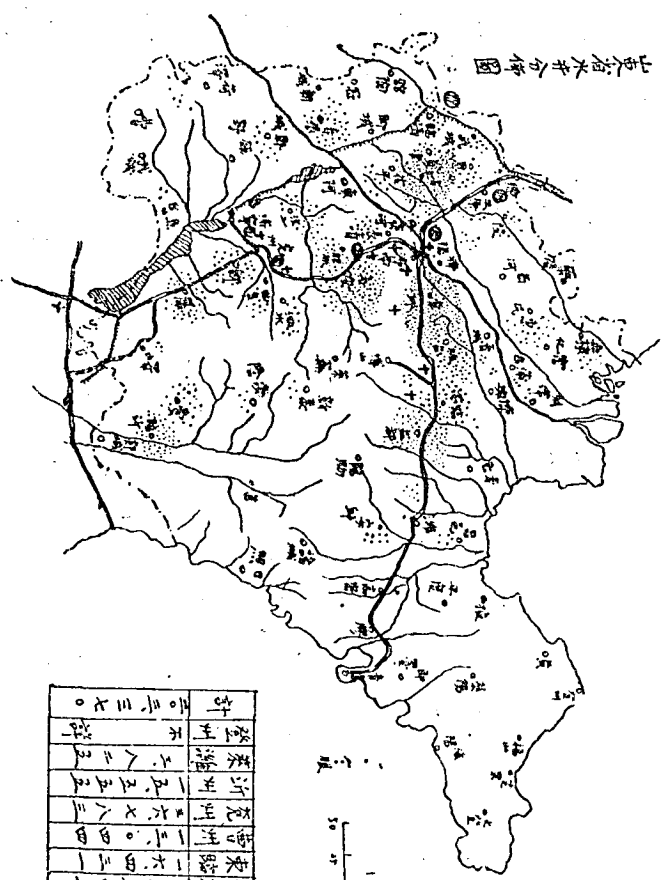
曲陽縣北十五里 東泉水頭村，西北二十五里，上河村，石嶺村

易縣西南八十里 景家莊，石板山

河北省水井分佈圖



中南省水井分佈圖

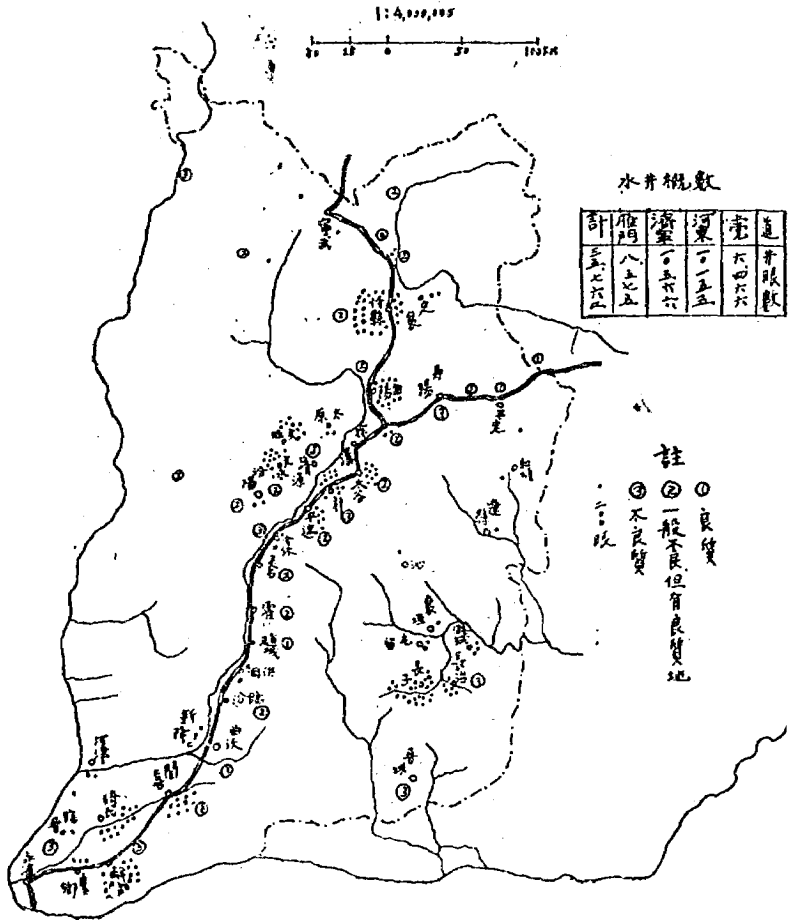


總計	2,370
鹽州	2
秦州	25
沂州	55
兗州	83
曹州	104
東鎮	131
青州	143
武定	128
濰縣	170
濱州	141
總計	2,370

水井概數

- ① 鹽鹼不良地帶
- ② 十餘度良好地帶
- ③ 中平地帶

山西省水井分布圖



鑿井工程

二四

交河縣南十二里 建福鎮

涇源縣北十五里 金家莊

完縣 西百里 大嶺後，

沙流河 北魯峪，

密雲縣南二十五里西邵渠莊，

山東省 鄒縣南四十五里沃里村

廣饒縣辛鎮 牛家莊

濟南 南山

山西省 晉北神池縣附近

上黨道壘關縣城附近

二、日本及西洋各國鑿井之沿革

日本水井最初亦爲利用人力，畜力，今日則多改用抽水機及噴水筒而汲水，其掘鑿方法最初爲普通手掘井方法，近代多行管井掘鑿法又名上總掘，又自流井於日本名自噴井或掘拔井戶，此三種統稱之爲鑿井工程，此外尚有橫井工程，則爲利用集水渠收集同層之地下水，以富水源，近來日本鑿井技術家在滿洲南部又發明一種滿洲水井掘鑿法，對於地下水位一〇公尺左右之地帶，甚爲適當，卽利用鑿井及橫井兩工程之特長，同時並行，以充水源，並費用不多，良可採取也。

至於西洋鑿井始自埃及，埃及最古之建築爲金字塔，（傳云爲埃及先王墓陵），迄今塔之周圍，猶有古井之遺跡。蓋此乃爲前代修塔時之所用者也。例如開羅之約瑟井，掘鑿於岩石之中，深達二九七呎（九〇公尺）工程艱鉅，足可表現埃及民族

建築技術之偉大。

繼埃及文化而興者爲希臘與羅馬，其掘井工程歷史家恒盛道之，古時希臘之武力及交通，曾經達到亞塞利亞、波斯、及印度一帶，至今其地仍可尋得古時鑿井之遺蹟。

其後法國阿爾脫地方，首先開創自流井，西名爲 Artesian well，亦即以地名而稱井之名也。一八四一年巴黎近郊格命耐爾之自流井又行告成，深約一、七八九呎（五四四公尺），下及巨泉，湧水噴出地面數尺，水流成一曲線，故當時特名此泉爲曲泉，自是以後，各工程家引起鑿井技術之注意，又研究出採取墜落井內及損壞於井內機件之方法。

後又鑿巴塞自流井，深一、九三二呎（五八三公尺），及拉沙帕爾巨井，深一、〇〇〇呎（三〇〇公尺），僅鑿井之整重凡四噸（四、〇〇〇公斤）用汽機運用，每分鐘可行二十擊，亦足證當時工程之偉觀也。

繼法國之後，英德等國對於鑿井亦漸注意，英國於建國之初，多依歐洲舊法，於十九世紀末，開發石油礦之風盛興，於是穿鑿深井之技術乃與歐洲同時有極顯著之進步。彼時本雪泥亞洲之油井，曾鑿深至二、〇〇〇—四、〇〇〇呎（六〇〇—一、二〇〇公尺），又一八六一年於石油谷之深井曾鑿深至二、一三〇呎（六五〇公尺），自是而後，自流井愈益顯示發達。美國最初爲普通木砌井，法基簡陋。一八四九年經包勒氏 (Jesse N. Boller) 及耐特氏 (Kathel) 兩人發明之後，始利用機械鑿井。一八七五年美國中部及西部漸用管井，以代木砌之井。

一八六一年格林氏 (Green) 發明擊管鑿井法。一八六五年亞當氏 (J. J. W. Adams) 發明用鑽鑿井法。一八八四年維爾氏 (W. C. Wells) 發明水射法。一八五七年包勒氏又行發明鑽管砌井之法，別名自淨法或水力法，其後改一種爲標準法，一種爲水力旋鑽法。初用人力、畜力，今日則多用電力或汽機發動焉。

第二編 鑿井總論

第一 地下水概述

一、地下水性質

地表以下存在之水，總稱之爲地下水。地下水大部爲由地表所滲透之水，其一部直接爲降水之滲透，其他爲河川、湖沼、海洋等地表水所滲透者，地下水存於土粒之間，常受土粒及地溫種種關係之影響，以致地下水各種性質，受其周圍環境所支配茲將地下水一般性質列下：

A 溫度 地下水之溫度略依地質之性質，容水盤厚薄廣袤縱橫，水面被覆狀態，流速，地表水隣接狀況及海面上高度等而有差異。普通井水之溫度在 $F. 50-75$ ($C. 10-22$)，或低於此，或間有高過百度 ($C. 35$) 以上者。但深於地表以下二〇公尺，漸近定溫層，年中變化則甚少矣。

B 成分 普通地下水均有兩種雜質，一爲浮懸者，如黏土，腐葉，及微菌等是。一爲溶解者，以鹽質爲多，大部分均自岩層，或土壤中溶解所來者也。故所含鹽質之種類及數量隨地下水流經過之情形而異。大抵流經長石層內者，則多含鹼質，海岸地下水多含鹽質，對於灌溉以不超過一、〇〇〇分之三爲度。飲料以在一公升內不超過二五〇 mg 爲度，於其等量之點連結之，可成爲等鹽線。至於經行石灰石層中者，則多含鈣與鎂之化合物，經行堅石層或黏土層者，則多含化鐵及鉛與矽之化合物也。至於等量含鐵之點連成一線曰等鐵線。地下水之成分如此不同，故對於應用之時，須經詳慎之檢查。

C 色味 本本無色味，有之則由所含動植物之雜質所致也。尋常水內之鈣鎂矽及養化鐵等

海層地層以不淨之水存在其處水質多有不良之成分

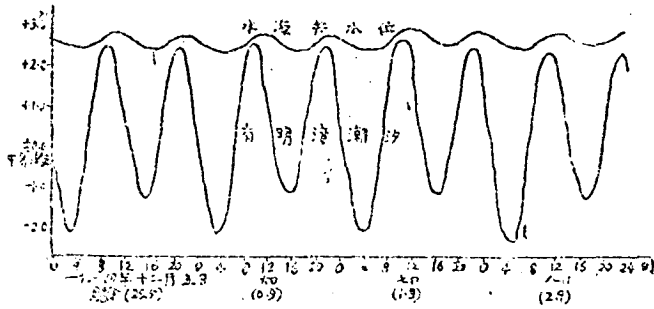


化合物、如過多，則其味澀，有硫質者，則臭惡，且易侵蝕鋼鐵器物，不宜於用。至於飲料用水井以遠離廁所一五〇尺爲標準，且以深掘爲宜，只少亦須深於三〇尺方爲適宜。（節錄民國十七年內政部頒發之市政綱要）

二、地下水之水利

1 水位

地下水位有甚深者，有甚淺者。但均互相連結，有如地表水之河川，湖沼，海洋之相通，故由鑿井之揚水不過使井內地下水位一時減低，如揚水量於一定限度內揚之，即使減低水位，片時亦即能恢復原有水位，決不致永遠涸竭，至於恢復時間之長短，則須視附近土層之滲透性與不滲透性等影響之如何而決定。於青島附近城陽試驗場圍測驗之結果，井內水深一・〇〇—二・三〇公尺，其水位恢復時間爲三〇—七〇分，平均需五〇分，由地下水湧出恢復時間之長短及井筒容積之關係可算出水井每分秒之湧出量。但地下水所通過之主層因抵抗不同，以致比較地表水之變化甚大，地下水常因不滲透層之存在及河川之經過，而有分水嶺之生出。地下水又常因毛細管作用，可以升高水位，故地下水位之坡度不如地表水者之大致平行，地下水有高低不同之水位，且常因降水及蒸發引起水位變化，但不若地表水位變化之敏捷，因土粒滲入多費時日，或經過一個月以上始有影響，故地下水位曲線之最高最低點，較降雨量之最高最低點爲遲。有時受氣壓之影響，於氣壓高時，水位低，氣壓低時，水位高，故水井變化激烈時，可以徵候天時之陰晴。又於海岸潮水之漲落時，亦易引起地下水位之變化，但地下水最高位稍遲於滿潮，地下水最低位稍遲於干潮。



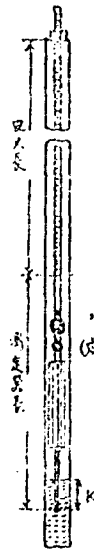
日本大阪府市上水道水源第一汲井之地下水水位及海潮之干潮

帶木氏水位測器
(C. Schenk)

帶木氏地下水計
(Stochel)



- 浮球兩粒
- 貯水筒



水位計
(此尺每刻定為一尺)



地下水及河水之剖面圖

對於季節關係，於冬季變化小，夏季變化大，一般在低溼地帶及河川沿岸地下水位高，故河水之漲高與乾涸，能直接影響地下水位之變化，至於高原，台地或山麓則地下水多在深層。水位測試之法，普通用木管、陶管、鐵管、洋灰管挿埋於地下水面，以尺度或標識而測其深。至於精確水位計如蘭克 (Rank) 水位計、有鳴鈴及白蠟塗抹裝置，他如蒂木氏 (G. Thiem) 水位計、斯透克 (Stocker) 水位計及錘式水位計，種類繁多，不勝枚舉。

2 地下水流速

地下水流速常常亦可應用地表
 低處，但其關係定律，如流速與

反比例，與地下水坡度及溫度強

度可用鑽孔測定之，並可知地下水水位及水溫以及石砂密

(Slichter) 測驗結果，慢者每日〇·九五公尺，速者一七·三八公尺，平均以一·三公尺為最普通。

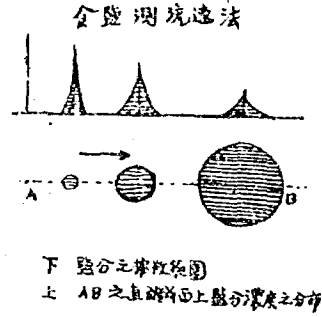
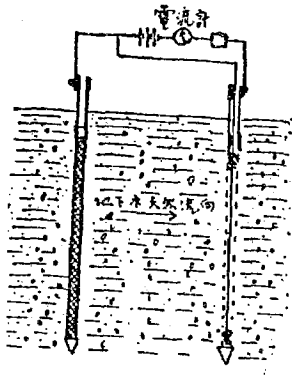
至於測定地下水流速之方法，以前經德人蒂木氏發明用鹽層 (氯化鈣之液) 投入上流井，至下流井驗知有濃鹽味時，以所經時間，除兩井間之距離，即可得其流速。

近年進步為投入染料有色物或螢光發出物質，於下流井可以窺知其顏色或其光亮，由其時間距離而算出流速。

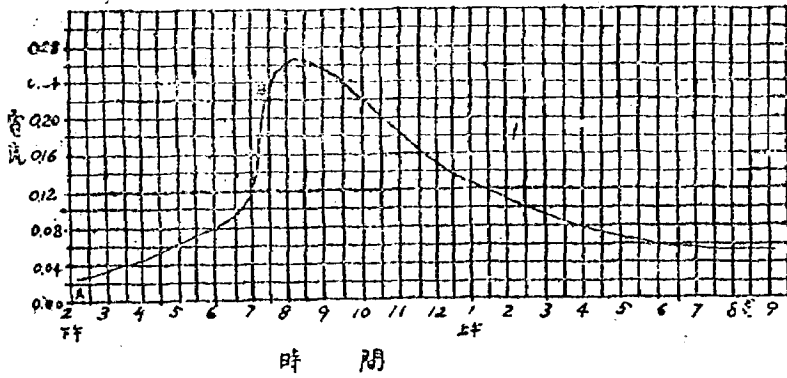
一九〇一年司利赫德氏發明用電流測定法，於上流井投入電解物氯化阿母尼亞 (NH₄Cl)，至下流井時，於電錶針上可以表示，且比較敏捷準確。其電線裝置及電解物傳遞曲線圖如下。



水之法則，如水流趨向
 岩層內水道阻障大小成
 弱成正比例。地下水坡
 度如何，據司利赫德氏



用電流測定地下水流速裝置



地下水測定時電解物傳達曲線圖

兩井管附以銅遮水筒，以便地下水流入井筒內，地上設置電線，電池，電表，阻力線，電線之一端與上坡井筒相連，同時並與下坡井底之銅電極連結（該銅極與下坡井筒絕緣），電線之他端則與下坡井筒連結，以電解物氯化阿母尼亞投入上坡井，此種成分為良電導體，隨水流趨向下坡井，漸漸接近，兩井間之電流徐徐增加，當其入下坡井時則井內銅極與井筒間變成短流路線，電表上發現電流，驟然增加度數，如上列地下水測定時電解物傳達曲線圖內 A 示電解物投入時之電流，B 示電解物到下坡井時之電流，由投入時至發現電流增加止，計算所需時間，以之除距離，即得地下水之流速。

地下水流速測定公式

$$(1) V = K_1 \frac{h}{L} \dots \dots \dots \text{簡單公式}$$

V = 流速 公尺/日 k₁ = 滲透係數，土壤性質，即平均土粒直徑，

$\frac{h}{L}$ = 地下水坡度

例 V = (0.001m × 0.01) = 0.00001m/sec 0.00001 × 86400 = 0.864m/day

$$(2) V = cd^2 \frac{h}{L} \left(\frac{t^{F^{\circ} + 10^{\circ}}}{60^{\circ}} \right) \dots \dots \dots \text{赫岑氏 (Fazen) 公式}$$

V = 流速 公尺/日 c = 係數 (顆粒新沙 700-1000 孔隙少之陳沙 40)

d = 沙粒有效直徑 (密度沙質之最大直徑) t = 水溫 (F°)

$\frac{h}{L}$ = $\frac{\text{水高}}{\text{沙厚}}$ (即地下水坡度)

觀井下器

(3) $V = 3.3 \frac{cd^2}{p} s = ks \dots\dots\dots$ 特諾耳氏 (F. F. Turneure) 公式

V = 質在流速 呎/日, P = 孔隙率, $cd^2 =$ (土粒有效直徑 × 沙粒保數) =

S = 地下水坡度, $K = 3.3 \frac{cd^2}{p}$ 亦即地下水坡度等於一時之水流速度

S = 1時, K之值如下表

地下水流速表

K 值 呎/日

孔 隙 率 %	係 數 C	砂粒有效直徑(公厘)										
		極 細	細	中	粗	極 粗	粗	石	隙	隙	隙	
25	210	28	110	250	450	700	1800	2800	11000	25000		
30	390	43	170	380	680	1100	2700	4300	17000	38000		
35	680	61	240	550	970	1500	3900	6000	24000	55000		
40	1000	82	330	740	1300	2000	5300	8000	33000	75000		

3 地下水流量

地下水流量測定法有二:

(a) 間接方法, 由各種觀測結果, 依計算方法而定之, 先計算雨量之幾成爲滲透量, 乘以流域之廣狹即得其流量。
 $Q = M \times F$ 但因地勢之平斜, 及雨勢之大小, 不易斷定滲透量究有幾何。

(b) 直接方法，掘挖試井而直接測之，至於地下水流量測定公式如下，最主要者，須知流速，岩層密度，及岩層橫斷面
 以此三者相乘即得其流量

$$Q = VAP = \frac{KS}{V} \times A \times F$$

Q = 流量呎³/日

K = 流速係數K值， S = 地下水坡度

P = 密度 (即孔隙率) %

A = 岩層斷面 呎²

下列之表為假設沙內地下水坡度為 0.01 (即百分之一)，每日流經每一平方英尺 (呎²) 橫斷面有若干加侖，如遇他種
 坡度時，則以其百分數乘表內之流量即可。

地下水流量表 加侖/日 (呎² = 6.23呎加侖 = 7.4美加侖)

孔 隙 率 %	砂 粒 之 有 效 直 徑 (mm 公釐)									
	極 細	細	中	粗	極 粗	粗	石			礫
25	0.10	0.20	0.30	0.40	0.50	0.80	1.00	2.00	3.00	4.70
30	0.5	3.6	5	8	13	33	50	200	470	860
35	0.9	3.8	9	15	24	60	100	280	860	1400
40	1.6	6.4	14	25	39	100	160	640	1400	2200
	2.4	9.8	22	36	61	160	250	980	2200	

根據上表可知沙層之精細者，須其面積極為廣博，抽水之法，極為精良，方足以得相當數量之水。如沙礫粗大，而坡度甚平者（千分之一），其橫斷面亦須甚寬也。

第二 地質·土性·地勢·地形與地下水

一、地下水之存在及非存在之地質與土性

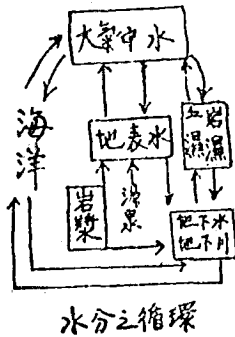
1. 地質，土性及滲透性質

地層對於地下水運動抵抗之強弱可分為二種，一為不滲透性地層，如岩盤、粘土、粘灰、壩母、或無孔之結晶性水成岩，水成岩均為對於地下水不能滲透，或滲透困難者，亦即地下水之存在不甚充分之地層也。一為滲透性地層，如砂、砂礫、礫均為對於地下水容易滲透者，即表示此種地質內能含有多量之地下水。

2. 地下水之生成與土性及地質

據一般水理學者研究，謂有滲透說，即降水除去流失一部外，有砂層者水分即行滲入地中，有裂孔者，即行沈入地內。或有凝縮說，暖風向冷地面吹送，遇冷即行凝縮，變為地下水之一部。但據已往記錄每年凝縮量不過為七、五公厘，故可謂此種水量不足成為地下水之水源。又有岩漿水說，即熔岩，岩漿時常放出熱氣，遇冷凝縮為水分。又有地表水滲透及洪水泛濫說。總之如下圖所列水分及地下水之循環狀況。

3. 對於滲透有影響之地質關係



A. 岩層之組織 以露出部分多，傾斜度較緩者滲透量多。

B. 岩層之隙孔 火成岩滲水量小，水成岩，沙石等之滲水量大。

C. 岩層之穴洞 石灰層內部穴洞，易於塌陷，成爲坑坎，常成積水之池。

D. 岩層之錯斷 往往如犬牙相錯，生出孔隙，易於滲水。

E. 岩層之間雜屑 兩層所夾之軟性石屑，常爲地下水通過之孔道。

F. 岩層之裂縫 由縱橫之裂縫，可以滲漏。

G. 岩層劈裂面 向一方平行劈裂，如屋瓦狀，容易滲水。

H. 岩層之積片 岩石中有極薄之鹽物結晶平面者，登積易於侵蝕，致使雨水沿平面涓涓注下。

4. 地下水之存在及地質

A. 面積廣博，性質一律之極深鬆散岩層。有一、二處舊井或新鑿之井，即可推測全體地層及地下水之狀況。

B. 古湖及河床之淤積層。爲地下水極好之集水層，實許多淺井之來源也。此層每與他種較爲不易滲水之岩層相雜。如一層粘土，一層砂層，又老河底爲沙石所掩沒，往往變爲伏流水，爲地下水之良好水源。

C. 流徙之砂礫淤積層。此層含水量甚多，水質亦潔，惟其範圍甚不一定，性質亦不一致，有如海岸之沙丘，或在舊河床之內，有爲極不規則之薄層，上有粘土，常見於窪下之地。

5. 地下水及土性

A. 砂礫 該層孔隙佔三〇%，故容水力大，有旺泉存在，且水質良好，但有時或含鹽味等物質成分。故在細砂層之水多清淨。此層出水雖易，惟有缺點，如在同一地帶內同時掘數井，深者恆能吸收淺井之水，又因滲水影響容易引起水位變化，故雨期漲高，旱期淺渴，鑿井以深過此層爲宜。

B. 黏土 爲極軟之泥土，多由淤積而成，依淤積時之原因有深層一律者，有凹凸不平等者。緊密，不易滲水亦不能存水。如間有砂層，則可爲水源。土質極細，其所含物質容易溶解，故此層之地下水常含鹽澀之味。但上部有此層，可以防止地上之微生物或污水滲入。於此層掘井以深大爲佳，因此層出水甚少而慢，須廣開其源。

C. 地盤(鹽母) 由黏土，沙，礫及圓石混合而成。其組織視所含沙礫與黏土之多少，而定滲透能力之強弱。質細者水源薄，質粗者水源豐富。上部土層內如有地盤，應以深大之手掘井爲宜。又因內部有黏土存在，不易受污水之侵入，是爲特點。

D. 水成岩 由混合石，沙礫石及石英石組合而成。其中砂礫石層爲滲水最佳者，水量既多，出水又易，除砂礫層以外，此層所出之水較任何層爲優也。

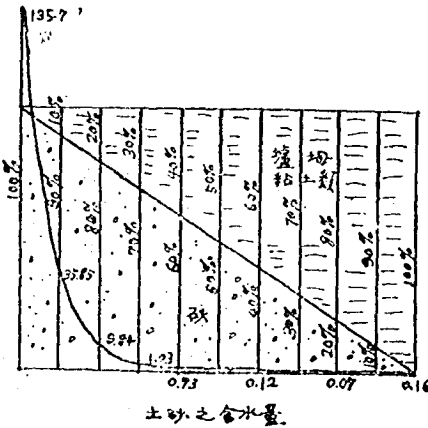
E. 石英石 爲變形之砂礫石，內有堅硬之砂質充滿，滲水不易，潛水亦甚困難。

F. 黏版岩 不善存水，但易掘井，且能防止沙礫石之滲漏。

G. 石灰石 因灰質多，水硬，山地掘井多遇此層，且易引起污垢，蓋地面之水多由裂隙下注，缺少滲過之機會。

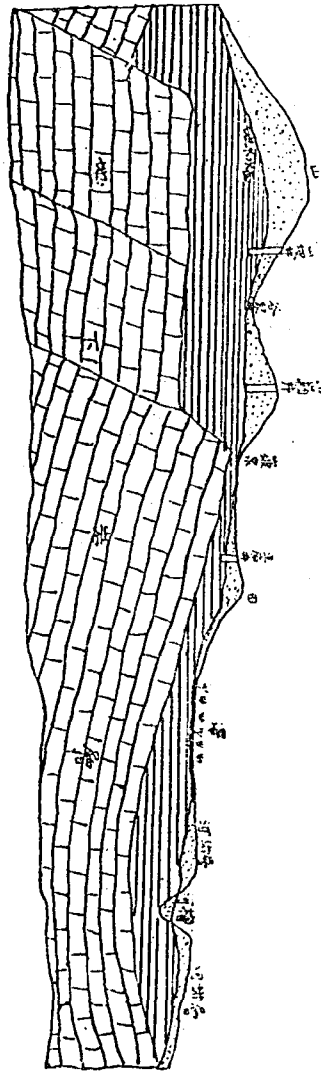
H. 花崗岩，片麻岩，片岩，均爲存水少，或出水困難之岩層，並非良好，但其裂隙孔隙間所含水量尙不爲少。

二、地勢地形及地下水之存在



1. 地勢，地形

地下水之存在於平坦地或河海沿岸多接近地面。在高台地，山麓則多含於下部深層。地下水乃位於不滲透層上部（即所謂容水盤）。此層或為平坦，或為中凹，地下水於此處停留，或以降雨之水量漸漸升高其地下水位。又該層為傾斜時，沿其傾斜之面而移動之，或出現於地表之上而為泉，或流入河海湖沼而成其水源。



地層橫斷面與井泉河澤關係圖

2. 有森林之地勢地形與地下水

森林對於地下水有下列三種作用說，但究以何說為準，現在各國學者尚無確切之發表。

鑿井工程

A. 森林可以保存地下水說 以草原，沙漠地帶雨少之事，可以反證而知。即因由森林葉幹所蒸發之水蒸汽停於森林之周圍，增加空中濕度，遇冷却之空氣而易起凝縮，成爲水分。並且地表因有森林爲之被覆，可以使地中土濕不致消失甚速，即謂對於地下水有強大之保水力是也。

B. 森林能促進地表水之滲透而增加地下水說 即因森林可以使地表水不致流失，使向河川之水，稍事停滯於林間，使水分多多滲入地中，成爲地下水，即所謂涵養水源者是也。

C. 森林減少地下水說 因森林之根幹，吸取地下水分而蒸發之，致將地下水位漸漸降低，並且天空降水又爲樹冠所阻，但在傾斜地帶，尚可補雨量流失缺點之萬一，如於同一地帶之林地及裸地，試以鑽井測之，則林地內地下水少，或全無。裸地內地下水含量則甚多。

三、地下水之水平及垂直分佈

1. 據第雷西氏 (Dobson) 計算結果，全地球內所含地下水有二、二七八、九〇〇立方公里 (Km³) 可爲全地球容積之一〇萬分之八四五，或約爲海水之三乃至五分之一。

2. 地下水與河川分佈密度有密切之關係，因地表水或滲入地下，或沉進地中，變爲地下水，再成地表水，變爲河川而流出。即滲水容易之地帶，含水多之地帶，其河川分佈密度必小，因雨雪之一部浸入地中而至流失，或河川常爲伏流，地表不易尋出河流。反之水分不易滲透之土層即地下水含有量甚少之地帶，河川分佈密度必大，蓋以降水不易滲入流失也。



3. 上部有砂粒、荒砂，下部爲粘土不透層時，稱此砂礫層爲帶水層，即容水盤，該帶水層可分爲以下三種。

A. 冲積帶水層 因流水之冲積而成，層層表示有規則之順序，但必與其母岩成反逆之順序堆積。一般如扇形冲積地，在山麓多石礫，傾斜又急，而面積甚狹。漸遠入平原後，傾斜坡度變緩，多細砂，面積廣大，地厚在二〇公尺以下。

B. 洪積帶水層 於冰河泛濫時，由冰河運來之堆石塊各種岩石之破壞者混合而成，爲不規則的堆積層。層厚在一〇〇公尺以上。

C. 風生帶水層 依風力而成，亦爲層層堆積，爲規則良好之堆積層，如砂丘然。

4. 帶水層之廣袤：

帶水層分佈於世界各地，縱橫交錯，非常寬廣，全部帶水層面積佔世界陸地之一七·八%，故各處高山，平原均有掘井可

Keurann 氏調查結果 (地名省略)		
土質	年雨量 (公厘)	河川分佈密度 (每平方公里之河川長度 (公里))
透水性	595	0.36
"	730	0.56
"	820	0.99
不透水性	1200	1.28
"	686	1.45
"	527	1.77

能及水量充分之水源。沖積及洪積層之水量豐富，而且水質良好。試觀下表可知各大陸沖積、洪積、風生層佔其各地全積之百分率(%)。

層別	亞洲	歐洲	北美	南美	非洲	澳洲	全陸地
沖積帶水層	三·〇%	五·〇%	一·〇%	二七·〇%	二·〇%	一九·〇%	四·五%
洪積帶水層	一·〇	三六·〇	二三·〇	四·〇	—	—	七·一
風生常水層	八·〇	—	—	一·〇	一三·〇	—	六·二
計							一七·八

自上表可知最大沖積層在南美一帶。洪積層最廣者為歐洲三六%及北美二三%，風生層以非洲一三%為多。

第三 華北之地下水

茲根據已有之資料，簡述華北之地下水狀況如左：

一、地下水性質

山西省因土質，地勢，土性關係，各地水質參差不同，即同一地帶亦有各種水質之存在，其山麓傾斜地井水水質大致良好。除已於前編水井分佈地圖內，分別良惡水質地帶，略示標識外，茲先就水井分佈最密之山東，河北省而言，除一部水質良好

地帶外，一般多硬水，尤以淺井爲甚。對於飲料用及汽罐用多不適宜，至於鹼土地帶及其隣接地帶除含鹽鹼成分外，大致可用，華北各地稱質良味美之水曰甜水，反之者曰苦水，總之，河北平野之北部，西部及山東中部山脈周圍各地帶，水質良好。河北平野之東部，南部低濕地帶，及隴海路沿線，尤其渤海，黃海兩海岸之低濕地帶井水水質不良，至晉北大同盆地，山西太原盆地之山間沖積地帶井水大致不良。

普通地下水水溫於夏季常低於氣溫十度左右（C°）。冬日地下水則較地上氣溫高數度不等。茲將山東、河北兩省各主要地點之地下水質及水溫列表如下，（左表爲夏季所測）以備參考。

調查地方	P. H.	氣溫 C°	水溫 C°	摘要
總縣	八·〇	二九·〇	一六·〇	水井
兗州	七·五	二四·五	一四·五	水井
晏城	八·五	二六·〇	一六·〇	水井
連錕	八·〇	二七·〇	一二·五	水井
城陽	七·五	二五·〇	一四·〇	水井
高密	八·五	二四·〇	一四·〇	水井
黃台	七·八	三一·〇	一四·〇	水井
峯島	七·〇	二六·〇	一四·〇	水井
晉各	七·八	二六·〇	一二·〇	水井
黃土	八·五	二七·〇	一四·〇	水井

西	九・〇	二七・〇	徐州縣泉水
北	九・〇	二五・〇	河川
南	八・五	二五・〇	滄頭、運河

關於水質一項，中國自古雖無新式分析儀器，已頗注意，如徐光啓先生之鑿井法內有澄水一項，即鑿井後，其井底所用之材料亦頗有關係，木爲下，磚次之，石次之，鉛爲上，既作底更加細沙，厚一十二尺，能令水清而味美，若井大者於中置金魚，或鱒魚數頭，能令水味美，魚食水蟲及土垢故。又於其辨水美惡試水高下之方法內有五，取清水置淨器煮熟，傾入白磁器中，候澄清下有砂土者，此水質惡也，水之良者無滓；又水之良者，以煮物則易熟，斯法曰煮試。清水置白磁器或玻璃杯中，向日下令日光正射水，視日光中若有塵埃細組如遊氣者，此水質惡也，水之良者，其澄澈底，斯法曰日試。水元行也，元行無味。無味者真水，凡味皆從外合之，故試水以淡爲主，味佳者次之，味惡爲下，斯法曰味試。有各種水欲辨美惡，以一器更酌而稱之，輕者爲上，斯法曰稱試。（例如清乾隆時以特製銀斗量等量之水，玉泉水爲一兩，熱河伊遜河水亦爲一兩，濟甯珍珠泉水一兩二厘，鎮江金山泉水爲一兩三厘，無錫鹿跑，惠山泉水一兩四厘，平山縣平山泉水一兩六厘，京西碧雲寺泉水一兩一分，雲水九錢九分七厘）。

用紙或帛絹之類，色瑩白者以水蘸而乾之，無跡者爲上也，斯法曰紙帛試。

又河南省有一種闔陽鑿井法，即凡鑿井未及泉可豫知水味。其法先除去浮土二三尺，取平地用艾灼之，視其烟起土者色黃則甘，黑則苦，白則淡，屢試屢驗，可免無功之勞也。

當然灌概水無須如此嚴重試析，即飲料用水之分析，近代亦有新式方法，不過溫故而知新，知已往國內舊法，對於今後研究，亦有莫大之補助。

二、地下水與地質，土性，地形，地勢之關係

1. 山東北部平原，河北省東部平原及北京附近一帶，北接長城山麓，一望千里，甚為平坦，向海岸略示緩慢之坡度，此一帶之地下水狀態，大致相似，土壤為石灰沖積土，土質為壤質土，堆質土，及砂質土三種，一般為富於砂礫，而且土質輕鬆，其湧水層普通為砂質土或砂礫層，但北戴河，昌黎之一部及胥各庄附近則為青濼土色之堆質土。

2. 山東省濟南以南及其東部，因地勢及其自然之要素不一，故地下水之狀態不同，泰山附近為山東褐色土，上層為黃土堆積土，其土層內常有○·一~一·〇公尺內外厚度之石灰質結核層一層或數層。湧水容易，井底為質密之水成岩，可以防止水分之滲透，其上部結核層更可防止井壁之崩壞，接近地表上部土層約厚一~二公尺至一〇公尺左右，筒山一帶土層雖淺，但石層過多，水井掘鑿費大，惟不用砌磚即可，亦為特點之一。

山東省濰縣臨城以南，徐州以北，為石灰沖積土，山東膠濟路南流站以東至青島間多石灰沖積土或砂礫土，石灰沖積土層之上部土層多深厚者，水井不易達到岩盤，砂礫土層內亦有厚○·一~一·〇公尺之石灰質結核層一層或數層。

山東，河北各地水井（露天淺井）之井筒上部土層及下部湧水地層列表如下以資參考

（表列地名均為京山·津浦、膠濟各路主要車站）

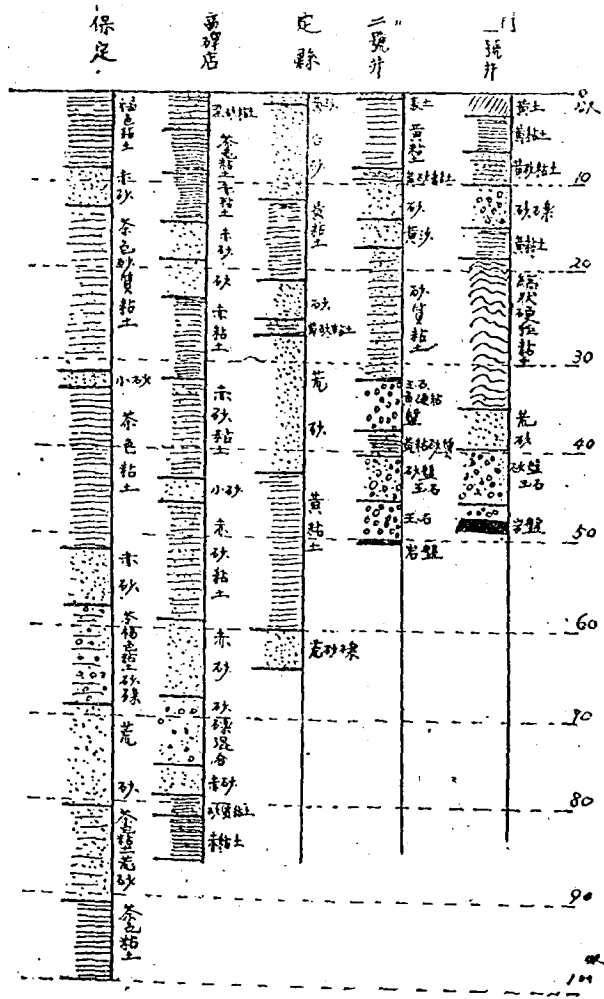
地名	井筒上部土層	湧水地層	地名	井筒上部土層	湧水地層
茅村	沖積黃土	沖積黃土	沙河	沖積黃土	水成岩
韓莊	沖積黃土	水成岩	臨城	沖積黃土	沖積黃土
泰安	沖積黃土	精核層 砂礫層 ○·五〇公尺	鄒縣	黑色沖積土	沖積黃土
界首	自地表以下為 一公尺以下為 水成岩	水成岩	兗州	沖積黃土	黃色粘土 粘土層

益	楊	堯	坊	炸	高	城	泊	昌	德	馮	白	黨	箇	連	大	吳	曲
都	家	莊	子	山	密	陽	頭	樂	縣	城	馬	家	山	鋪	口	村	阜
自地深全為黃土	沖積黃土	七〇公尺厚之黃土	沖積黃土	沖積土	厚一公尺	厚一公尺	厚一公尺	厚一公尺	厚一公尺	厚一公尺	厚一公尺	厚一公尺	厚一公尺	厚一公尺	厚一公尺	厚一公尺	厚一公尺
以下砂礫砂層	以下砂礫砂層	以下砂礫砂層	以下砂礫砂層	以下砂礫砂層	以下砂礫砂層	以下砂礫砂層	以下砂礫砂層	以下砂礫砂層	以下砂礫砂層	以下砂礫砂層	以下砂礫砂層	以下砂礫砂層	以下砂礫砂層	以下砂礫砂層	以下砂礫砂層	以下砂礫砂層	以下砂礫砂層
豐	黃	安	行	周	泰	歷	黃	普	滋	坊	張	金	辛	淄	普		
合	土	定	各	村	皇	城	台	集	縣	子	店	鎮	店	河	通		
砂質壤土	砂質壤土	沖積黃土	砂質壤土	沖積黃土	沖積黃土	沖積黃土	沖積黃土	沖積黃土	沖積黃土	沖積黃土	沖積黃土	沖積黃土	沖積黃土	沖積黃土	沖積黃土	沖積黃土	沖積黃土
砂礫層	砂礫層	砂礫層	砂礫層	砂礫層	砂礫層	砂礫層	砂礫層	砂礫層	砂礫層	砂礫層	砂礫層	砂礫層	砂礫層	砂礫層	砂礫層	砂礫層	砂礫層
砂礫層	砂礫層	砂礫層	砂礫層	砂礫層	砂礫層	砂礫層	砂礫層	砂礫層	砂礫層	砂礫層	砂礫層	砂礫層	砂礫層	砂礫層	砂礫層	砂礫層	砂礫層

3. 保定，石門各山麓扇形沖積地帶及北京、天津附近之水井湧水層為砂質土，砂礫層，滲透速度甚快。茲將該等地區之

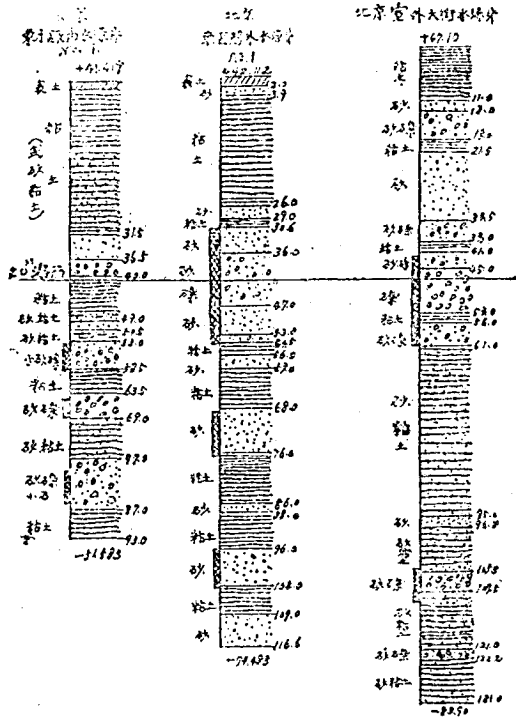
深井地層圖繪列於左，以供繪製整井地質地層圖時之參考。

京漢沿線深井地層圖



整井工程

竖井工程

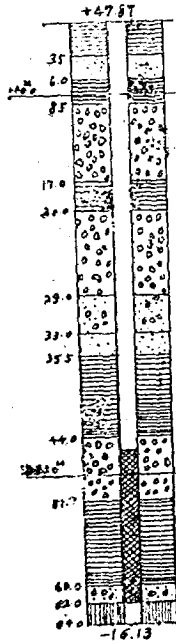


图中 为有孔滤水筒部分

河北 水源井

竖井地层剖面图

北京城内
水月庵水源井

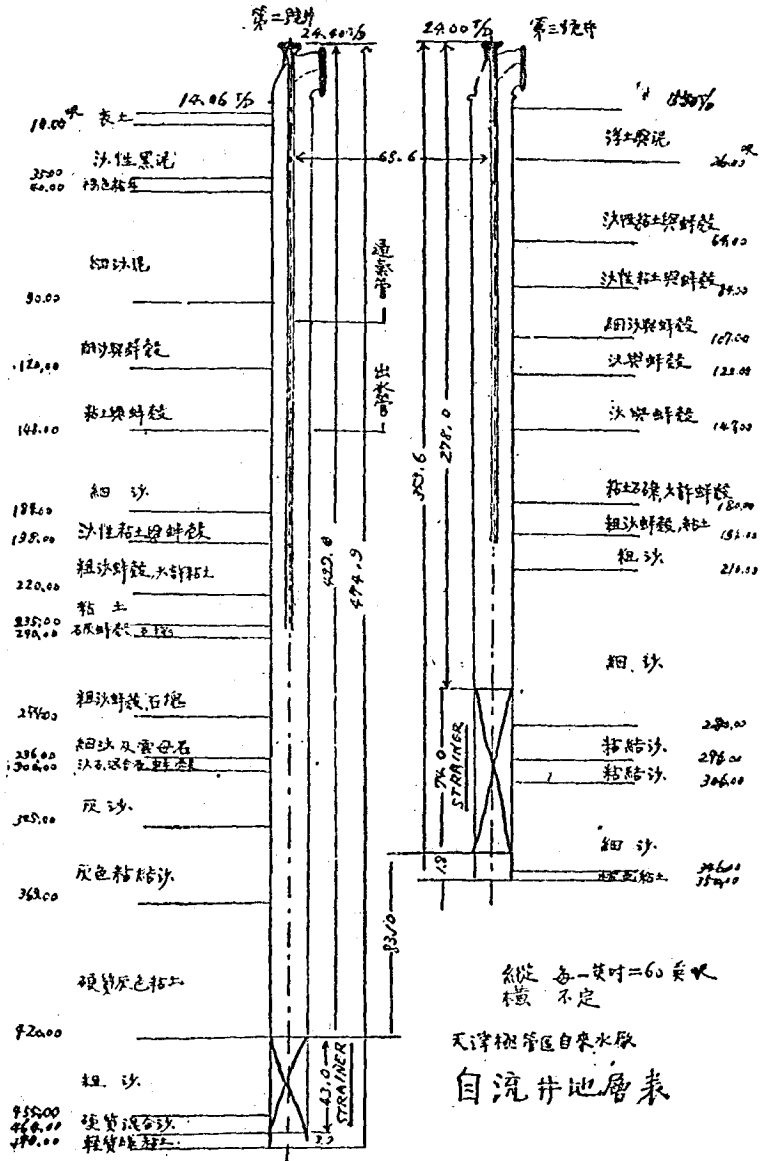


施工量	
井筒口径	
工程开始	
工程结束	
掘进口径	吋
掘进日数	日
掘进速度	吋/日
掘进深度	公尺

层号	深度	层厚	地层	地质
1				
2	17	1.50	粘土	表土
3	45.0	3.00	砂质粘土	砂质粘土
4	51.7		粘土	粘土
5	60.0	9.00	砂砾	砂砾

壓井工程

四九



縱 每一英寸=60英尺
橫 不定

天津樞管區自來水廠
自流井地層表

4. 華北各地開鑿舊式水井之困難事項

A. 華北鄰近海岸各地區，例如津浦，京山沿線各處及隴海鐵路東端一帶，土層多含鹼質，如鑿深不過數丈之井，水味必呈乾澀，含有鹽分等物質者甚多，揆之該等地區之飲料用水非常鑿鑽深至一五〇—三〇〇公尺，始有良好水質之沙層。故以此等地區之淺井於飲料方面當然不適用，即用以灌田，亦不特無益，而且有害。現在華北各地井眼之開鑿，以京漢線保定、石門及山東濟南周圍一帶最為發達，其他如上述鹼性地區則不甚發達，可見農民根據多少經驗，對於易鑿及水質良好之地帶水井愈發發達，故今後對於水井開鑿不易發展之地帶將設何法以救之，是為目前急務之一。

B. 山西省平均海拔三、〇〇〇尺（一、〇〇〇公尺）以上。地勢既高，而降雨亦因之較其他地方為少，故該省許多地區之地下水位極低，常有鑿深至數百尺而仍不見水者，且水質大都不良，又以上部地層過厚，掘鑿費力，故對於今後山西地質及鑿井之困難應設法予以研究及解決之方策。

第三編 鑿井工程本論

第一 水井利用之得失

茲山飲料，防火、灌溉及工業各方面考察水井，地下水與河川，湖沼等地表水利用之得失，略述如左：

一、飲料方面

據都市水道之統計，可知每人每日飲用水量約需五〇公升，一月一戶以五人計，約需一〇立方公尺，除靠近水質良好之河川沿岸人民可以飲用河水外，各地居民飲用多以井水為水源，故古代都市繁榮，交通及工商業均以水井為中心，如「市井」

之，今則漸聚於水道都市之附近。

水井（或泉）地下水對於飲料方面之應用，比較河川、湖沼等地表水便利，水質除特殊地帶之淺井有鹽鹼不良水質存在外，大部井水水質均甚良好，且井水內浮懸物質如落葉、細菌、粘土等不多，水溫冬暖夏涼，故昔日北京皇宮會由西山玉泉以水箱輪車載運地下水而為飲用，即近代水道之水源，亦常以河川水量不定，且多泥沙，故世界各國，漸漸改用水井地下水為水道之水源，（如德國柏林，及最近華北之北京、石門），因非水經過深厚沙礫及土層之過濾，水質大致良好，容易於各地尋得，而且因水源井可以分散各處，無須集中，故於戰時可以防備投毒之危險，或於防空上亦佔絕對安全地位，故各地有漸改地下水為水道水源之趨向。但掘鑿費及汲水費，揚水費，維持管理費等需要甚多之金額，然近年以來，水道鐵管費以材料缺乏日趨昂貴，即有良好河川之水源亦不易敷設，例如北京水道雖甚發達，而一方城內之水井賣水事業仍不但不現衰頹現象，而且愈益發達。因地下水井有種種特點，故近代各國市民多於自己庭院內鑿有管井，以備飲用。惟據最近各國記錄，水源深井之出水量年年減少，又多不耐久，殊為美中不足，今後宜注意研究之。

二、防火方面

據各國防火資料之統計，近代都市每居住一，○○○人須有消火櫃（即消火用水之水井或水櫃）十二座，又東京每月失火約二十次，每次平均消火用水量約二○○立方公尺，故河川及湖沼附近之都市房屋均可任意利用地表水，甚為便利。但距河川地表水較遠之處，除利用水道外，非汲井水消火不可，雖掘鑿及汲揚費比較高貴，而水井對於防火仍不失其絕大的重要性及普遍性，現在一般後進都市及鄉村內，均以井水為消火之水源。尤其對於防空消火更漸顯其重要性矣。

三、灌溉方面

灌溉用水以水溫適當，養分多，不含有害物質者為適當，河川水溫最熱時在午後夕晚，與大氣氣溫相似，且浮懸物質及肥分多，如以之為作物灌溉用水最為適當。但井水於灌溉期夏季則低於大氣溫度十度左右，普通在 $^{\circ}\text{C}$.一二 \sim 一三者最多，而普通旱田作物灌溉用水以 $^{\circ}\text{C}$.二七 \sim 三二為適當。水稻以 $^{\circ}\text{C}$.三二 \sim 四〇為適當，故井水比較稍為涼冷，非行長遠之迂迴水路，使受日光晒暖後再行灌溉不可，加以掘鑿費，揚水費每年支出甚多，故水井灌溉既不經濟，而且不適合於作物條件甚多，但河川及湖沼等地表水如能設法使之自然流入田中而灌溉，則利益甚大，而河川及湖沼不能利用或無地表水之地帶，縱欲利用，其水源之巨大水利工程亦非一朝一夕之可能實現者，又如華北河川雖多，以灌溉期用水時，河內乾涸，不需要灌溉時則河川盛漲，而且有害於農田，在此種種情形之下，則非掘井汲水灌溉以補之不可，由是觀之，河川湖沼等地表水既為地域所限，而水井則不然，雖有湧水層，含水沙層深淺存在之不同，大致均可掘井。較河川、湖沼等地表水之利用範圍殊為廣大，故為普遍灌溉防旱起見，除利用水井外則別無其他良好方策。

四、工業方面

如鐵路，車站，紡織工場，電業發電廠等均與深井為水源，因水質良好，且不受地域之限制易於取得，對於汽機，鍋爐各種用水均感方便，但掘鑿及揚水費用過大，每一深井約需數萬元，加以年年之揚水管理費則更不可計數，而一般地表水河川及湖沼又因地域之所限，不便任意取用，故在工業方面欲求繁榮發達，仍以深淺水井為適當之主要水源。

第二 地下水之探查法及選擇鑿井地點之注意事項

一、地下水之探查

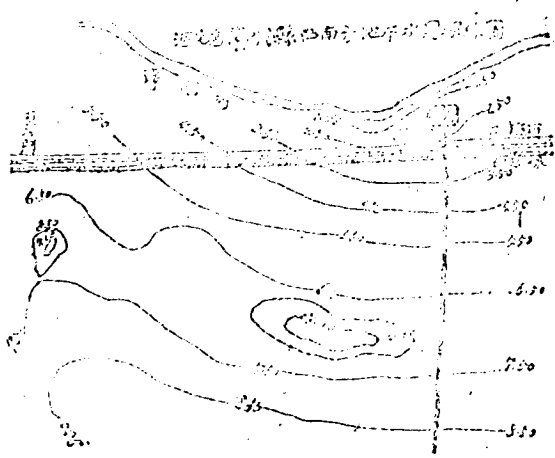
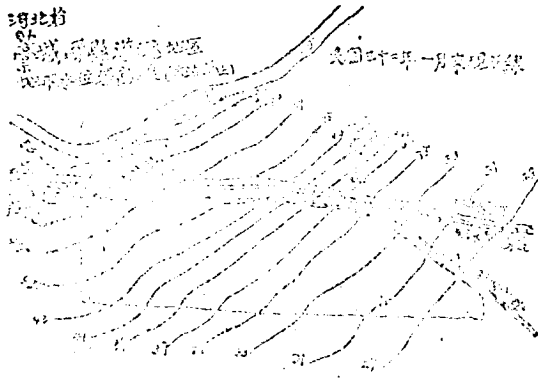
前籍已將地下水存在之環境，理論方面，大致說明，今再就地下水之探查方面，加以簡述，以備實際探井時有所參考。

地下水只存於透水地層，如沖積之砂礫等，前已言之，故地下水之探求，有賴於地質及地理上之考察，並須調查附近已往鑿井之經驗，就已有井泉，作詳細勘測與研究，同時遍求山文學，水文學，及地質學等方面之材料，分析岩層土壤之結構，及水之性質，倘無現成井泉，或井泉太少，則須特別探孔設管，此類鐵管普通淨寬約二五—八〇公厘，其管下部半公尺之周圍，鑽以細孔，以備地下水之流入，如此行之，則地層之結構，地下水之性質，地下水位高低，地下水坡度，地下水流向，均可由鑽管中取得樣品而分析之。最近各國又以鑽探機 (Doré) 或電氣鑽探機掘鑿地層，可知各層地質之實際情形，參考地下水文記錄，以資判斷地下水存在之狀況。但近有發明電氣探查地下水法，及物理探查地下水法（如磁力計，自働地下水探知機）。

二、地下水與地面傾斜，地表水等之關係

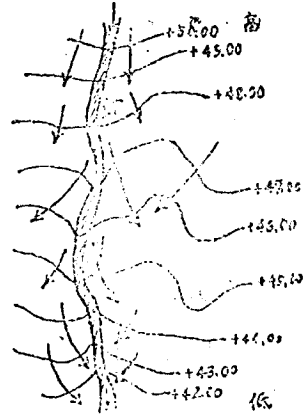
就已往所有水井或鑽孔試探而測知地下水位及其流向，如下列「河川流向及等高線地下水等之關係圖」所示，於地內抵抗同一，無特別障害之情形時，地下水之流向大致與河川流向略同，但在地表近處，地下水幾與地表水成直角而流入之，惟地下水必與地下水等高線成直角向低處流動，但亦有少數例外者，或因種種原因與此規則相反，故根據此種條件及圖示，可以歸納以下三種結論。

1. 地下水可以滋養地表水 由河川無支流、無降水、漸趨下流、水量漸多之事實、可以證明地下水能滋養地表水之事實。

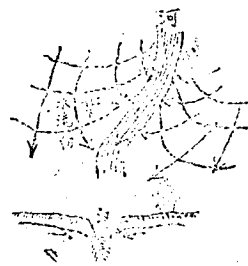


2. 地表水滲透地下水 如河川水漲時，沿岸井水升高，或因地形關係，河川之山水地中滲出，流入地下水流中，而增加其地下水量，並升高其水位。

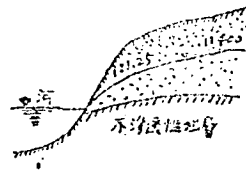
3. 互相無關係 因地形之關係，河川流向與地下水流向完全平行，各不相擾。



地下水與水位關係
→ 示地下水流向



河之方向示地下水流向



河岸及地下水傾斜

再就地下水與地面傾斜之關係言之。於山麓近處，或地勢傾斜急處，地下水坡度必大，近海岸及河口地帶，其地下水坡度必小，山麓附近之地下水坡度常有1:200至1:300者，但漸近河岸則變成緩坡約成1:500至1:600以及數千分之一，如近至河川及湖沼沿岸時坡度或成一拋物之曲線。至於地下水坡度則依測量各處絕對水位（即某基準上，如大沽海上）後，計算而得。並可作成地下等高線圖，由坡度即可推知其地下水為靜止或流動。如平面靜止者，則水量必有限，鑿井宜避之，如為流動者，必有來源，且水量豐富，適宜鑿井。如只知各地下水之假水位（由地面至水面），亦可繪成地下水同深線圖。

三、地下水與地上乾濕物理現象之關係

昔時對於地下水之探查，曾有人發明雙手緊持小樹枝（游軟柳枝）之兩端成弓狀，以弓背向前緩慢步行，該枝自占枝（Gagner），如遇地內有地下水或泉水水脈存在時，則樹枝即突然屈地。不過今已失傳（據云法國鄉間尚有使用地方），僅成爲一種神話故事而已。或傳云於沙漠地帶內駱駝行路遇跪地悲鳴時，其下必有良好之地下水源存在。

地下水即使不易目見，亦可由地表之種種現象略以推知，即地面上是乾是濕或地面上生長之植物爲喜乾者，抑爲喜濕者，如所生植物爲喜乾者或地面常現乾燥者，則表示地面及地層滲透性大，地下水位必在深處，掘井須深。如生長之植物爲喜濕者或地面常現潮濕者，則其地層不甚富滲透於性，地下水位必高，地下水面或即在地表近處，可知其地內必有不滲透層之存在，使雨雪之水不易滲入，而只好停留於地表之附近。如河川、池塘、湖沼結冰地方，而獨有一處易於溶解者，或地表均被雪覆蓋時，而獨有一處易於溶解者，其下必有泉源之存在。如有擬行鑿井地方之地形圖、水理圖、地質圖，或草木標本等之資料時，更容容易斷定地下水之狀況，總之。河山、湖沼、溪谷之埋沒處，亦即所謂現在之沖積層，其地下土層構造，均有層序可尋，此乃爲地下水潛伏存在之一有力證據，如行掘井必容易得水，而且水質良好。

四、鑿井地點於鑿井前之注意事項

考非泉之所在，不離地下水之滲水岩層，故欲在某處鑿井，則其處岩層之地理及地質，必須事先詳細調查。昔徐光啓先生研究之鑿井法，曾記有「擇地」一項，即鑿井之處以山麓爲上，衆泉所出，陰陽適宜，園林室屋所在，向陽之地次之，曠野又次之，山腰者居陽則太熱，居陰則太寒爲下，又記有「避地氣」，即地中之脈，條理相通，有氣伏行焉，強而密理，中人者九竅具塞，迷悶而死，凡山鄉高亢之地，多有之，澤國鮮焉，此地震之所由也，故曰震氣，凡鑿井遇此，覺有颯颯侵人，宜急起避之，俟洩盡，方可繼續掘鑿，欲候知氣盡者，先續燈火下視，如火不滅，氣盡也，除斯種古來所傳之注意事項外，尚有以下數端，亦宜注意。

1. 調查並分析該處以往鑿井測驗所得之成績，以資參考。
2. 觀測該處地面上排水之情形，而斷定地層滲透之難易。
3. 考查森林及其他各種植物生長之狀況如何，可以徵其地面上雨水流行之數量與速度。

4. 考查地下泉水之有無，是以測知地下水之狀態。

5. 考查岩層以上土壤，地勢之組織，性質，及深淺，足以判明掘井時之難易，根據第二編地質土性等項所述，綜合記其要點如下：

A. 凡表土之下，有極深之砂礫層，其下爲黏土層或黏版岩層所托者，必有泉源。

B. 岩石之下，有孔隙者，必有泉源。

C. 黏土層與砂礫層相間，其間必有泉源。

D. 砂礫層上爲黏版岩下爲堅石者，必有泉源。

E. 砂層深者，水量多，淺者水量少。

F. 凡砂質粗者水量多，細者必少。

G. 凡黏土層之下，其砂層含水量多。黏版岩之下其砂層含水量少。

H. 凡水成岩之下，含水量較多。火成岩之下，含水量較少。

6. 欲知所擬鑿井之地下水質時，應注意之事項

石灰石下，多硬水。混合石下多鐵質。砂層緊接表土之下，其水必多污穢。砂層與黏土相接者，其水多鹹澀。普通粘土水味惡。砂粒大小不勻，且多稜形者，水質多含鹽滷。砂質色赤褐者，多鐵質。砂粒晶圓者，水質佳良。據徐光啓先生察泉脈法內記有於沙中帶黑石子者，水質最良。砂細，層厚者，水質清澄。砂層有蚌殼者，水必腥臭。

飲料用水井地址應離廁所五〇公尺（一五〇尺）以外，以免染污或被影響。

7. 水源的試驗

徐光啓先生察泉源法內有氣試，盤試，缶試，火試四項，不外根據水氣之如何，而辨水源之有無而已，如在井址預定地先

掘一約一·五公尺深土坑，測其水氣是否濃厚，普通在黎明時，有瘴氣上升者，下必有泉。或以盤，佈置於坑內，蓋以乾草，越一日啓視之，如盤內有濕氣水珠者，下必有泉，或於其地焚火，烟氣上升蜿蜒曲折者，是水氣所滯，下必有泉，直則否。在高亢之地，其中獨有一處潮濕者，其下必有泉源。在黃草地，其中有一處獨茂盛者，其下必有泉源。在曠野蚊蟲群集之處，中有一部分之蚊蟲獨飛集於高處，成一圓柱形者，其下必有泉源。

根據以上各項實言之，地下水與地面之形勢及排水之情形，均有密切之關係。故上層土壤之地理與地質，先須明瞭，然後可定井口之位置，井筒之構造，以及掘井之方法。鑿井須先選擇適宜之地點，所謂適宜者，其水源須富，水質須淨。且在可能範圍內，穿掘時須少意外之困難者方可。凡此數端，均賴地質及地理知識以及個人之經驗如何而定。普通井口位置，雖爲井主或地產之疆界所限，以致不能爲任意之選擇，然往往即在其同一個人所有界限之內，苟稍事移動其位置，則尋丈之間，或可及泉，同在呎尺之內，或竟無涓滴之流，故預先能知其地下之大概狀況一事，乃最爲切要者也。

第三 鑿井之適當時期及水井維持年限

一、鑿井之適當時期

鑿井時期除一般深井，管井爲抽取深層水源者，不受四季時期之拘束，可以於任意季節掘鑿，惟灌溉用或飲料一般用之淺井，（普通利用地下最上部含沙層水源者皆屬之）即華北原有之舊式井之掘鑿時期，應以何時爲最適當，頗有研究之必要，否則亦能影響鑿井之成否，必致發生許多困難，其時期經調查研究之結果，以每年陽歷二、三、四月內最爲適當，其理由如下：

1. 掘井工程各種工作內，以在穴中工作（水活）一段最爲困難，故掘井最好在地下水位低時，如二、三、四月，蓋以水位之高低常與雨量之多寡有密切之關係，春季雨量少，地下水位必低，在此渴水位時掘井，水中工作容易，而且易於掘至深處，反之如在夏季雨量多，地下水位高時掘井，不特施工困難，且開鑿亦不能過深，雖目前覺得掘井工作易於完成，但早年地下

水位低時，則井內頓現乾枯，滴水毫無，如爲無裝置砌筒之土井，仍可向下續掘，以深水源，如已用磚砌好之磚井，則不能向下掘深，恐上部砌磚崩頹，只好將磚悉數拆出後，再向下掘並修理之，或築爲廢井以土埋之。

2 每年二、三、四月尚在農閒期，如利用此時期施行鑿井，工人既易召集，工資亦較低廉，如過此時期，則各種農作物均須陸續播種，而入於農忙（農家繁忙）時期，此時再想鑿井，卽感召集工人或工資方面之種種困難不便矣。

3 華北各種作物，大部均在三、四、五月內播種，而其中尤以在四、五月內播種者爲最多，今水井如能在二、三、四月內開鑿完成，則對於本年各種作物卽可利用新井之水而灌溉前年所播之小麥，或已播種之春季作物，以救春旱，而減少當年之損失。反之，如鑿井太晚，六、七月雨期一到，井卽鑿成，而本年亦無須利用之矣。

二、水井之維持年限

1 深井管井，其井壁雖有鐵管、竹管之不同，但均可應長期之使用，只於機件破損時略加修理可也。據一般之經驗，竹管可耐一五、二〇年之久。

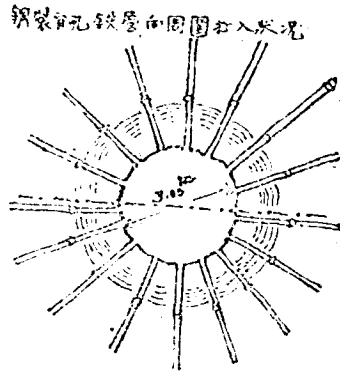
2 舊式淺水井，則不能一概而論，據一般經驗談，有足耐數十年之應用者，但如考察此種淺井之壽命，必須視其裝筒，地層種類，或地下水流動之狀況如何，而有差異，至於石磚砌井可以耐百年左右者，亦常有之。

但以石、磚所砌之井，如其湧水層爲砂質時，其磚及土筒間填塞有不充分者，則因土砂流失，易成空洞，數年卽行崩壞。土井則依地層如何而不同，在最初一、二年水面下部先現崩頹，以後漸及上方，有崩頹至某程度止者，亦有全部埋沒成爲廢井者，大約平均能維持十數年。對於灌溉用水井井口附近地面之導水路，或一般飲料用水井井口上部，應以石材或磚修築堅固勿使稍有滲水，其他存水池或糞池應當以遠離水井爲佳，且於每年春季尤宜浚深山井壁流出或崩頹之土砂亂泥，以免淤塞出水不良。

第四、水井之種類

1、分類表

<p>普通 分別</p>	<p>豎橫別</p>	<p>深淺別</p>	<p>形狀別</p>	<p>口徑大小 別</p>	<p>裝砌與 否別</p>	<p>新舊或 特殊別</p>
<p>① 普通井 ② 橫井及集水 暗渠 ③ 其他設備(河 川之地下湖 水隧道)</p>	<p>① 管井 打 管見水 ② 豎井 鑽 井 鑽 井 ③ 橫井 ④ 集水井 ⑤ 溝渠 (集水渠)</p>	<p>① 深井 ② 淺井 ③ 竹管 ④ 鐵管</p>	<p>① 普通深井 ② 自流井 ③ 露天寬井 ④ 管井 ⑤ 圓筒深井 ⑥ 管井</p>	<p>① 大井 ② 小井</p>	<p>① 磚井 ② 土井 ③ 改良井</p>	<p>① 新式機 井 ② 中國舊式 水井 ③ 特別 水井</p>



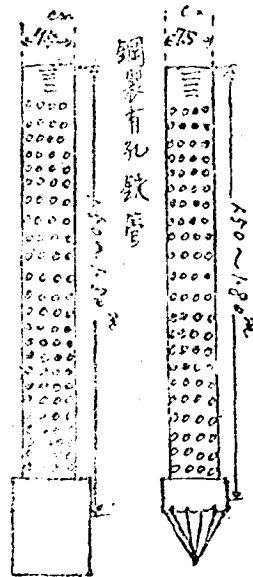
二、水井種類之說明

根據上表所記水井名稱，簡述說明如下，（將水井種類名稱下所記之數字與分類表中所記之數字對照參考，即可明瞭各種水井名稱，以及其種類，內容，關係等）。

1. 普通井①

此乃為地表接近處掘挖縱立之井孔，以資汲揚地下水至地表，主要為家庭給水或灌溉上所用，依其帶水層之性質及水井之構造上情形亦可證明其下部定有相當豐富之水源。深度淺時，如增寬其口徑，其湧水量亦隨之而大，但管井如甚深，而管之直徑比較小時，即使增寬其井管之直徑，其水量並不見增加。

2. 橫井及集水暗渠②⑤



傾斜地或山腹地方，自古即行設置橫井，以資地下水便於湧出集流。近來為收集平地地下水及河川潛流，或收集高壩水田灌溉完了滲入地中而流下之水流，以資引向他處而灌溉起見，亦多有設置集水暗渠者。即所謂橫井是也。橫井不必如普通井希求由此種水井汲水升至地面，只能用土地之傾斜將地下水導向用水之處，亦如普通井可以集積地中滲透水而行灌溉。不過因有橫井之裝設，可以使地下水集積較速而已。對於橫井掘鑿時，須計劃集水面積，普通應用多數分枝之支渠而集積地下水。

地下水接近地表時，按水平方向或近水平方面，掘渠（普通裝置暗渠土管）但須使與地下水流向成直角，如對地下水流向成直角之暗渠集水不充分時，可以增掘與流向平行或傾斜之渠。地下水距地表甚近者或可利用開渠（即水溝）。地下水若稍在深層時，可埋入多孔之暗渠。橫井於其井端亦可裝置揚水機而汲水。

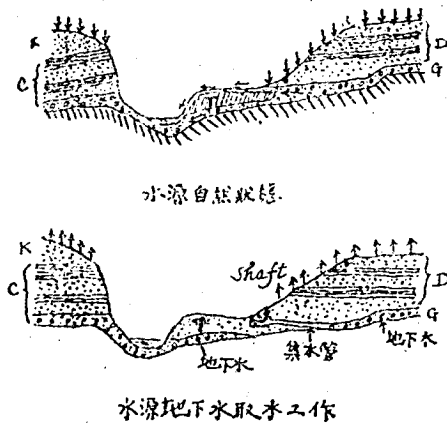
3. 其他設備，地下水網止堰堤③

上述橫井，縱井外，尚有數種方法，如北美加雜司地方橫過河床，低濕地或溪谷等，常常掘挖數道平行長深開渠，或利用木管，或利用有孔之鐵筋洋灰管，而集收地下水或河川之伏流水。此等開渠一方為排水渠之作用，集收多量之滲透水及惡水，一方兼對於其他地方可成良好之水源，即所謂以堰堤而開止地下水之潛行流失是也。

4. 豎井④可分為掘井⑤及管井⑦兩種，掘井內徑一公尺以上，大徑水井，深六、一〇餘公尺或在共以上，以前為用人力奮力汲水，近年漸有用揚水機。管井之徑約五〇公厘或多至三〇〇公厘，五〇〇公厘，又可稱之為深井。

5. 滿洲水井⑥

鑿井工程



如華北滿洲地表而下一〇公尺左右，即有地下水沙層存在之地方，利用此種水井甚為方便，先鑿井筒（直徑三、一〇公尺）至帶水層，再由該層之井側向四外打入一〇公分以內之鋼製有孔鐵管（須水平方向或近水平方向），以資水源可以豐富。

6. 淺井

淺井為利用地表附近之地下水，由簡單手押揚水機方面言之，以淺於手押機最大能力一〇公尺者曰淺井，由工程之難易方面言之，以三〇公尺以內者為淺井，斯項井因距地表不深，故其水質大體與地表水無異，雖淺，但業已經過砂層之濾過，水質尚甚良好，淺井中之筒井內徑多在一公尺以上，無論如何，周圍井壁概分裝砌部分，及集水部分。

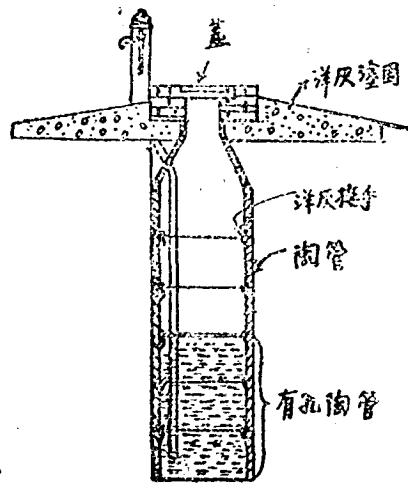
7. 普通深井及自流井二項統稱之曰深井

深井為距地表甚深之井，由手押揚水機能力方面言之，以深於一〇公尺者曰深井，由工程方面言之，以深於三〇公尺者曰深井，普通深井用人、畜力揚水。自流井因地層之壓力，其下層之水可自噴而湧於地表之上，有時或湧出地面數尺以上。

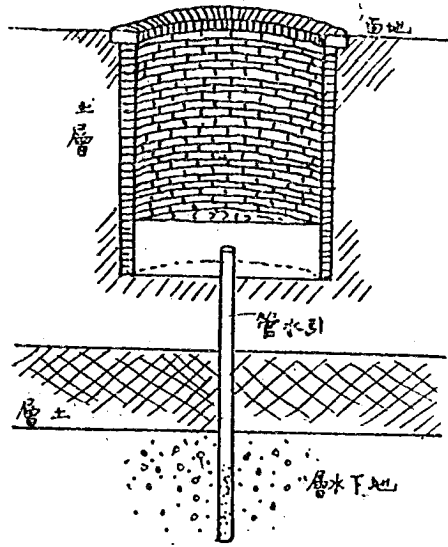
將普通深井（洋井即機器井），又名馬神井（machine well）自流井（日本名自噴井、或掘拔井戶），深井全部，上總稱井，閉鎖式井或盲自式井，總稱之曰新式機器井。

8. 露天窰井又名窰井

我國舊式井，口徑在一、〇公尺以上，歐西則有廣至二、〇、三〇公尺者，井口大小應視地下水流流量而定。深淺隨含水層深淺而定。如依井口大小又可分大井、小井，其區別之法，凡其口徑在一公尺，揚水機用一人轉轆者曰小井，如口徑在一、



改良井剖面圖



五、二、〇公尺，揚水機用畜力水車，或二人以上之轆轤者曰大井⑤，小井之大部爲土井（非砌井）⑥，不加任何裝砌之井壁。小井一部，及大井之全部有用磚砌者曰磚井⑦，即砌井（木砌，石砌亦可併例此內）。

9 圓筒淺井⑧

揚水處亦類似管井。雖利用管類接裝，但不深不過三〇公尺，乃收集淺井附近之地下水，大部用鐵管，鉛管，或竹管，口徑以八、一六公分者居多，上面可裝抽水機以揚水，掘井其隨地可作，且全用人力，惟以多鑿淺井作工業及水道之水源，則不甚相當，不但水質不良，而且對於附近水田，土地，地下水頗有影響，故水道水源或工業水源，則不常使用大批淺井。現在又有由普通露天寬井之井底向下掘鑿，打入

數丈之竹管，鐵管者，曰改良井⑨，普通多用之於灌溉方面，連同磚井⑦及土井⑧統稱之曰中國舊式水井⑩。或上部成爲圓筒形井壁用洋灰鐵筋筒，下部有鐵管按至深層，以資出水容易，湧水豐富，圓筒底用洋灰塗固以免漏水，地面上或於圓筒中部按裝揚水機以資揚水，現用之於灌溉方面者，如北京右門農場，用之於水道水源方面者，如近來北京水井水源是也。

10 衛生井（填礫井）⑪

爲講求衛生起見，在井壁及原土筒間加以石礫填塞，以增濾水之能力者曰填礫井。

11 將河川伏流攔止堰堤溝渠⑫，及橫井⑬，滿洲水井⑭填礫井⑮，總稱之曰特別水井⑯。

第五 各種井之構造及鑿法

爲明瞭水井種類起見，將中外東西學者鑿井家之分類方法及所有名稱已臚列於前，雖名詞稍有不同，但構造及鑿法均彼此大同小異，故不必一一述其鑿法，宜擇要詳述，以免重複。再以華北數省，旱災頻來，晉豫陝甘罹災尤重，救災鑿井異口同聲，而以交通阻障、機器之購置、機工之僱用，諸多困難，故雖當局竭力提倡，極端獎勵，而鑿井以費巨仍屬慮慮，欲求鑿井之發達，以振興水利，救濟旱災，首當提倡我國華北舊式鑿井法，加以改良，以收水利普及之效，若夫機器鑿井，則有待於大規模之工場，鐵路等，尙非爲一般普及之急務也，故以下對於舊式鑿井法之實際方法或各地鑿井之經驗同時講述，至於機器鑿井之各種方法以及人工掘井之重要掘井方法，尤其在華北最盛行者亦悉予記述，以期充足斯項有系統學術之資料。茲分華北舊式井掘鑿法，管井人工掘鑿法，管井機器掘鑿法，以及鑿井之困難與臨時處理方法四項，詳細說明於後。

一、華北舊式井掘鑿法

茲先略述水井之構造，以備參考。華北舊式井多爲露天寬井，論其形狀，由水平斷面自上而下觀之，有圓形，橢圓形，卵形，矩形，或多角形。主要依揚水機種類而不同，用轆轤者，井口及水面爲圓形或橢圓形，二人轆轤者爲橢圓形。用水車者地面井口爲矩形，水面爲橢圓形，用桔槔者爲卵形，由垂直斷面自側而觀之，有直筒形，有下膨形。有砌裝或無砌裝，二者均以上小下大者爲多，上小者可以便於裝置容易搬運而有一定尺寸之揚水機具，下大者便於貯水量及湧水量之增多。山東省濟南，歷城，濰縣，泰安，鄒縣，河北省近山地帶及山西省高原多土井。津浦線北部，京山線土層含砂礫，易於崩頽，故不能不加砌裝，此等地帶多石井，磚井，及他種砌井，或有以鐵筋洋灰管，陶管裝砌者。依資材而別，膠濟線濟南及歷城間，或濟南及泰安間，徐州附近，京山線之山海關，唐山或山西省近山地帶因石材多，故多砌石井。其他平原地帶多砌磚井。在北

京保定，石門，辛集附近尚有於砌井之井底，再向下掘整，打入竹管，鐵管數丈，是為改良井，可以使深層之地下水收集迅速以資水源得以豐富。根據上述，由資料及地層之不同，可以分有裝砌者及無裝砌者二種，其有裝砌者包含特別土井（山西省北部有一種穿靴戴帽土井），磚井，石井，或二和土井（石灰三，黃土七）。以及其他各式裝砌之井。由地方及地質別，津浦線南段，及膠濟線大部山東褐色土，或砂礫土之地帶以及山西高原地帶，太行山麓附近，其使用轆轤之水井多不加裝砌，砂層地帶以及水車裝置井，或飲料用水井則多行裝砌。或於一、二公尺深部分略加以石砌或磚砌，以下或有用二和土，或，竟不裝砌，但洪水泛濫地帶，土井不適當。

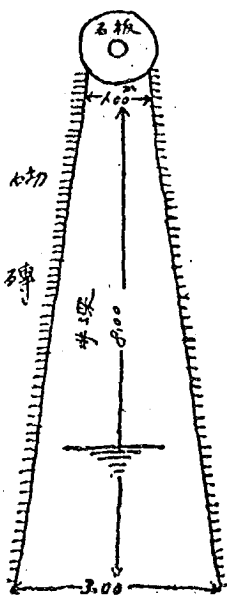
至其掘整方法，均以人工用普通鐵鏟等物浚掘，再以斗罐起泥，搭架司其升降，土井筒完成後，在潛水層內周圍砌磚，或木，如不易坍塌之土層，不砌亦可，或自井底向下打入數丈之管類，以充水源，茲分述如下。

1 砌磚井（包含各式裝砌井）

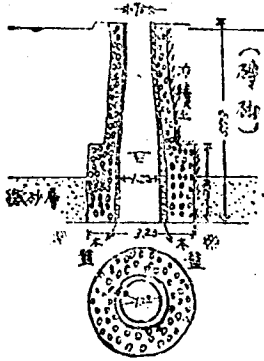
磚井又名旱磚井，乃掘地及泉，將其四周（俗名井筒），用磚砌成者，由井筒之形狀如何，可分圓，矩，或直筒，斜筒，至於井筒裝砌，除大部用磚外，亦有一部用石，洋灰管或木板者，各種井型如圖。

山西柳洪洞縣湖橋村

下膨型小井

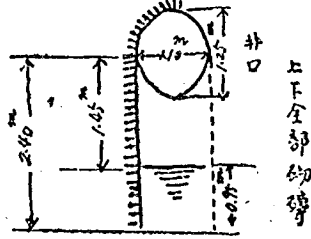


外城州覺縣洞源碑



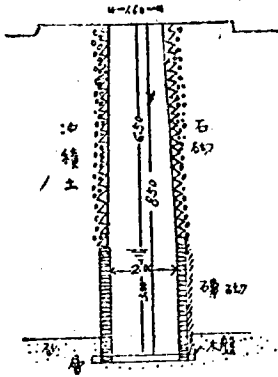
直筒型

山西省洪洞縣賈村北密上南

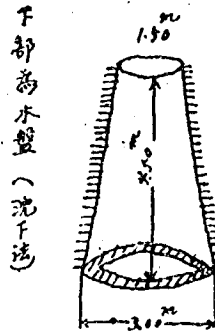


上下全部砌磚

遼寧省錦州附近



山西省趙城內東南隅



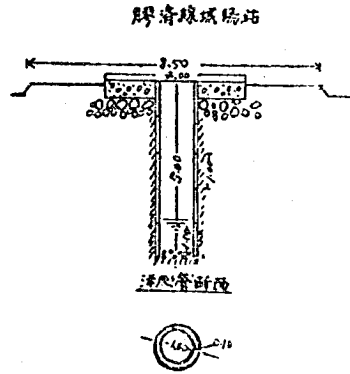
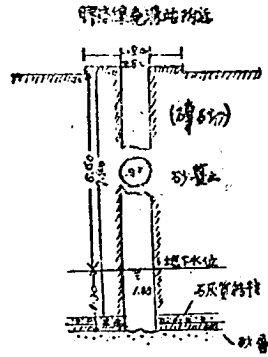
下部為木盤（沈下法）

自上口至全底全部砌磚

大汝口	登州	地名	全深	地下水位 (自地面至水面)	水深	地 形 表	水 面 狀	垂 直 揚 水	地 層	備 考
10.00公尺	3.6公尺					形 狀 尺 寸	形 狀 尺 寸	斷 面 圖	部 分	
1.8公尺	3.3公尺					圓形 徑 1.8公尺	圓形 徑 1.3公尺	下膨形 下膨形	沖積黃土 沖積黃土	
1.5公尺	2.6公尺					縱橫 徑 1.5公尺	圓形 徑 1.3公尺	水車 沖積黃土	砂 層	
										磚砌

普通以斜筒形爲多，其砌磚上下口徑差度，如某井約深三丈，則山下而上每一丈，可將口徑縮小一·一·五尺。雖不若直筒形之堅固，而水量較多。井口必小之理，因揚水具爲易於搬運起見，均有一定之尺寸，如上口過大，不但不裝置揚水具而且用磚必多，關於各地砌井之構造，深度，茲略記如左，以資參考。

各地砌井（磚井及其他）構造一覽表



永定門	豐台	黃村	郎坊	胥各莊	唐山	昌黎	北戴河	秦皇島	黃台	黃台	朱劉店	郎縣	城陽	胥縣	德縣	安城	高山	泰安	
五〇〇	三〇〇	五〇〇	一、五	五、七	七、六〇	九、四	六、七	二、八	五、七	六、〇	一〇、〇	四、五	四、六	六、五	六、〇	六、七	一〇、七	七、〇	
二、九〇	二、五〇	二、五〇	三、七	二、四九	四、八〇	六、六	五、六	一、七〇	四、五	六、〇〇	八、〇〇	一、九	四、六	五、五	四、〇	四、五	九、〇	五、八〇	
二、一〇	〇、七〇	二、五〇	一、四〇	二、七六	二、八〇	三、七	一、一〇	一、五	一、三	〇、五〇	一、五	二、四	〇、三	二、〇	二、〇	二、五	一、〇	一、〇	
圓形	圓形	圓形	圓形	矩形	圓形	圓形	矩形	圓形	矩形	圓形	圓形	圓形	圓形	圓形	圓形	圓形	圓形	矩形	
〇、七	一、〇	一、〇	一、〇	六、角形	二、〇〇	一、六	〇、五	〇、五	一、六	〇、七	一、〇〇	一、〇〇	一、〇〇	〇、五	〇、五	〇、七	一、一	〇、四	
圓形	圓形	圓形	圓形	六角形	圓形	圓形	圓形	圓形	圓形	圓形	圓形	圓形	圓形	圓形	圓形	圓形	圓形	圓形	
一、五	一、〇	一、三	一、〇	二、邊〇、六	二、〇〇	二、〇〇	一、〇〇	三、〇	一、五	〇、六	二、〇〇	一、〇〇	一、〇〇	一、五	一、五	一、五	一、〇	二、〇〇	
圓筒形	圓筒形	圓筒形	圓筒形	圓筒形	圓筒形	下膨形	下膨形	下膨形	下膨形	下膨形	圓筒形	圓筒形	圓筒形	下膨形	下膨形	下膨形	下膨形	下膨形	
水車	轉轆	轉轆	轉轆	轉轆	轉轆	水車	轉轆	桔桿	水車	水車	轉轆	轉轆	轉轆	轉轆	轉轆	桔桿	水車	水車	
砂	砂	沖積黃土		砂	沖積黃土	沖積黃土	沖積黃土	沖積黃土	沖積黃土	沖積黃土	公共黃土、一、五公尺桔桿	堅	粘	沖積黃土	沖積黃土	沖積黃土	沖積黃土	沖積黃土	
砂	砂	黃砂粘土		細砂	砂	砂	砂	砂	砂	砂	水成岩以下不明	堅	粘	沖積黃土	沖積黃土	沖積黃土	砂礫	結核砂	
砂礫	砂礫	砂礫		砂礫	砂礫	砂礫	砂礫	砂礫	砂礫	砂礫	砂礫	砂礫	砂礫	砂礫	砂礫	砂礫	砂礫	砂礫	砂礫
磚	磚	磚	磚	石	石	石		石	磚	磚	石	洋灰管	洋灰管	磚	磚	磚	石	石	

至於磚井實際掘鑿法，在掘井地點刻好此預定口徑稍大之圓周或橢圓形，以洋鎬，鐵錐向下掘，向上拋土，如稍深，不便掘土時，即用兜袋或筐盛土，泥，由地上之人曳之而出，棄於井口附近，再深則須於井口上置一臨時大形轉轆架，用鐵波揚泥土，或用滑車由人拉出，或用畜力牽引，直俟掘至地下水而爲止，以下稱水中工作（水活），可分吊盤法及搶盤法二種，茲一一述之如下。

A 吊盤法

吊盤法，先掘一圓形土筒，深及地下水面，見有潮濕土質或砂礫即止，其次再將事先製妥之木盤吊於土筒之底，盤上砌磚筒，然後再向下用極迅速之方法，一面掘土排水一面木盤連同磚筒即徐徐自行沈下，茲依其工作順序再詳述之。

(甲) 掘挖土筒

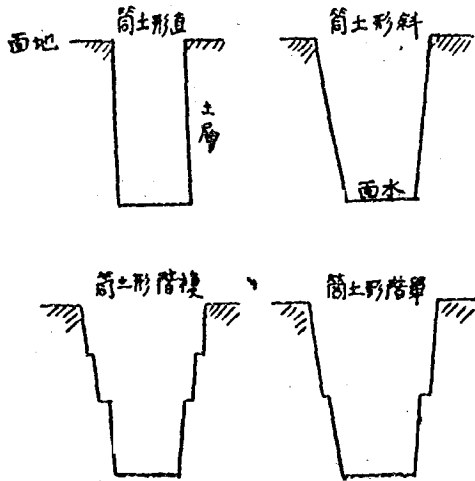
於掘井適宜地點，掘挖圓形土筒，深及水面，其形有直形，斜形，階段形三種。

斜形者於沙質地帶可減輕塌場危險，最爲合用，至階段形者於水位較低之井，最爲適宜，因其中間有階台一層或數層，人可由之上下，對於工作至爲便利，至於直形則宜用於黃土或不易崩頹地帶。無論採用何種形狀土筒，其下口直徑須大於木盤直徑二、三尺，以便木盤可以吊置其中。

(乙) 製作木盤

木盤係用木製環形兩個，上下平放相疊而成，其狀如圖。

鑿井工程

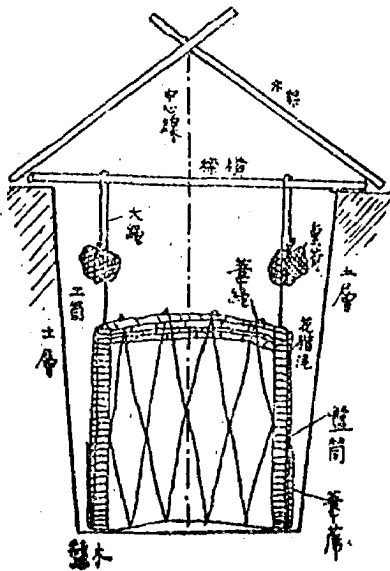


每個木盤係由若干段板片併成，其接縫處均用鐵片釘好，又兩盤相疊時，須令其上下兩接縫處，互相參錯，（即上下兩盤之接縫處，不令成一直線），以資結實耐久，然後再以釘連接之，以求上下兩層連結堅固。其內口徑與預定井之下部水面口徑相同，盤寬須較磚寬二、三寸，厚共約二、三寸，木盤於事先委由木匠製妥，以備應用，至其材料則用柳、榆、槐、柞、楊均可。

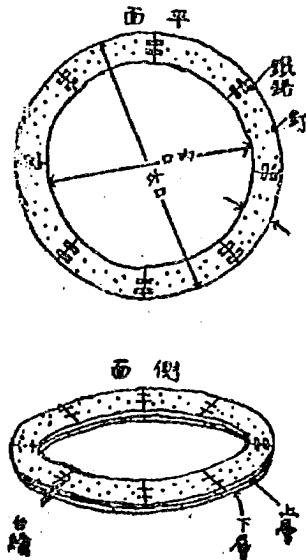
(丙) 砌孔盤筒

將木盤平置於土筒底上，於盤上用磚砌成磚筒約一丈高，（普通此磚筒高度須高於其地帶之水深，如水深九尺，即須一丈高），此項木盤磚筒俗稱之為盤筒，或缸。盤筒作成後於其外側塗以稀泥一層，（麥、稻、穀稻切成小段混於土泥內），下部用蘆席包裹，然後再自其底部至頂端，用草繩若干條，每隔尺許上下垂直斜方將其捆好，捆好後再自其內側草繩之中間，每兩繩用蘆繩橫方連接並扣緊之，藉使其格外結實，如筒徑過大，或可將數條圓形木杆立置於筒及席外，以繩扣緊之，以免崩塌，總之此種盤筒曰磚盤筒或磚缸。尚有洋灰筒缸者，則以三和土混成

盤筒剖面圖

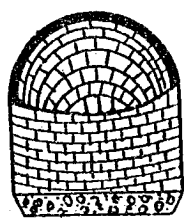
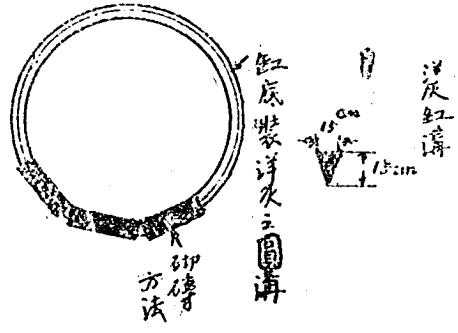


木盤形狀圖



混狀，倒於井筒部周圍溝中，溝深五寸，底爲尖形，溝口寬於磚面之寬度，亦約五寸，濕乾一、二日後，於其上砌磚，砌至相當高度止，其內外用洋灰漿塗，自外觀之，如一洋灰管焉，使之濕乾即可，此種洋灰筒不必用索繩捆綁，亦不必垂

洋灰缸(洋灰筒)



吊，不過於旱時，橫層地下水不易滲入，是爲洋灰缸缺點之一，至於磚盤筒不但由下部可以湧出地下水，即橫層地下水亦易流入，洋灰筒適宜於下部有流沙之地帶，以防流沙竄入井筒之中，如用磚盤筒則周圍泥沙易由磚隙流入井內，或漸行淤塞井底，爲磚盤筒缺點之一。

(丁) 垂吊盤筒

鑿井工程

鑿筒（指磚鑿筒），於砌築以後，用大繩四條將其一端分繫於鑿筒上口之廣繩上，其他一端則各繫於極重之鐵塊或石塊上，而將其分掛於井口之兩根橫樑上，藉使鑿筒可以徐徐下降，（如鑿筒剖面圖所示），橫樑乃用兩根粗木，須能載重，平行的橫置於井口之上，其長須超過土筒上口之直徑，所以垂吊之意，原求木盤上所刷之磚鑿筒可以平衡下降，如果工人認為技術放熟，不用垂吊亦可，即將磚鑿筒架砌結實後，開始下部工作即可。

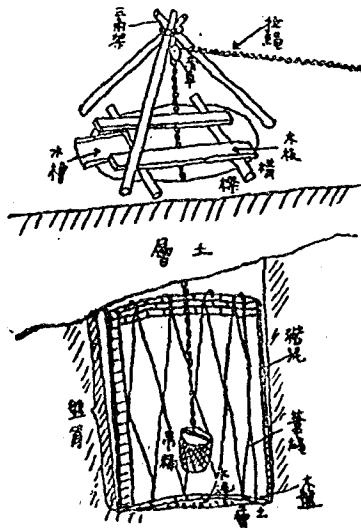
（戊）架裝吊桶，（罐，水斗）

在井口上架設木杆支架，上繫滑車，下垂吊桶，以便將井底之泥水搬出井外，又在前述之橫樑上，可置木板數塊，以便工人站立其上，拉送吊桶，又在橫樑及井邊間，可架水槽一個，以便將泥水傾入其中而排出。

（己）挖泥排水

以上各種準備工作完成後，乃用極迅速方法，在鑿筒之下部用鑿鉞挖泥，同時將泥及水由吊桶不斷的向外排除，如是井愈挖愈深，則鑿筒亦隨之而下，及至水源，愈掘湧水愈多，井底工人，無法將水排除，同時其掘泥水工作亦無法進行，乃鉞平底面，將鑿筒垂直平衡落實，同時再將其內側之選繩等割斷，而除去之，此項工作與鑿井時期之地下水位深淺有密切關係，所有井底及井上之工人，均須互相呼應，努力工作，一氣以呵成之，切不可於中途間斷，蓋萬一中斷，則井內之水，愈湧愈多，以致再行排除勢必又費許多手續，普通鄉間於築好磚鑿筒或作妥洋灰筒，尚未淘泥之前，多由主人出以酒肉饗工人一食，豫先慶祝鑿井工作已完其大半，並以此宴席略事安慰工人，以資振作精神而待開始水中之工作也。下部工人將泥水用紙或其

架裝吊桶及吊架



他器具裝入吊桶內，由十數人拉滑車之粗繩，向有水槽之反方向拉去，或以馬驢拉之，可以節省人力，在橫樑板上站立之工人，曳吊桶而傾於水槽內，以便排出。

(庚) 砌磚填土

盤筒放下後，乃在其上接砌磚筒，磚與磚間略塗以二和土，井口徑大小照預定尺寸由下而上逐漸砌磚，其已作好之盤筒為上下垂直者，磚筒底部（即接盤筒處），尚與盤筒口徑略同，漸上漸狹，每高上一丈，約狹一尺，砌時循井口垂下之中心線，或用直徑長之木杆，竹杆時量之，以盈稍有不法，將來即易頹塌，一面砌磚一面向磚筒及土筒間填土捶實，直至砌磚至

高出地平面半

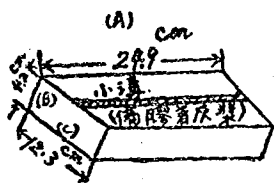
尺左右為止。

同時復將土筒

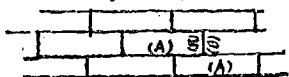
及磚筒間之空隙，用土加水着實填平，或有時加入礫石，以期堅固，不然上部降雨必由未填塞妥實之孔隙滲入，年久則易成空洞，水由磚孔流入井中，而使磚筒壽命短少，

(辛) 地上部之整理

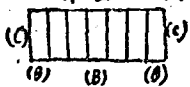
地上井口周圍附近，應以磚砌固，如水車井，其牲畜迴行道路即井台更須



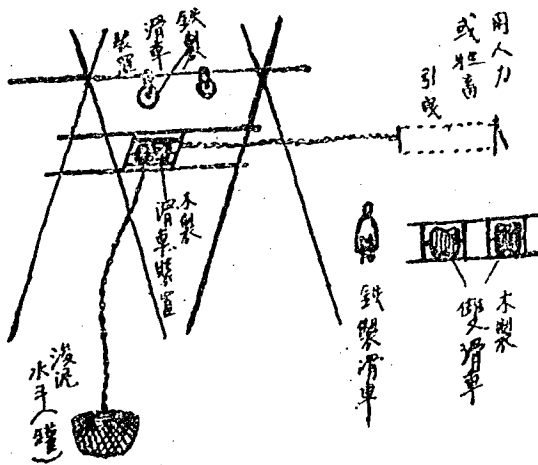
早收砌法



橫壁砌法



滑車 (木製) 用人力畜力



堅硬，通常為直徑六—七公尺，高出地上○·六○公尺之土台，又受水之水槽，或用石或用木，不可稍事敷衍，以免井筒及磚筒間有水滲入，而成孔洞，並且井口地上土台須砌高出地面之理，則因井口高出地面可以向田地任意低處引水，均能成爲相當之水流坡度。

(附) 整磚井實際情形

a、北京西郊(二九年，九月)

口徑六尺，深三丈，

旱筒(非土筒)

自地面至一丈深

其後每一丈

(即用上部一丈工人之三倍)

再下每一丈

砌磚，磚六，○◎◎個，一大工(瓦匠)每日二○小時，可砌五○◎磚，用十二人。

小工	上方	用	五人，
	下方	用	一○人，

要工人	四·五人
要	九·○人
要	一八·○人

三一，五人

淘泥水(水活)大工五人，小工五○人，

整理地面上井口附近，高二尺，一丈二尺平方，大工四人，小工一○人，

共需大工二○~三○人，小工一○◎~一五○人，

b、石門附近

四、五尺
口徑 五·五尺 大井、深二·五〇三·〇丈（小井口徑一·五尺、深九尺）
七·〇尺

至水面止掘土五人二〇〇四〇人（小井一〇人）

木盤四寸寬，二寸厚，徑四〇五尺，依井口大小不同，柳木二層，

砌磚二〇人（小井一〇人），淘泥水三〇人（小井一〇人），

井口附近整理（高出地面二尺，八平方尺）四人二日，共八人

合計五〇〇八〇人（小井二五人）

c、保定附近

口徑 大井五·五〇六·〇尺
小井三·〇〇四·〇尺 深一·五丈

用磚三、五〇〇〇六〇〇〇個

掘土及淘水砌磚用五〇人（淘水二五人）

上整理八人，共五八八人，計掘六日。

d、豐台北馬廠村

口徑 五尺
七尺 深二·五丈

掘土筒第一日二人，第二日三人，第三日五〇人，共七五人。

鑿井工程

砌磚，二、五〇〇個，大工五人，小工八人，
淘泥水，大工五人，小工二〇、三〇人，

地面井口整理及井台，大工三人，小工三人

共大工一〇、二〇人小工一〇〇、一二〇人

泰安

用石砌，約需一〇〇工人

井口周圍外部(井口)有直徑六公尺，厚約四〇公分之堆土，以備牲畜通行之用。其下有暗渠，由井口水槽達於幹線用水路，而及田中。

昌黎

砂質地帶，磚筒，需三、四日完成。

第一日 工人一〇名，先畫一直徑四、五公尺圓形線，在其中用洋鎚，鉗，鏟，鐵叉子等由上而下掘之，一日掘下三、五〇公尺深，稍見水。

第二日，瓦匠二人，木匠二人，工人一〇人，準備井架，爲作盤筒起見，預備木盤，磚，粗木及繩。並其他磚，石灰等材料。

第三日，瓦工及工人三〇人，施行水中工作(水活)。

在盤筒下，用鏟漸漸向下掘，泥土水等裝入水斗子曳之而出，盤筒沈下，水活工人因過冷，須一〇分或一五分鐘即行交換出地面上休息一次，以資增進能率。

磚與磚之間隙用二和土(石灰三，黃土七)膠着。

土筒填裝，上部整理，視宴。

g、兗州

木盤爲圓形，或多角形，用柳製，上部完全石砌。

如不經過礫層時，須用磚屑石礫等於石砌筒外及土筒間填入，以防止土砂流出或崩塌。

n、濟南附近礫磚調查一萬塊所需煤炭數量

新式(迴轉式)用三·二公噸

舊式(中國密)用三·五公噸

B、抬盤法

開整圓形土筒，直至水源漸旺，無法排水挖泥時，乃速將事先製妥之環形木盤，平置於底部，然後再一面努力排水，一面在木盤上用極迅速之方法築砌磚筒，直至較地面稍高爲止，茲詳述其工作內容如下。

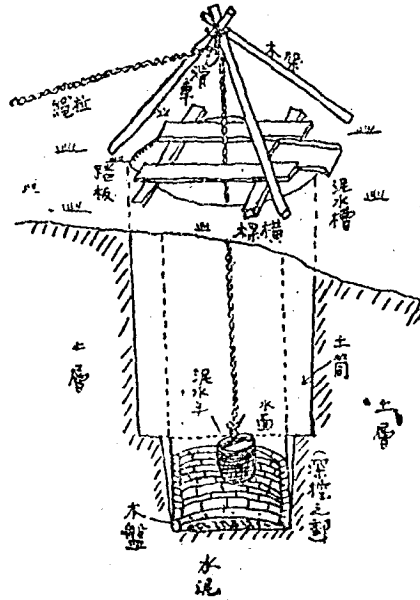
(甲) 準備工作

挖掘土筒，製作木盤及裝設吊桶等準備工作，概如吊盤法所述。

(乙) 挖泥排水

以上準備工作完成後，在土筒底部一面挖泥，一面淘水，而將其用吊桶排出於井外，如是不斷工作，直至水源漸旺，湧水愈多，非底工人無法再行工作時，乃始將井底鑿平，並

法作井盤槍



將木盤平置其上。

(丙) 砌磚填土

將木盤平置於井底後，復立即一面努力排水，一面在木盤上用極迅速之方法循中心線累砌盤筒以及磚筒，其狀況直如強盜之行搶，故有搶盤法之名焉。直至磚筒已砌高出地面為止，又同時復向磚筒與土筒間逐漸用土加水捶實填平，直填至地面以上，如是工作即行告成。

又在砌磚筒工作時，其工作務須敏捷，技術尤務須熟練，蓋工作如不敏捷，則水愈湧愈多，不及將其排除，勢必至不能施行砌磚，技術如不熟練，則所砌之磚，不能依照規則施工，日後必易倒塌，但水面以上之磚筒則可慢砌，以求堅固。

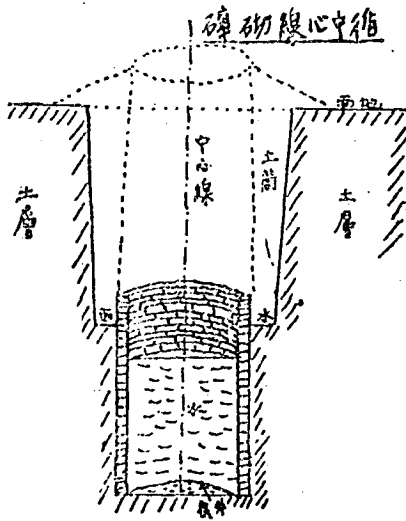
(丁) 以上二種盤筒方法之比較

吊盤工程較為堅固，開鑿亦能較深，又在土層多沙，土筒容易倒塌之處，更非此法不可。惟其工程較為繁複，費用亦因之較多，是其缺點。搶盤法與之相反，其工程頗屬簡單，費用亦因之較低，但其工程並不甚堅固，而開鑿時又易出危險，故不能過於深大，此則為其缺點也。

(戊) 擠當鑿井工作之工人

地面上運搬泥水，或拉滑車，由一般勞工，木盤及砌磚由木匠及瓦匠實施外，其水中工作須由鑿井有經驗而體格健壯者掘鑿之，始有效果其他助手均可僱用一般農民為之。關於鑿安風俗均如吊盤法內所述。

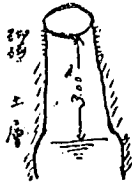
2. 土井



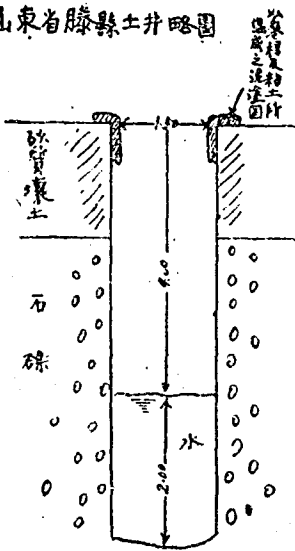
土井按情形可分兩種，一種是旱井，即缺少河川而且地層深厚，或缺乏地下水源，鑿井困難之地帶，掘地爲井，塗以二和土於井筒周圍，防止漏水，而接貯天水（雨水）以備用，（如山西省北部長城附近神池縣一帶）尚有一種爲利用地下水，以地層堅固如黃土層，不行裝砌之水井也，亦即本節所欲詳述之者也。

其他如磚窰用特殊土井或新墾坎井因只限於某一地域，並非普遍者，於茲不加贅記。至於本節所謂之土井乃指在地層不易翻場地帶，如津浦線南部，膠濟線大部，爲山東褐色土，或砂葦土，所掘挖而不行裝砌之井，以及山西省大部之土井是也。但洪水地帶則不相宜，因每於泛濫之後，井筒易被淤塞。土井以山東省歷城，濰縣，泰安，鄒縣附近爲最多，因易掘而又費廉，但不耐久，據滕縣報告，土井可使用三、五年以至十數年，其掘法與磚井之土筒人工掘法相同。多半爲直形，亦有下膨型及特別形狀者，惟不砌磚而已，如果爲防止井口上部土層，或湧水層之砂土層或砂壤土層之崩壞起見，有以粘土混麥秸塗而固者（如山東省滕縣及河南省新鄉縣），或於井口以下近處周圍稍砌一、二公尺深之石材，如山東省鄒縣界首，黨家莊，泊頭，大臨池及山西省之土井一部，或於井口及中部有塗二和土者，如山東省兗州及河南省新鄉一帶。或於上部有砌磚一、二公尺者如山東省楊家莊，益都，淄家店，周村，歷城，泊頭，坊子，山西省土井之大部，及北京新市街田地間土井以及河南省豫北道各縣土井。

北京新市街東部土井

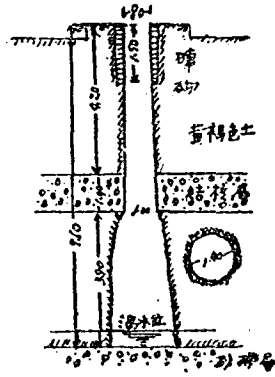


山東省滕縣土井略圖



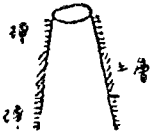
此井之構造
係用磚及土
建成之淺井

黃台層城間

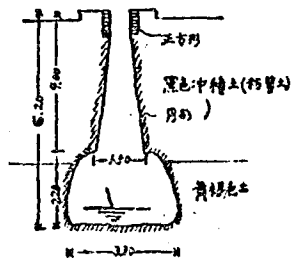


鑿井工程

河南新鄉小冀附近土井



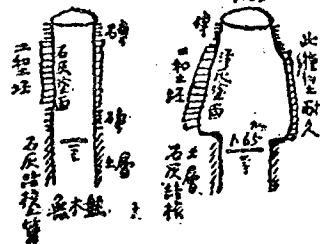
河南新鄉縣城外的
約6尺徑之



河南新鄉附近土井

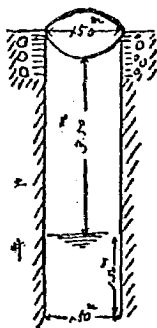


磚灰土井

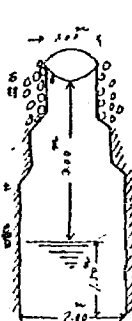
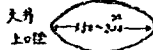


八二

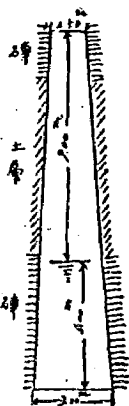
長形井成內



井底由木架



出學長下縣大堡鑿土井 (上部石砌)

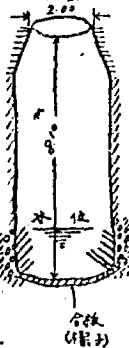


山西右臨汾縣林堡家河村大井
井口及井水層均磚砌 其四層以上層

山西 山陰縣 下大縣村木架井

(上部磚砌，中部土層井，下部清水層為木架合板)

板架有凹處可以承接木架或石架可拆換
細土層之間填以石塊填實



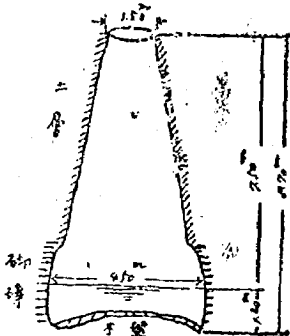
下部合板即由磚砌成有管通作見木架
上部磚砌即由磚砌成有管通作見木架
中層土層即由土層成有管通作見木架
下部清水層即由清水層成有管通作見木架
井底由木架



土 井

(清水部分均磚砌)

山西右臨汾縣下大縣村



土井既不必砌磚，故不需要若何熟練之瓦匠，或石磚等材料，農家可以自掘，每井約需二〇~三五人即可。例如灤縣黃土沖積地帶，無裝砌，第一日六人掘至湧水地點，第二日三人分爲五組互相輪流交換，一舉成功，即將湧水層內之亂泥，土砂漂出後，井口稍加修理即告竣工矣。

土井井口多圓形，橢圓形，少有矩形，除用上下窩轆轤轆者外，蓋多用普通轆轤而少用水車者也。井上口徑自〇·五五~一·〇〇公尺，下部直徑爲一·〇〇~三·〇〇公尺，多爲下膨形，間有一部爲圓筒形者，其深度以各地平均在四·四〇~一二·五五公尺之間，茲擇錄各地土井構造及地層之狀況列表如下，以資爲研究掘鑿土井之參考。

地名	(井全深)	地下水位(自地面至水)	水深	形狀		狀		地		備
				地	水	而	斷面	部	層	
沙蔚	六公尺	三公尺	一·〇公尺	圓形	圓形	徑公尺	下膨形轆轤	上部	湧水部	上部一公尺礫石，以下無。
鄆縣	五·七五	四·六	〇·六	圓形	圓形	徑公尺	下膨形轆轤	上部	湧水部	上部一公尺礫石，以下無。
兗州	四·七五	三·五	一·五	圓形	圓形	徑公尺	下膨形轆轤	上部	湧水部	上部一公尺，二和土層固，下部無。
兗州	三·六	三·七五	〇·九	圓形	圓形	徑公尺	下膨形轆轤	上部	湧水部	上部一公尺，二和土層固，下部無。
界首	八·三	六·八五	一·五	矩形	圓形	徑公尺	下膨形轆轤	上部	湧水部	上部一公尺礫石，以下無。
黨家莊	三·〇〇	三·〇	一·〇	圓形	圓形	徑公尺	下膨形轆轤	上部	湧水部	上部二公尺礫石，以下無。
黨家莊	九·〇	八·〇	一·〇	圓形	圓形	徑公尺	下膨形轆轤	上部	湧水部	上部二公尺礫石，以下無。
泊頭	四·〇	二·五	一·五	圓形	圓形	徑公尺	下膨形轆轤	上部	湧水部	上部一公尺礫石，以下無。

高密	嶺山	坊子	坊子	科旗堡	濰縣	昌樂	譚家坊	楊家莊	益都	普通	艇家店	周村	大臨池	歷城
五七五	六八〇	九〇〇	七〇〇	五七〇	六二五	六三五	七〇〇	九二五	八〇〇	二五〇	九六〇	一〇〇〇	二七〇	二二〇
三八〇	五〇〇	七〇〇	七〇〇	二五〇	五八五	六〇〇	六二〇	八〇〇	六六〇	二二〇	八〇〇	七〇〇	八六〇	二〇五
一五五	一〇〇	一〇〇	一〇〇	〇五	〇五	〇五	一〇	一〇	一〇	〇五	一〇	三〇	三〇	一五
圓形	圓形	橢圓形	橢圓形	橢圓形	橢圓形	圓形	圓形	圓形	矩形	圓形	矩形	圓形	圓形	矩形
徑	徑	縱橫	縱橫	徑	徑	徑	徑	徑	縱橫	縱橫	縱橫	徑	徑	徑
一六〇	一七六	一〇六	一〇六	一〇六	一〇六	一〇六	〇五	〇五	〇五	〇五	〇六〇	〇六〇	〇七〇	〇八〇
圓形	圓形	橢圓形	橢圓形	橢圓形	橢圓形	圓形	圓形	圓形	圓形	圓形	圓形	橢圓形	圓形	圓形
徑	徑	徑	徑	徑	徑	徑	徑	徑	徑	徑	徑	徑	徑	徑
二〇〇	四〇〇	一〇〇	一〇〇	一〇〇	一〇〇	一〇〇	一〇〇	一〇〇	二〇〇	一〇〇	一〇〇	一〇〇	一〇〇	一〇〇
下膨形	下膨形	圓筒形	圓筒形	圓筒形	圓筒形	圓筒形	圓筒形	圓筒形	下膨形	下膨形	下膨形	下膨形	下膨形	下膨形
轆轤	轆轤	轆轤	轆轤	轆轤	轆轤	轆轤	轆轤	轆轤	水車	水車	水車	水車	水車	水車
沖積	沖積	沖積	沖積	沖積	沖積	沖積	沖積	沖積	沖積	沖積	沖積	沖積	沖積	沖積
黃土	黃土	黃土	黃土	黃土	黃土	黃土	黃土	黃土	黃土	黃土	黃土	黃土	黃土	黃土
結核	水成	水成	水成	水成	水成	水成	水成	水成	水成	水成	水成	水成	水成	水成
八公尺厚	八公尺厚	八公尺厚	八公尺厚	八公尺厚	八公尺厚	八公尺厚	八公尺厚	八公尺厚	八公尺厚	八公尺厚	八公尺厚	八公尺厚	八公尺厚	八公尺厚
結核	結核	結核	結核	結核	結核	結核	結核	結核	結核	結核	結核	結核	結核	結核
上部	上部	上部	上部	上部	上部	上部	上部	上部	上部	上部	上部	上部	上部	上部
〇六公尺	〇六公尺	〇六公尺	〇六公尺	〇六公尺	〇六公尺	〇六公尺	〇六公尺	〇六公尺	〇六公尺	〇六公尺	〇六公尺	〇六公尺	〇六公尺	〇六公尺
砌磚	砌磚	砌磚	砌磚	砌磚	砌磚	砌磚	砌磚	砌磚	砌磚	砌磚	砌磚	砌磚	砌磚	砌磚
下無	下無	下無	下無	下無	下無	下無	下無	下無	下無	下無	下無	下無	下無	下無

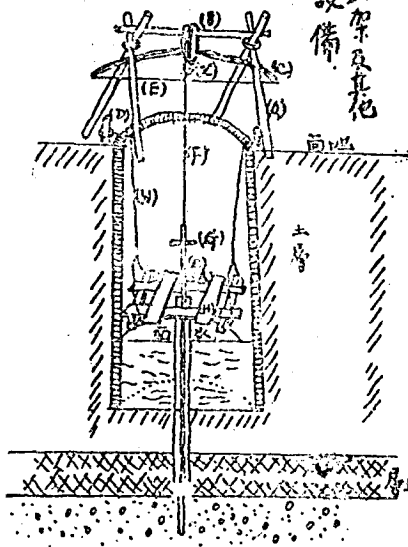
3. 改良井

改良井亦與磚井相似，惟因磚井有時水量不定，水質不良，或磚井已乾無水，乃更於其底部，依照鑿洋井方法，開鑿一孔或數孔。其深自數丈至十數丈不等，用鐵管，竹管，或木管按插於其孔內，深層水可由管底升至井筒內。

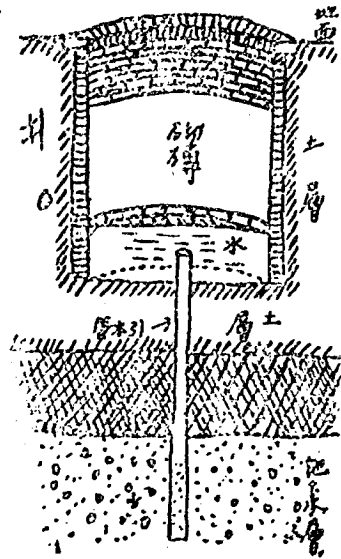
鑿井工程

改良井井深遠及地下水層，水量既屬豐富，水質亦復良好，用以灌溉廣大面積之農地，至為相宜，作為飲料亦比淺井為佳。又此種井，雖遇大旱，亦不易乾涸，可謂為半永久的水利設施，因此其掘鑿費較之普通磚井土井實倍屢也。改良井大部分在京漢線中段石門保定地區附近，或石德線之東鹿辛集一帶，及北京附近，蓋此等地區內土質易於掘鑿，但數目並不甚多，然農民對之極有認識，且其經濟力較其他各地農民亦稍充裕故也。改良井為洋井之簡

此架及其他設備



改良井剖面圖



單者，今農民既欲自動開鑿，實係將來提倡開鑿洋井深井之開端，為極可歡喜之現象，吾人應亟加以獎勵者也。

改良井分上下兩部，上部之鑿法與磚井之鑿法相同，茲不贅述，下部之鑿法，與穿鑿深井之人力鑿井法相似，除於深井人工掘鑿法內詳述外，茲先略叙如下。

(甲) 立架 如圖所示，在井口之上面立以木杆之支架 (A) 上架橫木一條 (B) 橫木中間懸大弓一個 (C)，弓背普通多以竹束為之，或用柳榆木亦可，弓弦多以麻繩為之，此外用多股鐵絲繩亦可，弓之作用在藉其彈力以減輕上提鑿孔所用之鐵錐等重

量，又在弓背中間緊繫滑車一個（x）藉以提取鐵錐等，以上為簡單之立架法，此外如所下之管較深時，須另立較繁複之木架，並以大木輪代替滑車之裝置，以便昇降鑿井繩具。

(乙) 下吊板 用橫木兩條，上覆木板四塊，搭成並字

形架，其中間留有尺方空隙，以便穿鑿用具可以由此通

過，然後再用繩牢繫四角。將其吊於井筒中間，如前圖。以

便工人站立其上，並於繩上綁一十字把手杆。以資穿鑿用

具捺下容易而省力。或於井口上縱橫置四條木板，以備工

人站立其上，持把手杆而鑿井。又有於井內，如圖所示，

立三大粗杆，其二杆間以橫杆連結堅固，下方於二橫杆上

放置木板一條，於鑿井時，大部工人在井上，一人立於此，以手稍扶鑿井繩或竹條，使繩常保垂直方向鑿下，勿使向側方搖動，而減少下擊之力。

(丙) 穿鑿用具說明 穿鑿用具之主要者，為鐵錐，竹條，及

把手杆等，鐵錐如下圖。

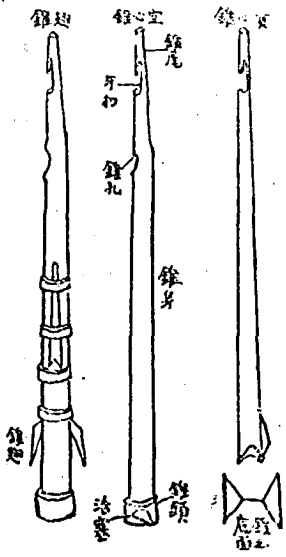
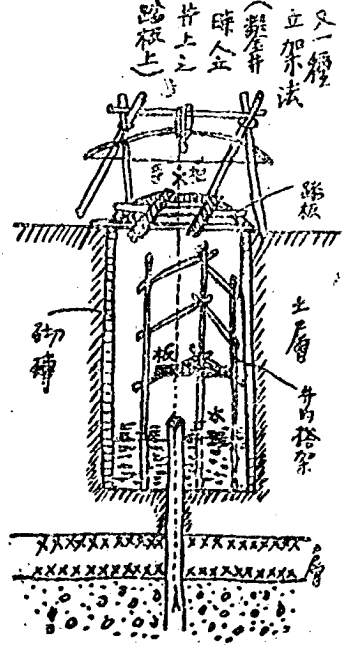
長約一丈八尺，直徑一·五寸至五寸不等，按其用途又可分為空

心錐與實心錐二種，實心錐其下端有稜，乃為穿鑿堅硬土層或礫

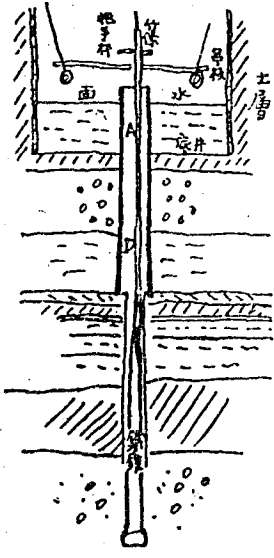
石層時用者，空心錐係圓筒形，其下端裝有活塞一個，向下頓鑿

時，活塞開啓，泥沙即行潛入，上提時活塞關閉，泥沙不能漏

出，如是上提下頓不斷，即可將土層穿鑿成孔，又在空心錐之錐

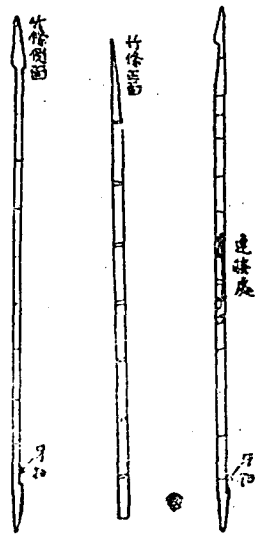


身上，附加鐵翅兩個，再別名爲翅錐，此乃於泉孔接成後，再換用此種翅錐，藉使泉孔擴大平滑以便接放管類。竹條如下圖所示，竹條乃用大毛竹劈製而成，寬約一寸四五分，長約一丈二二三尺，其兩端各刻有彼此相反之牙扣一個，此乃上繫於弓之中間所垂之繩端，下接於鐵錐之上。隨所鑿泉孔之深度，須漸次將竹條數增加，增加時，須將各竹條兩端之牙扣彼此對好，外加鐵箍數道即可。把手杆爲長約二尺許之木棍二條。以細繩交叉繫束於竹條上，便工人捺之使鐵錐向下猛力頓擊者。以上各種穿井用其在施工時之裝置，如立架圖所示，E爲弓弦，F爲竹條，P爲鐵錐，G爲把手杆。



(丁) 以上工作完備時，工人站於吊板上或井口踏板上，將把手杆向下按之，藉使鐵錐向下，頓擊最初所用之鐵錐須較粗之空心錐，俟鑿至相當深度時，乃如下圖所示，按裝木板護筒

AD於泉孔內。以妨上部泉孔之頹塌，並可使鐵錐之出入有據，以後再改用較細之空心錐，繼續穿鑿，如遇堅硬土層，或礫石層時則改用實心錐，用力穿鑿，又每鑿深五、六尺，復須改翅錐一次，爲使泉孔稍稍擴大，此外如穿鑿普通土層時，每鑿深二、三尺，須用滑車將鐵錐提出一次，使其中泥沙傾出，如遇沙層時，則須加粘膠土於泉孔內，於鐵錐上下穿鑿時，可以使泥塗附沙層周壁，而防其泉孔崩塌，如遇粘土層時，則又須以吸泥筒將



底部之泥抽出，以防鐵錐爲粘土所挾持而折斷竹條，如是不斷工作，直至鑿及良好儲水沙層爲止。

光鐵管



花鐵管



筒外包頭等



上口被泥淤塞，不利出水，可按一拐脖如下圖，雖屬小事，亦爲成功失敗之一重要關鍵。此種改良井可以置水車或揚水機而揚水。其用竹管者如後述之人工深井鑿井法內所列，至於用木材者於茲略述，以備參考。普通以長木片併成六角形直筒，如圖所示，板外並須纏鐵絲或棕皮，以資堅固，並可防流沙侵入，段段相接，而接入井孔之內。

(附) 改良井掘鑿實例

a. 辛集

大井口徑一·四〇公尺，底徑二·二五公尺，井深一·一五〇公尺，

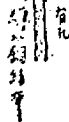
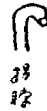
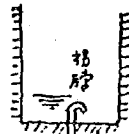
有孔集水管 (strainer) 深五·五〇公尺，

鑿井工程

(戊) 下管 鑿好泉孔後，即可下管，管之材料以鐵爲最佳，

否則用竹木亦可，鐵管管狀如圖，口徑須較泉孔稍細，其插入湧水層之部分，管壁並須穿有小孔多個，以便泉水流入，其孔外須用棕樹皮條包纏二三層，外緊束以鐵絲，以防泥沙侵入管內，各管節接好後，即可用滑車將其徐徐送入泉孔，其下端須直達水層，因鑿孔時曾記錄其深度，由下管之節數尺寸，可以判斷是否已到水層，上端須高出磚筒底部二二三尺，管下好後，再用抽水機將管中之泥水抽出，則清水隨之上升，而工程告竣矣。如恐管

改良井之管口端拐脖



鑿井工程

上部，水面上掘土工人一五人，上面下掘土一五人

砌磚工

二三人，

土砂泥等拉上工人

四八人，

雜用工人

五人，

有孔集水管接裝

三〇人

共

一三六人，

b, 石門附近水井，爲期湧水甚豐富起見，向井底打入徑〇。

三尺長一〇尺之竹管，據云可以多得倍量之水，又於掘鑿砌磚

後，以尙未達到良好地下水層，恐土層變化，或有坍塌，不能

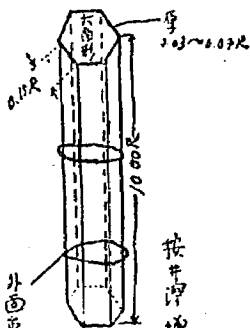
繼續掘挖時，亦以此法補救之。

二、圓筒淺井，深井之人工鑿井法。

凡圓筒淺井，深井可分爲人工鑿井法及機器鑿井法二種，茲先就二者之定義及區別以及人工鑿井法之特殊略述之。

由中國鑿井歷史所記可證，在漢代以前之四川火井，鹽井多用土法鑿深至三、六〇〇尺（一、二〇〇公尺），其法或用鐵鏈或用彈弓，即與現今上海，附近以及華北各地所行之鑿井法相同，至於機器鑿井則用以穿鑿石油礦井，或取鹽質，可收事半功倍之效，如穿鑿淺井，深井，自流井，則機器與人工未可偏廢，蓋井深於二〇〇公尺者或口徑廣於二〇〇公厘以上者則非藉機器之力不成，若夫工廠之用水，農場之灌溉，以及私人給水設備，深度不及二〇〇公尺者，或口徑狹於二〇〇公厘以下者，機器與人工二者，均可應用，實難有所取捨，有時人工或反優於機器，關於人工鑿井及機器鑿井之比較列表如下。

河南省
臨漳縣
新鄉縣
改井用木板補管之一位



外面裹以鐵管
全補包水障成管

項目	機器、鑿井	優劣	人工鑿井	優劣
水源	能達深水源	優	不能達深水源	劣
穿石	可穿石層		難穿石層	
時間	節省鑿井時間	優	工作時間長	劣
井管	適宜大井管		不適宜大井管	
費用	大	劣	小	優
運費	多		隨地可作，輕便。	
專門技工	需要	劣	不需要。	優
井土筒及井筒間之孔及破	距離大難封嚴秘		除工頭助手外，其他為勞工，適合井管大小，易封固。	

圓筒淺井，深井，自流井之掘鑿方法，其動力雖有人工，機器力之區別，如綜合分析，可以歸納為以下三法。

(a) 打入法 用重力將井管直接打入內地，管下部末端為尖形，其周圍並穿有濾水小孔，普通口徑一、三吋、深一、五、二〇公尺。

(b) 衝擊法 以發動機或人力，使鑿桿之一端鑽具上下衝動，因重力而漸漸入深，將泥屑抽出，並注以水，以防井壁崩壞，口徑普通六、一四吋。用彈弓者多為一、五、四吋。

(c) 旋轉法 掘穿鐵管之末端附以螺絲錐，向下旋鑽，管間插入小徑之送水管注以泥水，一部份水着於井壁，使其不崩類一部帶泥質由井壁及水管間或井管與送水管間因壓力關係而排出，普通適合於厚粘土層，不適合沙土及砂礫地帶。

至於我國都市鑿井最多之處莫如上海一隅，次為北京市內及附近，據統計所列，上海深井除舊租界地井尚不計及外已約

有六百餘處，北京城內飲水井亦約有四百餘處，最近正在掘鑿水道水源之深井。他如京山，津浦，京漢各鐵路車站用水亦多取自深井，又如天津特別第一區及青島自來水廠均以井水為公共水道之水源，除少數之深井係用機器鑿成外，大抵為以人工所鑿者，良以我國地多沖積土層，施工甚易，取水不難，而工程費用亦低，設備簡單，故人工鑿井漸漸代替機器鑿井。圓筒淺井，深井雖有深淺不同，均有管類之按裝，一般多用鐵管，口徑自三吋至六吋者為多，如非自流，井口之上須裝抽水機以汲水，如不求甚多水量之井，則以圓筒（圓管）淺井為最簡便經濟而適用，茲就其掘鑿法述之如下。

1. 彈弓錘掘鑿法

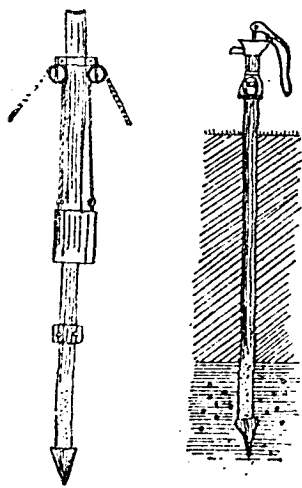
彈弓錘掘鑿法，最先於中國雖有發明，俟於十九世紀初葉又由日本傳入中國，現在華北各地斯種鑿井方法業已普遍，如北京，天津，保定，石門，昌黎，濟南各地均有鑿井工人，且於北京，天津，河南，豫北道新鄉一帶，山東兗州，鄒縣，曲阜，濟南，青島，及河北保定，唐山，昌黎，山海關，石門，博野，安國，深澤，東鹿各地，均能尋見以竹弓所掘鑿之改良井或深井。斯種鑿井方法雖屬簡單，須有地質，地形，物理，化學等普通知識，以及鐵匠，木匠，泥水匠之簡單技術。

A. 掘鑿用具

根據北京西郊及石門附近鑿井經驗者所談，以及劉福所著鑿井經驗談書內所載，須行準備以下各項工作。

(甲) 井架 井架為以圓形木桿所搭，高約六公尺（二〇尺），所有柱桿等之連結，均有繩索捆綁結實，其外觀如一座席棚之棚架，架之中懸一平板，高約七尺，架之四柱相距各約五尺，兩側斜置扶杆使其穩固，前兩柱之間有橫木多條相接，若

最簡單之打入法(竹管法)



梯，以便工人之升降，後兩柱間，則無阻隔，爲工作時取物及出入口（參閱九六頁圖）。

(乙) 木輪 普通深不及一〇〇尺時，或擬擊之井筒口徑細小者不用木輪，蓋即將竹條提出，無妨平展於地面，或捲置於一旁，如擊井太深或井筒口徑粗大，竹條過長，應有木輪，以便纏繞竹條，或司擊之升降，輪形如舊式紡車之輪，輪直徑約四公尺（一二尺）左右（亦即木板之長），以厚三、四分，寬三、四寸木板各六條，縱橫交叉釘置編成兩份，以板片支撐，結構處均用木栓楔緊，以便拆除運搬，中貫以軸，軸直徑三〇公釐爲圓鐵作成，兩端置於非架之橫木上裝按之凹槽內，輪須高出地面上四、五尺，以便旋轉，用時人立其中，以足前後踏行之，輪即旋轉，其上纏繞之井繩，因一鬆一緊，擊井具即可上下穿擊。

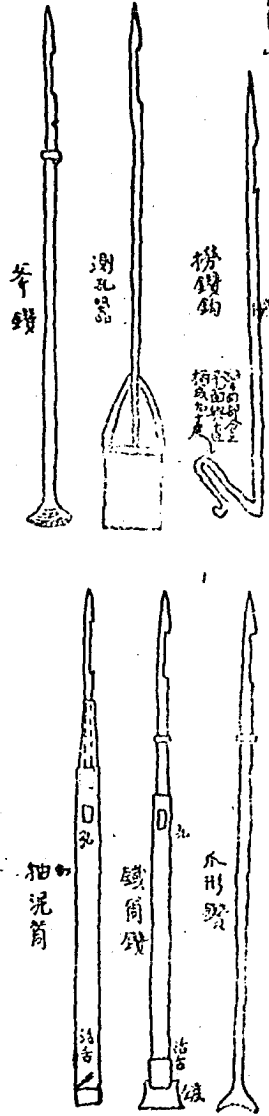
(丙) 竹弓 以徑三〇公厘（二吋）許之若干根毛竹竿，首尾參雜編成一束，長約五公尺（一五呎），粗約二〇〇公厘（七吋）上下，擊井在百尺以內者多用之，弓背中間以繩繫於架頂，兩端束繩若弦，由弦繩中點連垂一繩，以啓擊擊，藉弓之彈力，司鑽之升降，以節人力。

(丁) 竹條 用原竹片製成，寬三〇公厘（一吋）許，每段長六公尺（二〇呎）餘，竹條接筍處刻有凹凸痕跡，以便連接卡着，並以鐵箍扣緊更楔以小竹片，竹條下端接以筴，上方連結弦下所垂之繩，深度加深時，即增加竹條，可增至任何長度，如有木輪，一端繫擊，工作時，木輪捲動竹條，以便鑽錐上下，可以衝擊土層，而資擊孔。

(戊) 鐵鑽（鐵錐） 大部分鐵鑽與改良井內之鐵錐相同，惟擊碎石，須有鐵鑽，其構造種類甚多，一爲鐵杵鑽，長三、五公尺（一〇餘呎），徑三〇、四〇公厘，重八十餘斤，爲一圓杵，上細下粗，其頭或如斧（碎石者），或如爪，如星，如菊花（鑽泥沙者），上端與竹條相接，接筍下有凸出之圓，以便遺落時用撈鑽鉤打撈之用。一爲圓筒鑽，以鐵管造成，長六公尺（二〇呎）許，重三十餘斤，鑽頭有鋸齒狀者，有鋒狀者，鑽頭上少許，有刀刃以便旋轉刺泥，刃之下有活舌能向內開，使泥土流入，由鑽帶之外出，上端有側孔，爲出入空氣之用，提出後，用鈎推開活舌，放出泥沙，孔之上爲接筍凹凸之部

分，此鑽多用以專鑿泥沙土層。

鑿井用具



(己) 抽泥筒 用白鐵片(馬口鐵)，其構造如鐵筒鑽。徑五〇公厘(二吋許)，長六公尺(二〇呎)，下端有內開舌斧(活舌)，上端有孔，以便提出後，空氣由孔入內，易使泥沙由下端口門流出，用時降抽泥筒至井底，輕按十數次，然後提出，俟筒下面露出地面二、三寸後，用力猛然提高。再猛然墜下，如是迅速反覆上提下墜七、八次後，置鑽於地上，用鉤推舌內開，泥沙即悉流出。

(庚) 鐵管，竹管 此係井筒。鐵管多用生鐵，或鋼鑄成，凡大城市均有售者，以長短粗細定價不同，亦有竹管或木筒者，價雖廉而不耐久，且易漏水，如為鐵管均可照螺旋口相接，如為竹管，須於事先將上下管凸凹部分做好，以備連接穩固。並用鐵錐燒紅，除去其內部之菌心隔膜雜質。

(辛) 附屬物品 抽水機，(如非自流井，井筒上端為汲水用，須裝普通手押之抽水機，最為簡便，抽水機種類甚多，須依井之用途，加以選擇)，其他如撈鑽鉤，修理工具之鋸，螺絲釘，鐵鏈，斧，錘，鑽砧，小竹片，及淘孔器(又名穿孔鑽)，於鑿完未下管前，須用此具探穴一次，上端為圓杆，下為圓管，外徑比井口略大，可使井筒光滑，下管時不致有障

碍。又鑿絲線、繩、銅線等，亦應事先備置。

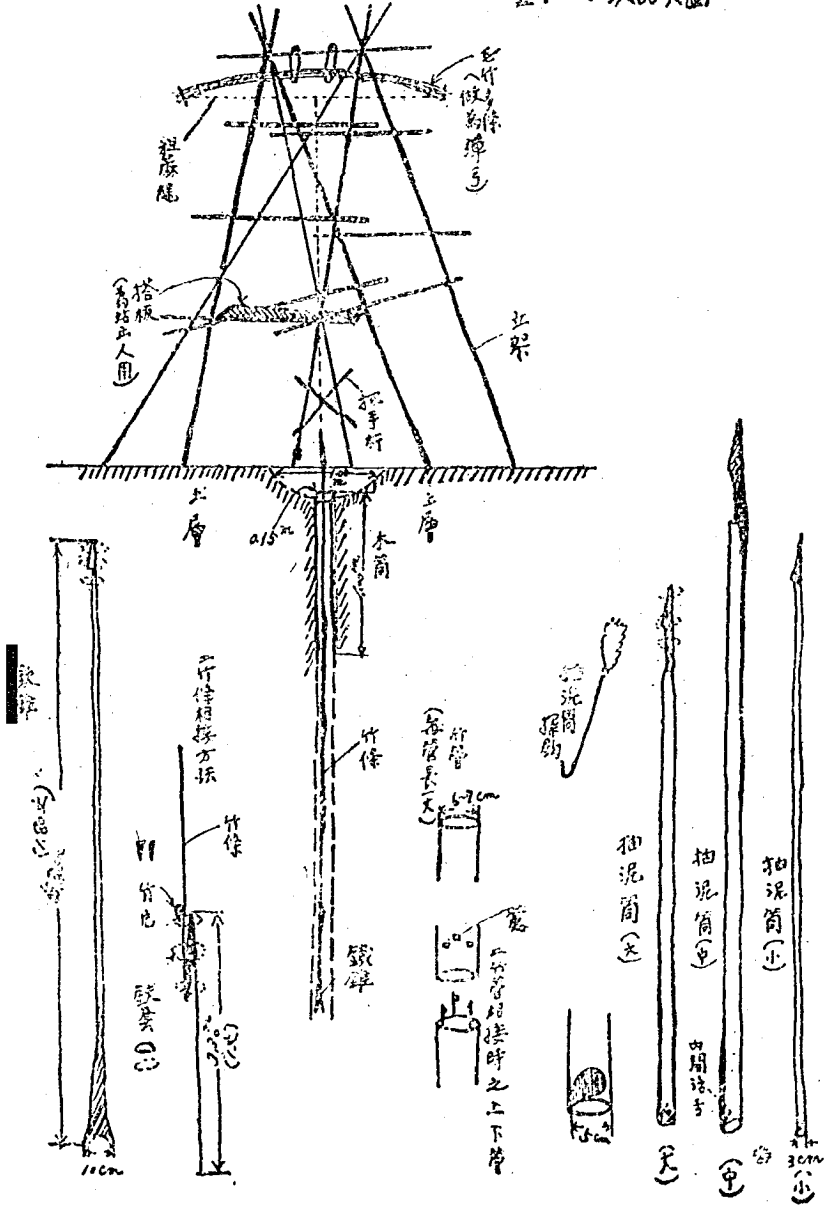
B. 掘鑿步驟

(甲) 預備工作 欲從事鑿井，先須擇地搭木架，如預計井深甚淺，可只用竹弓，預計井深時，則並用木輪。架上橫木之中懸一滑車，架腳中央掘一圓坑，寬約三尺（一公尺），深約一·五尺（〇·五公尺），坑之中再掘一小圓洞，深八尺許，中貫立一方木筒，俾鑽出入有據，且防上部土砂之崩塌，筒長約三尺，筒徑隨土孔之大小而粗細不同，露出小圓坑底上約半尺，坑沿上置長木板二塊，或四塊，爲掘井工人立足地點，並可防止井口地方被踏而致上層土砂崩塌，茲將華北各地現在最流行之井架及一切用具繪列於後，以資參考。

(乙) 施工手續 先以清水注入木筒，再自竹弓弦繩中間，繫垂短繩，將鐵鑽栓牢，繩間束一把手杆（扶手橫木），以便工人提按，可使鑽上下繫緊，每下二、三尺許，即將鑽提出，換抽泥筒放入一次以便抽泥，即仍將鐵鑽懸下，惟此時上端之繩下須按深度漸漸增加竹條，繼續掘鑿。不時將鑽取出，換抽泥筒抽泥一次，所抽出泥沙種類及其所在深淺距離，應詳爲記載，並將各項沙石土粒採取妥爲保存，以資明瞭下部地層之構造，而爲一切之參考。木筒內須時時注水，以資乾燥泥土混水變爲粘泥易於提出，或有時灌入粘泥，以免所鑽眼孔塌陷，此項方法對於沙層極爲重要，並可使泥沙固結。如遇其他鬆散土層，井孔易於傾陷時，可用黃泥做成泥丸，大如鵝卵，徐徐放入井孔內，將孔隙填滿，然後繼續下鑿，即由泥丸中穿過，另成一堅固之新泥孔，不致再現傾陷，加能將泥丸放入二、三次，施行迭次串鑿，如是則更能保險矣。如遇磊石，岩石不易區別時應以鑿頭試擊之，其沉着者爲岩石鑿石，活躍者爲磊石。如有鑿頭遺落時，可用其他小鑽頭，先將附近石沙打碎，然後再提出整頭，切不可棄之而不提，致使將來再掘井時水質易生臭味，而且鑿頭價值甚昂，更不宜廢棄於地而不顧，須設法打撈。掘鑿至良好瀦水沙層，即可停工，開始預備安裝井筒之鐵竹管類。每井土筒並非一、二日可以鑽完，如於尚未完成之期內每夜須留心看守，以免被有投入土、石，而徒耗翌日整理鑽鑿之時間。

鑿井立架及器具圖

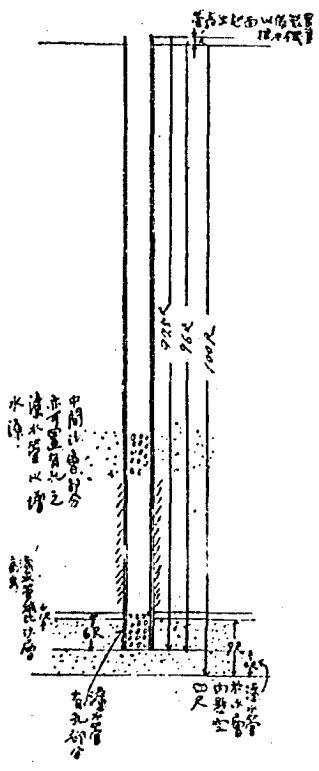
鑿井工程



C. 按裝井筒

井筒可分竹管、鐵管二種，如用鐵管時，應以標準重量熟鐵爲佳，飲料及漂白用者以白鐵管爲宜，工業及確澆用者得用黑鐵管，管身宜堅固，圓形宜準確，通身挺直，毫無彎曲，方能使用，其接筭處並須完整，否則易於中斷，鐵管之下部有濾水管，用銅質做成，其濾孔外狹內廣，且有斜度，故易於進水，同時可以防砂，又管身外部平滑易於裝置，雖適於砂礫及粗砂層，但不適於細砂層，

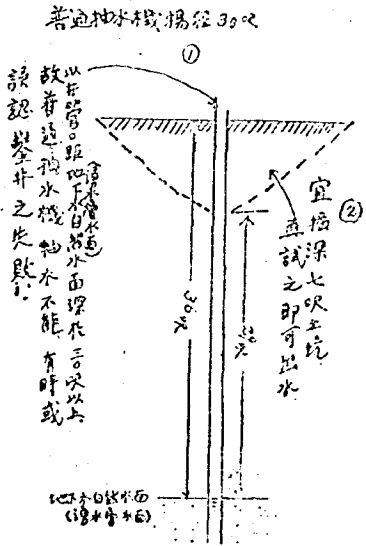
井筒按裝情形圖



或有口徑八〇公厘管套入口徑一五〇公厘管之內，中間支以鐵脚，加填以三三公厘徑之礫石，上端用青鉛封固或用電錫錫成，對於粗細砂礫均可。全部用管如爲竹管，先行將各節通開，後則按照預先做好之凸凹部分接妥，外用海苔，松香，黃蠟，酥油混合塗上。或竹管上下全部以線麻捆好塗漆，以免漏氣漏水。如爲鐵管可將螺旋口捻緊，如爲竹管鐵管兩用時，更宜以凸凹部分緊密接妥。普通人工掘井所用濾水管多於鐵管上橫置每隔二五公厘，鑽以小孔，孔徑一〇公厘，外以棕櫚皮或銅絲綢包之，以防砂粒侵入。非管長度當依深度而定，普通地面上露出三〇〇公厘，爲裝置冷風機抽水機之用。至於非管之大小，人工掘井之非管普通以口徑五〇、一五〇、二〇〇公厘爲多，或有在五〇公厘以下者，關於濾水管按裝位置不宜緊及沙層之底，以懸空四、五尺許爲佳，免被周圍所落泥沙堵塞，當然由上穿貫出水砂層或沙礫層，即濾水管上部比砂層宜稍高，或依地質狀況於砂層及粘土層相間時，非管之中部或亦有加入濾水管一段或數段者，管於插入井底以前，其下端先用木

栓塞好，遇水自然膨脹，泥沙不致入內，為防止井管及土筒間泥沙下落免入過水管內起見，應於過水管之稍上部分，包紮棕皮或紗綢數層，棕皮下部用鉛絲纏緊，上部用麻繩繫住，以後井壁泥沙墜入皮內，可將空隙周圍塞固，效用與橡皮圈相同。如為淺井，上下全部可用同樣井管插入即可。但深於一〇〇公尺時，可先鑿寬口徑之土筒，至相當深度，先插入井管，而後再通過管中用細錐向下鑿，鑿後即將預為連好之細管放入，並須猛烈墜下，藉管身重量，自然下降，可以直接井底部，但小管與大管之重複處須填固，其填法有三，在小管之上端周圍用棕皮包裹數道，塞以黃泥，下管之後，空際自然塞緊，其法至為簡便。其次用軟青鉛做成圈套，厚薄一如空際，上平下銳，由井口徐徐降下，再用鐵桿錐打緊者，或用海帶纏於小管之上端，下管後，海帶浸入水中，自然膨脹，亦成一良好之接合方法。如於接裝井管後，感覺水質不良，有再向下繼續深鑿之必要時，亦應如是在已接裝之管底向下鑿細孔以小管插入，但其已裝之過水管部分須設法堵塞方可，塞法在小管上端周圍鑿數道棕皮，以黃泥塞入孔隙，插入後，黃泥即將大管之過水管全部堵塞。至於接裝鑽管時先用繩束管，用滑車繩下，繩漸鬆井管漸降，放至相當位置，用板夾緊扣，以重量全負之於板夾上，然後將大繩解開再行接裝次節，如此繼續在最後一節即將板夾除去，解開大繩，使井管自身下降，而下管完成矣。

按裝後，如管，或過高或過低，須割去或另裝一短管，完成後即用抽泥筒抽泥，然後用抽水機或冷風管而試驗吸火，如無效再注入清水抽泥，反復行之，須繼續至水量增加至出清潔之水為止。否則或因過水管損壞，或以砂層出水不佳，或因砂



層非水源之所在，或地下自然水面深於地面下三〇餘呎（約三丈或一〇公尺），爲普通抽水機能力所不及，須將管口地面掘下數呎，並將超過三〇呎之管長部分割下，作一磚桶，內置長提柱式唧水筒以汲水，或作一磚筒，湧水即存於磚筒下部，再用電力揚水機或普通揚水器揚水汲水亦可。常常鑿井遇此種情形，雖按普通唧水機而仍不出水，勿生灰心，應反覆試之，如能淺於三〇呎時，則用簡單抽水機自然可以出水。或因地質關係須設法改良，或須拔出井管另行重鑿之情形亦有。如已認爲水質良好工程完竣時，於管口上即可安置抽水機以資汲水。除特別深井不得已下部用細管上部用粗管，普通在竹管方面仍以上網下粗爲最合理，因上網下粗，可以減少空氣壓力，容易上湧，例如煙筒之作用焉。

如爲自流井，下完管後，先注入清水，用抽水機急急排水，地中泥沙排出，湧水愈速，以便開始自流。如無抽水機可用粗大抽泥筒，人立於管口兩側木板上，將筒降入管內，達及水面，如不達，即向管內注入清水，而後輕輕上下打擊水面，因空氣及抽泥筒壓力之關係，水即逐漸流入筒內，由筒上小孔流出地外，反復行之，則湧水面愈引愈上，而及自行流出。井管上口須蒙以網紗，以防沙石入內，而堵塞管口，防止水力上湧。俟二三日後，管內泥土混色水全部流出，即有清澈良水湧上。將管口附近用洋灰或石材砌固，以免管及土層間成有空隙，致管動搖，有關井管之壽命，不可不加注意。又爲保護此種自流井起見，應築小屋。

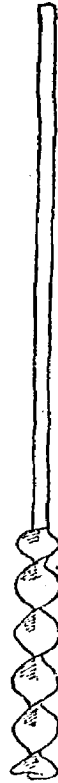
2. 鐵錘掘井法

如在河淤地或鬆軟砂土之處，鑿掘口徑二、三吋之小井，可用鐵錘，以工人掘挖，鐵之製造，形如木匠所用之螺絲鑽（如圖），鐵之柄爲鐵管，或鐵桿，上端有橫梁，以便鑿轉下按，鐵柄可以隨時接長，以便鐵錘可以深入地內。掘淺之時，如鐵錘太重，亦可搭一木架，上附滑車，以司鐵之升降，而省人力。

井口最好亦設一木桶，俾鐵之上下，有所還循也。掘淺時，如土氣過燥則宜澆水，使泥沙著於鐵頭之上，以井深在三十呎者爲相宜，因井筒過小，須裝手按抽水機取水，而此種機械之功能，僅限於三十呎而已。井筒可用鐵管，口徑自一、五吋至

二吋者爲多，其管底須進入含水沙層地下水面下少許，上端可接抽水機（唧水筒）（如圖）管之下端須鑽濾水孔，如瀾水沙

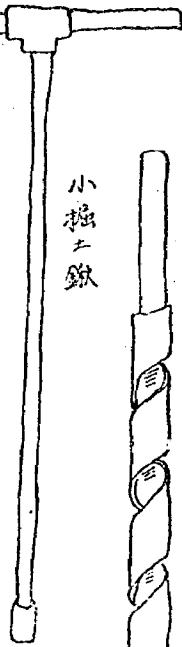
掘土螺旋鑽



掘土螺旋鑽



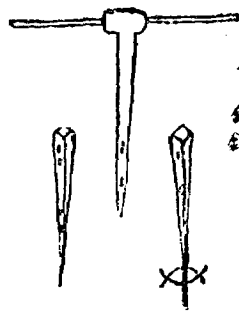
小掘土鑽



鑽頭昇濾水筒

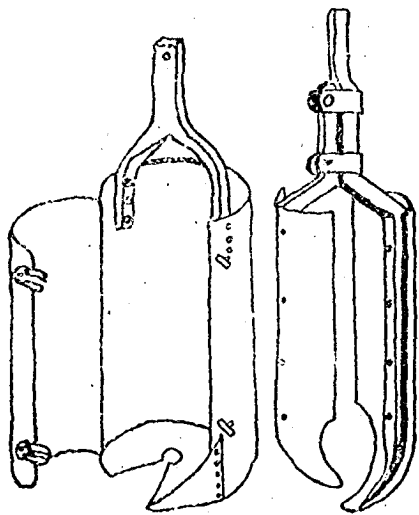
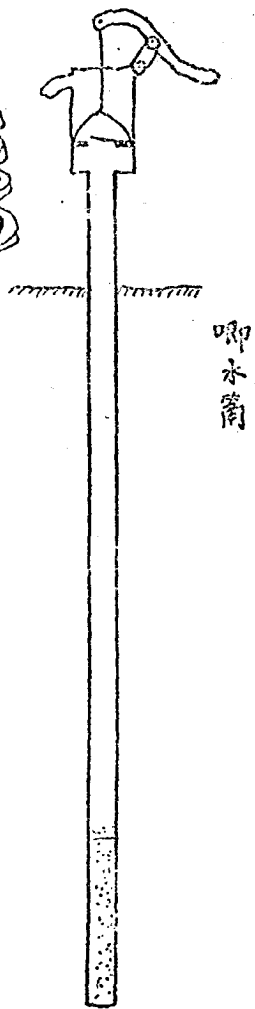
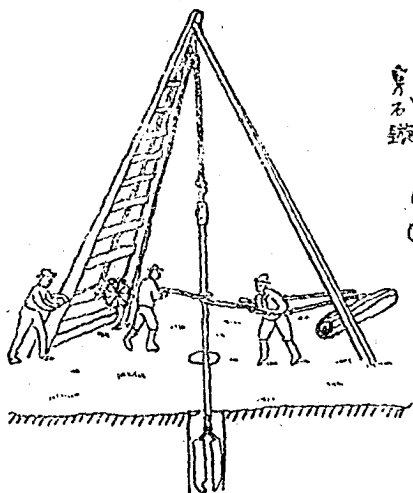


連桿式鑽鑽



層爲粗礫，不必附以紗網，如爲細砂則銅紗網不可少也，至於井口較寬者則須用較大之鐵鑽，其種類甚夥，普通多用兩開四桶式者，亦有如螺絲盤者，蓋爲鑽石塊，石子者也。筒式之鑽直徑自三吋至六吋，如遇硬版層，或石層，則須以1.節彈弓錐鑽井法爲之：如土質甚軟，而含水沙層地下水面甚高在淺於三十呎以內者，間亦有逼錐有孔之尖形鐵管入地，以取水者，是爲「錐管井」，鐵管口徑爲一、二、三吋，下端附錐尖，尖上爲濾水管，長約二、三呎不等，此種井以沙地爲宜，尤便於軍用，利其取水之速，惟水源接近地面，有無污水則事前宜多加注意者也。

普通極井設備



揚水廠，以電力揚水機揚水至配水塔之上，而後以配水管排列於地下，以資分流各處，並在各處設水門而操縱之，爲免漏水起見，其灌溉用水路，均以洋灰及礮石爲之。

3. 自流井之掘鑿法

自流井之掘鑿法，亦同一般深井管井，可用彈弓錐掘鑿法，在華北以人工掘鑿者爲多，故將自流井列入人工深井內述之，亦有用機器掘鑿者，不論何法，只於掘鑿完竣後，不假藉揚水器具，水流即可自由上湧不絕，西名 Artesian Well 卽於 Arons 地方先發現有此種自流現象之水井，其後乃以地名而爲井名矣，日本名爲自噴井或掘拔井戶。近年以來，缺乏香材，飲料用水井之手押抽水機及灌溉用水車等用具日漸昂貴，購買困難，如按華北地勢，就能掘鑿自流井地點儘力提倡，終有事半功倍之效，茲概述左列數端，以資爲研究鑽鑿斯種自流井時之參考。

A. 國內自流井之散在概況

自古四川省卽有鹽井火井之設，蓋四川省本屬盆地，四周有高聳山脈之環繞，中央低下，其下層之水流自有相當壓力可以噴之而出。中國北部以北京天津附近爲多，但大部爲供飲料之用，罕有用爲灌溉者也，關於北京附近之自流井，據巴布爾氏 Barbour 之觀察，自西山山麓迤東，其地下蓋石層較離地面七〇〇尺，雖其坡度及結構不得詳知，惟於京西門頭溝鐵路側，又可見蓋石層距地面甚近，疑似此層西高東下，復查前列北京鑿井地質記錄，足證京郊平原爲泥沙及石礫之間雜層所掩蓋，大抵此種蓋石上之河流，由來極古，歷經轉徙淤沒，其舊河道已不堪辨認，只餘有泥沙石礫作爲潛水層而已，潛水層隨下層岩盤向東低下，但爲京郊附近之地下粘土層及他種不透地層所阻，其水流發生壓力，故北京西郊一帶自順和園以東，臨燕京，清華兩校址，隨地於低窪之處，均可掘成自流井，惟水頭不高，自此而南，愈近北京城垣，水頭愈低，城西一公里乃至一公里半地點於低處亦不能發現，惟於進城後掘井，水頭仍有能湧出地面二十呎許者，蓋以城內外地面之高低固不一致者也。

鑿井工程

天津一般居民多飲用河水，其他各大工廠，雖有五〇〇、六〇〇呎之深井，但並非純粹自流，水湧至相當高度後，仍須以抽水機而汲揚之。

B. 華北主要地方自流井之湧水量

地名	井址	口徑	井深	湧水	水量
北京	清華學校體育館傍	六吋	一一六呎	一二〇〇〇	如命時
	同發電廠	六	二二六	一九〇〇〇	
	燕京大學發電廠	六	二二二	五、〇〇〇	
	同東園	四	一一五	四、〇〇〇	八、〇〇〇
	同慶場	四	一	四、〇〇〇	
	同朗潤園	四	一一〇	一、二〇〇	
	長老會院	四	二〇〇	五八〇	
	比利時公使館	一	一九五	一、〇八〇	
	稅關東院	六	一八六	四、〇〇〇	
通縣	城內	四	三三〇	八、〇〇〇	一四、三〇〇
天津	舊英界	六	自三三四至六四四	四〇〇〇	(五〇馬力抽水)
	舊日界	一三	五〇	四〇〇〇	

註

1 英加侖 = 0.00454 立方公尺

1 立方公尺 = 220.216 英加侖

C. 自流井之要素及掘鑿時之注意

自流井要素有三：適當水源，良好潛水層，相當之壓力等項是也。蓋潛水層之下陷，而爲嚴密岩層所掩覆者，則潛水層不啻變爲一導水管，設使此管之下端再受阻礙，則其存水聚集停滯對於其上之岩層，遂發生多少之壓力，此時該地下水名爲有壓地下水，其壓力之強弱，與導管受障礙之大小，及導管外露面（即潛水層之外露面，亦名聚水面積）之高低約成正比例。普通鑿井掘過嚴密岩層時，地下水因受壓力而上升，如地形適宜，而壓力甚大者，則井水可以外溢，或竟噴湧，於是自流井因之而發現焉。

至於乾旱地方，井泉多潛於深處，而水源恒來自遠方，其水流能自井口外溢者，原因有四：

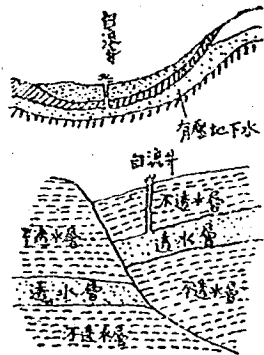
- (1) 水源處之雨量充足
- (2) 須有適宜之聚水面積，以吸收此處之雨水，而由鬆實岩層以導水至鑿井之地。
- (3) 須有嚴密岩層以保護並約束地下水水源。
- (4) 水源處之地下水而較井口之平面，須有適宜之高度，所以使井內之水受有相當之壓力，以補潛流及滲透時所受之損失。

又潛水層下端所以被阻之原因有三（參考附圖）

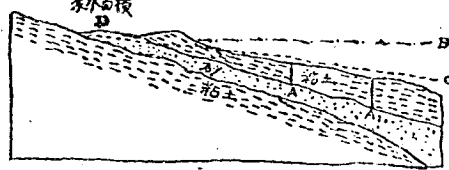
(1) 潛水層成一弧形導水管，其末端上起，水流至此，雖可由B處溢出，而在A、B之間，則發生壓力以抵抗上層，若層內水流之阻力一律，除B端外，他處不能漏水，則水壓高A至B，遞減之律，亦須一致，換言之，其自流水平線，成一直線，如鑿井之井口低於此A、B直線時，均能成自流。（圖(4)）

(2) 潛水層之下端如深入湖海之中，則受水之壓力更大，A、B間之自流水平線則成爲A、C焉。（圖(3)）

(3) 假使B端完全閉塞，毫無漏隙，則自流水平線或昇爲A、F線，如中間鑿井過多，其自流水平線或成爲A、E、C之曲折矣。（圖(3)）



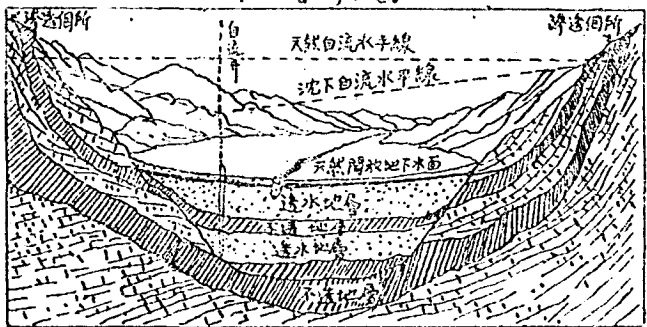
(1) 普通自流井地層圖



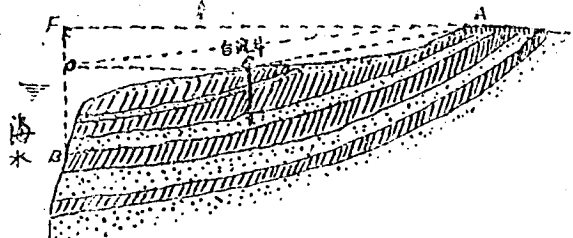
- A. 自流井
- B. 如無阻力與滲透時井流上升之水平線
- C. 實際之井流水平線
- D. 含水層外露面之地下水平面

鑿井工程

(2) 自流井地層斷面圖



(3) 近海之自流水層



(4) 弧形自流水層



滲水層之爲水成岩者，對於自流水最爲相宜，其區域面積，亦較廣大，至於流徒之砂礫層，雖亦有時出水甚富，然其範圍則每嫌過小也。普通自流水層以沙成石及石灰石爲最佳，鬆散之砂礫次之，滲水層之上多爲粘土，或粘版岩所覆蓋。

自流水層之坡度不宜過急，過急則水井須深，又出現自流水地帶之面積亦必隨之而小也。後則水源處聚水面積必大，宜整自流井之區域亦廣，水層之厚者較薄者爲優，因聚水面積既廣，而容量亦宏也。如滲水層非只一層，且往往與他種岩層相間雜如是則其極下層之水力心大，水源必遠且高也。水質方面以淨良水層爲度，且對於井筒周圍須善加保護，設法防止污水滲入，如求自流水供給量大，須尋覓滲水層外露面積之廣者方可，其他如雨雪充足，滲水層之坡度緩慢，則容水能力必大，而供給力亦必大，具體言之，兩山間或數山之間，其地平坦無起伏，土層又甚整齊，其地下水常能成爲自流。如坡度過急，或外露面甚狹者則容水力及供給力均小。

自流水有時亦呈乾涸，蓋以（1）滲水層之涸竭，由汲取太速，供不應求，（2）泥沙將岩層內之隙孔蔽塞，（3）受隣近井流之影響（4）井水之保護或連接不良，以致周圍內陷，或水至上部時，外滲潛流於他層之中。

（附）自流井掘鑿實例

（1）北京南苑於附近水溝內，或低處可鑿自流井，惟水頭不高，水流湧出後，再以龍骨車揚水使用，推想此處地下水來源之上流聚水面積，或亦在西山麓一帶，俟由滲水層導至斯處，因有不滲透地層存在關係，以致地下水流存有壓力，惟不甚大，不能湧高，只能流出地面而已。

南苑至大紅門（北京市大興縣境界處）間，普通掘深二五—三〇尺，即可見有黑粒沙，均用彈弓人工掘鑿，如掘深三〇尺，可以下管二六尺，懸空四尺，以免泥沙堵塞。各竹管間之接縫處用棕皮及藤繩纏緊，以免漏水，管口上方以木板作蓋，只向水流方向留有小孔，可以出水，以防淤塞。

民國三十二年春季每丈竹管價約二〇元，其後以來源缺少，價值漸昂，深三〇尺之掘鑿費約需三〇〇—四〇〇元。

平均每井湧水量○·〇二五立方公尺秒，約可灌稻田一五〇一六畝而已。

(2) 山西省洪洞縣車站西方汾河河岸之自流井，每井湧水量約○·〇〇三五立方公尺秒。

推測該自流井係受汾河西岸山脉內聚水水壓及其下層爲不滲透層阻障之影響，而致水流之自然湧上。

三、機器鑿井法

1. 標準法

應用甚廣，礮土硬石均能開鑿，其工程手續甚繁，茲略述之。

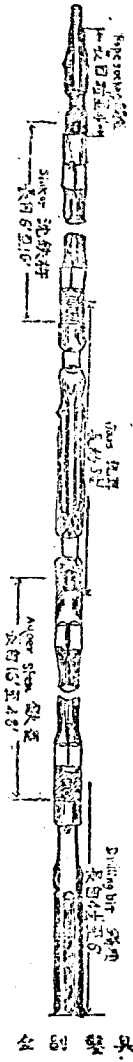
A. 鑿井設備

(甲) 打井架，爲機器鑿井設備中，最顯著之部分。其形如塔，用木料構成，高約三〇~九〇呎。架有四柱，橫木分格支撐，使其穩固，極端爲頂木，置有滑車，以繫纜繩，架之一面繫有木梯，架柱下部基礎深入地內，須極堅固。架後面有牝牛輪凡二，以橫軸聯之，其間即讓井繩之處也。輪有輻有輞，並於輞上釘短木槓如齒輪，輪承於軸柱之上，有斜柱扶持。軸外一輪D₁輞上有溝，承牝牛繩，繩動輪轉，軸之近端一輪D₂附停閘，以司輪之緩急，舊多用繩，橡皮閘，今則多用鐵帶，加利弗尼亞式之井架中，且在牝牛輪之前，另設一短軸，置一小輪，曰轆輪，其上繞繩，以爲裝設井筒，栓曳管鐵之用，如鑿深井有此輪，則不必卸除非繩上之器械，以爲裝管之用，故可省不少時間。牝牛輪之前方置一參母孫柱，高約十四呎，斜柱扶之，以承搖梁，梁之右端，懸於井口之上，螺絲紐繫焉，所有掛井鐵鑽等，均於此繩下，左端連一矮柱，柱以腕軸與繩輪之肘柄相接，繩輪置於矮柱之上，以繩與井架之部分相連，而司動止，不啻一發動機之樞紐也，(繩輪以肘柄及矮柱與搖梁相連絡，以拖輪及牝牛繩與牝牛輪相連絡)。至加利弗尼亞式之井架，其轆輪亦發動於繩輪，其連絡爲第二拖輪及輪帶。司一轆輪之動止者，爲槓桿及扼桿，而司牝牛輪之動止者，則爲牝牛繩，輪繩之後，爲沙軸，軸之上附一滑車，以帶聯繩輪，而司輪之動靜，沙軸架於矮柱之上，井架之中，可就沙線滑車，以管理之，沙軸者，因其司抽沙筒之升降者得名，井架以外一

部分之機件，均置於拖木，A.A.A.之上，拖木縱橫開架，須固牢，又在搖梁右端之下，須置一粗柱曰保險柱，所以保護工人之頭顱者也，蓋遇輾轉或肘稍損壞之時，搖梁右端必猛烈下落，工人立於其下，如無此柱，必遭不幸，有此則搖梁為柱所支，可保無虞，又鑿柱或繩輪如須修理，則此柱正復為力不少，蓋可無須卸除搖梁右端所繫之鐵鑽者也，井架於普通掘井在二、三千呎深時，高須八〇呎，架之結構，以螺旋釘為宜，易於裝設，而易於拆卸也，佔地三〇、五〇方呎。

(乙) 引擎及鍋爐，鍋爐發生水汽，以運用引擎，引擎有繩帶以聯繩輪，是為發動機在井架之內置鐵線通引擎之汽閘上，聯一鐵桿，直達井架內，以便操縱。鍋爐有橫堅二種，鍋爐馬力為一五、四〇。引擎馬力為一二、三〇。

(丙) 鑿洞具。



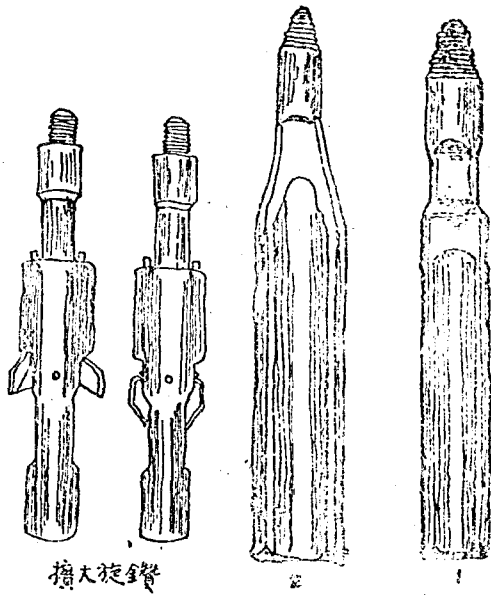
繩纜繫於鑿井繩之下，其繫法有數種，紐有斜孔者（下寬上仄），可將繩打結以懸之，有數孔者，將繩來回穿過，亦有將繩釘於紙內者。沈鑽杆為一長重之鐵棍，使洞具加重及長，俾井繩可垂直也。軋耳為一對鋼棍接連而成。鑿井及石，往往走着，如有此，則可使鑽頭鬆動，對於撈拾器具頗有效果。鉗童則為加重加長而已。

鑽頭種類甚多，上圖之下端所示者，為鑿普通堅石用，後圖內之1亦同，2為鑿版岩者鑿，3為初鑿時用者，4用於有縫之岩石，此外有擴大鐵鑽多種。各洞具均用螺旋頭連接，不許使螺旋頭間生間隙，而致沙泥滾入，易使洞具動搖，致有遺落之虞。

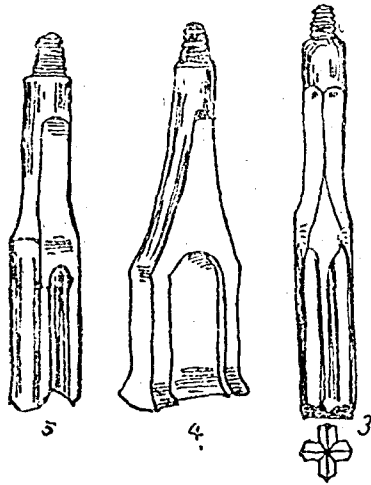
(丁) 螺旋紐 紐置於搖梁之右端，下接井繩，紐內有螺旋夾，所以操縱井繩之展放，而使鑿井具得以深鑿也。

(戊) 鑿井繩有藤繩與鐵繩之別，鐵以鋼絲捻成，可耐久，於井洞多水時，比藤繩易於升降，但少彈力，下擊之力甚

小。且易固着於石縫之中，麻繩多用呂宋麻，分三股，股有縷，撐緊成股。



大旋鑽



(甲) 搗鑿 於鑿一〇〇呎以內者，不用搖梁。搗鑿法以短繩自井架頂木滑車之上繩下，一端繞於繩輪，一端下繫繩，繩垂鐵索及鑽頭，將繩繞於軀牛輪二三週，使鑽頭懸空，一人站立軀牛輪前曳繩頭，繩緊則具上升，鬆則具下降。

(乙) 搖梁之應用

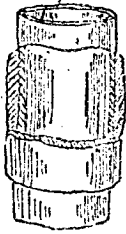
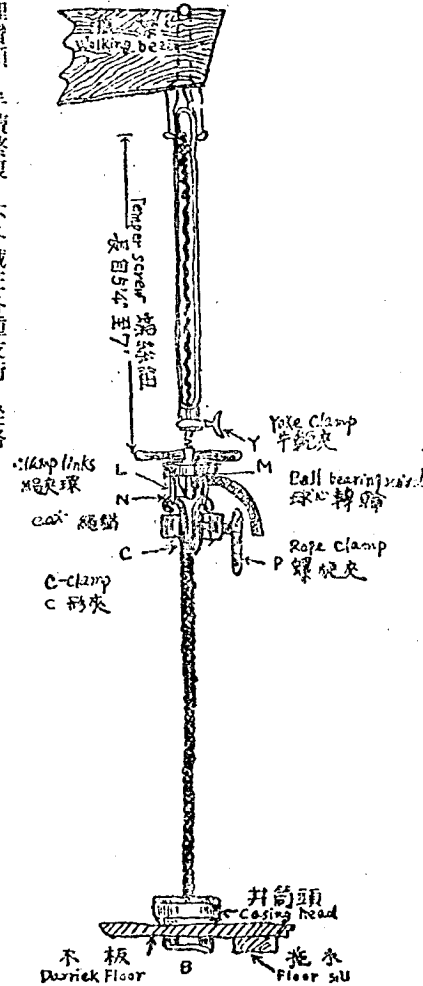
搗鑿及百呎以外者，須改用搖梁，由引擎駛動，每分鐘可行二十五鑿。井繩不宜過長或過短，五〇呎應離井底二二三吋，百

（如一二三頁圖），如以抽沙桶不能抽出泥沙粘泥時，再用抽沙唧筒抽出之。

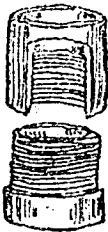
（丙）修理鑽頭，手續繁複，不外鐵匠各種技術，從略。

（丁）木製導箱，對於上層易積之土，中部浮土層，流沙層，或出水不良層須用導箱遮掩之。

螺絲紐



法接套



箱接法

(戊) 井筒，有鉛管者，有熟鐵管者，有鐵槩者，其接管方法如一二三頁圖所示。

(己) 井筒及井壁間塞固之法有三。

摩子袋法，安裝橡皮圍法，黏土

堵塞法，

2. 加利弗尼亞式鑿井法

多適用於河川淤積地及地層鬆軟之處，

故又名泥桶法。

A. 鑿井設備

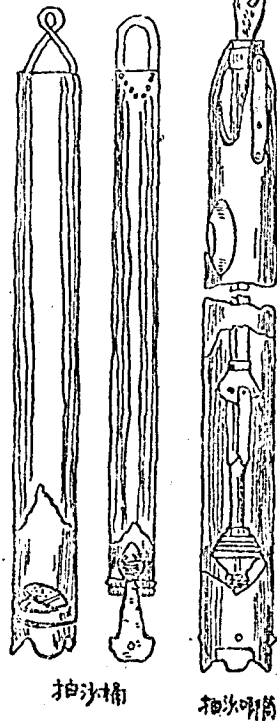
鑿井處橫置一長方木排，上設井架，高約三〇~四〇呎，傍有扶柱二，使之垂直搖梁位於井架之頂，架之柱脚有彈簧座，固着木排之上，所有機械及繩輪等，均置於架之後方，稍遠則為引擎及唧水機等，傍設鍋爐。布朗式鑿井法即類此，搖梁後端有桿，與引擎相連，工作時，木桿能使搖梁上下擺動，梁之前端，懸鑿洞具，其恒用鐵繩繫之，繩徑約半吋。鑿洞具上段為螺絲紐及箱舌錐，中間為普通軋耳，下端為針舌錐，及抽泥鑽，上有雙孔，下有利刃或橫扁頭鑽。

B. 井筒裝設

由鋼板製成，口徑六~一六吋，管每節長二〇吋，接管時，以甲管能套入乙管為度，管套內外相接，用錘擊成小凹，使之牢固。井淺者可直接下管，不要導管，導管長一五呎~二〇呎，為三層鐵板以釘連成，下有圓鋼蹄。井之深者須用水壓機，淺者或用鋼梁，以壓井管各節之下降。

C. 鑿井手續

將繩具懸下，開始工作，搖梁上下擺動，同時並使抽泥管上下衝擊。當在普通地層，鑽可旋轉將其砂礫衝鬆，工匠立於井



架前，可以完全管理一切鑿具，最初須時時注水入筒，至及泉爲止，抽泥鑽不宜過滿提出，恐泥沙外溢堵塞井筒，遇大石礫須改用鑽頭擊碎，鑿井穿過流沙軟泥之地層時，應使筒內外水而平衡，且井筒須垂直，並須先下數呎以便抽泥，而免塌陷。

D. 井筒鑽孔

按地層之出水有無，於井筒下完後，即用井管穿孔機在筒內側穿細孔，作爲瀝水管孔。

2. 空桿法

空桿法宜於沙土灰石，易掘之地，又名自淨法，其搗擊與抽泥兩種工作合而爲一，用具爲鐵管一系，每段有螺絲節，管用良鋼製成，上爲旋轉水管，下端爲鑽頭，以純用鐵管，故名空桿法。旋轉水管形如鵝頸，向外灣曲，井內抽出之泥水，即由之噴出。同時鑽管在其內，尙可向下鑽動不輟，普通所用之鐵管徑一、二吋，鑽頭二、四吋，如欲井孔寬粗，可用大鑽頭，鑽上有一孔。下有活舌，水入鑽內，可洩出井外，管內分段設舌，以減輕鑽頭活舌之負擔。井架簡單，只一直柱，用繩索牢上有滑車，注傍置輪軸，以司升降，發動機爲之引擎。井架下方如附車輪，可以移動。鑿時須常行灌水，至及泉爲止。衝擊不宜間斷，鑽頭爲喇叭筒式，壓力高，易使底舌上開，且應隨擊隨轉，以免只鑿一處。

井筒爲鐵筒，用螺絲套連接，隨鑿井同時放下，以防土崩，且杜不良之水。下方鑽頭不宜小於空桿聯節之徑口。

4. 旋鑽法（水力法）

在鬆質地層掘鑿淺井者，用之已久，其用於深井，蓋自一九〇一年鑿石油礦井成功後，其名大著，設備如標準法，鑿具不同，此爲旋轉機，唧水桶，引擎，鍋爐，因旋轉可使井筒下降，筒下端有齒刃蹄，可因旋轉而切碎土石，以唧水桶將稀泥水繼續自井管上端注入井內，而以壓力推之，使水復自井筒外面與井壁之間湧出，同時即將鑽下之土石帶上，其所以用泥水者蓋爲其能使井壁沙石黏固，可以防止崩潰也。此法較宜於鬆質地帶，但掘時須先注入泥水，故在缺水地帶則甚爲困難。

5. 水射法

水射法：鑿井之深深與起泥。均賴水之壓力，主要用其為高壓唧水筒，注水管，鑽管，井筒，擊錘，可用人力操作。井筒徑二·五吋，鑽管徑一吋，如用機器，須立一高柱，附起重機，以引繫下管，唧水，並操縱擊錘。工作時，用唧筒壓水，由細管下注，自鑽頭小孔外射井底，將土沙掀動後，水流上行，即由外管湧出，大致如水力法。且須時常注水，並轉動鑽管，井筒亦隨鑽一同放下，如土質軟則可用擴大旋鑽。井筒自能下降，惟普通均以錘擊之。如井淺可以用上下相同口徑之井管，如井深時，下方井管亦可比上部稍細。在細粘土層穿井時，可先射水淺穴及泉，放入井筒，蓋於泥水外流時不致使井壁崩頽如石層堅硬，可易以輕便麻繩及正式井具，該法簡單，隨行可行，使用又易，但亦以用水過多，於水少之處甚感不便，然河川淤積地方行之，非他法可比。

(附) 機器鑿井參考表

(a) 用機械掘鑿深井與人工掘鑿深井之工費比較表

鑽井深度	旋轉式機械掘井一星期工費	人工掘鑿井四限工費	摘要
二〇〇尺	一、八五〇元 二、〇〇〇元 三、〇〇〇元	三六〇元 〇〇〇元	表內人工掘鑿深井工費內包含最初之工具及其他設備費。 又旋轉式機械掘井工費不含工具費，括弧內數字為包含機械設備費六〇分之二之費用。(假定機械堪用六〇回計算者)
三〇〇	二、〇〇〇元 二、四〇〇元 三、〇〇〇元	六〇〇元 〇〇〇元	
四〇〇	二、五〇〇元 三、〇〇〇元 三、五〇〇元	一、〇〇〇元 〇〇〇元	
五〇〇	三、〇〇〇元 三、五〇〇元 四、〇〇〇元	一、八〇〇元 〇〇〇元	
六〇〇	三、五〇〇元 四、〇〇〇元 四、五〇〇元	二、四〇〇元 〇〇〇元	
七〇〇	四、〇〇〇元 四、五〇〇元 五、〇〇〇元	四、〇〇〇元 〇〇〇元	
八〇〇	四、五〇〇元 五、〇〇〇元 五、五〇〇元	五、六〇〇元 〇〇〇元	

鑿井工程

九〇〇	(五、八〇〇 二〇〇〇 〇〇〇〇)	七、六〇〇 〇〇〇
一、〇〇〇	(五、九〇〇 五〇〇〇 〇〇〇〇)	九、〇〇〇 〇〇〇

(b) 用機械掘鑿深井與人工掘鑿深井之效率比較表

鑿井深度	旋轉式機械掘鑿所要日數	人工掘鑿所要日數	備考
一〇〇尺	四五日	六日	<p>表內日數，為包含自裝設機具以至完竣工程。 但假定未遇堅硬岩石，岩盤，大石，而工程作業順利者。 因實際地質關係，或比上表日數縮短或比上表日數加倍，上表不過為大概之標準，以資比較二種方法之長短而已。</p>
二〇〇	五〇	一二	
三〇〇	五五	二五	
四〇〇	六〇	五〇	
五〇〇	六六	七五	
六〇〇	七〇	一〇〇	
七〇〇	七九	一三〇	
八〇〇	八六	一六〇	

九〇〇	九三	二〇〇
一、〇〇〇	一〇〇	二五〇

(c) 五〇〇尺深井掘鑿工事費之比較表 (二眼)

種類	機械器具設備費	掘井工事費 (五〇〇尺)	合計
旋轉式機械掘井	一三、〇〇〇・〇〇元	三、二〇〇・〇〇元	一六、二〇〇・〇〇元
衝擊式機械掘井	一〇、〇〇〇・〇〇	三、五〇〇・〇〇	一三、五〇〇・〇〇
人工簡單器具掘井	一五〇・〇〇	三五〇・〇〇	五〇〇・〇〇

(d) 日本內地掘鑿深井之實例 (日本石約合四〇噸或〇・〇一八立方公尺)

鑽井地址	井管口徑 (吋)	井深 (尺)	水層深 (尺)	湧水 量 (日本 桶)	自然湧水面之低下 (尺)	所要掘鑿 深度 (尺)	噸位所要馬力 (馬力)
佐賀	二二・五	五六六	一二〇	三七、〇〇〇	四五	五〇	一
東京府下落合村	二二・五	五三〇	一四〇	四八、〇〇〇	六〇	六五	六〇
熊本市外健康村	一五・五	一七六	七六	五〇、〇〇〇	六〇	六五	六〇

整井工程

(e) 北京水道水源深井掘整狀況表

項別	井別	掘整日期	掘整式樣	掘整日數	掘整口徑	工事竣工	工事開始	水源井地址	施工者
	一號直井門	二、五三〇	旋轉式	九〇	一一二	民國六、六、九	民國六、六、九	水東廠內門	合資會社
	二號井	二、四四〇	旋轉式	七五	一一二	民國六、六、九	民國六、六、九	同上	同上
	三號井	二、三三〇	衝擊式	一二四	一一二	民國六、六、九	民國六、六、九	同上	同上
	四號井	三、一七〇	衝擊式	九八	一一二	民國六、六、九	民國六、六、九	同上	同上
	五號井	二、八七〇	衝擊式	六七	一一二	民國六、六、九	民國六、六、九	同上	同上
	水月菴井	八〇〇	衝擊式	六〇	一〇	民國六、六、九	民國六、六、九	北京城內	同上
	水刑部街井	八四〇	衝擊式	六七	一〇	民國六、六、九	民國六、六、九	同上	同上
	水甘石井橋	六五〇	衝擊式	五三	一〇	民國六、六、九	民國六、六、九	同上	同上
	水宣武井門	—	衝擊式	—	—	—	—	同上	同上
	自然水位	(1) 二、〇	—	—	—	—	—	—	—
	總掘深	(公尺)	—	—	—	—	—	—	—
	揭水缸	(公尺)	—	—	—	—	—	—	—
	立方公尺	—	—	—	—	—	—	—	—

水	一四·五	一四·五	一四·五	一四·五	一四·五	一四·五	一三	一四	一四	—
溫度	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
揚水 水位 公尺	(1)七·11	(2)三·六	(3)三·五	(4)三·三	(5)三·五	—	—	—	—	—

(f) 華北舊式井與深井之掘鑿比較

民國二十九年舊式井一眼，掘鑿費，連同牲畜，水車等共需八〇〇元，以其單位揚水量平均之，每時立方公尺水量，揚水費需四一五元，依深井掘鑿費及設備費均之，每時立方公尺水量需一、八〇〇元，且水車牲畜可為農家勞力一部之用，其糞尿並可為肥料，故一般農家仍以舊式淺井為宜，且無購買油類之困難。

四、鑿井之困難及臨時處理方法

1. 鑿井具之遺落與打撈

掘鑿一般淺井時，遺落器具尚容易取出，無須研究救濟之方，惟掘鑿深井時，如鑿井具遺落井筒之內，撈取頗為困難，茲就遺落之原因略加敘述，以供打撈之參考，其原因不外井繩中斷，井繩與繩樁連絡不周，疏於檢查，井繩長短失當，或因車耳之震動，使鑽頭電磁化，而鋼鐵易脆折。因井口狹而深，且有泥水，遺落之後，打撈之困難，可想而知。故常有將半成之井棄為廢物，或將已遺落之物搗碎，但此種辦法均不經濟，應於事先善為預防可也。如已遺落，可用鐵葉碗內儲黃臘，纏於遺器之上，重按之，拽出井外，可知其形及破損狀態，而定撈取方法，其法略述如下。

- A. 滑舌鉗筒，鑽頭如尚未粘固，可先以搗穿槍徐徐攪動，使鑽頭與井壁離開，再以滑舌鉗筒夾之而出。
- B. 角形鉗筒，鑿具落下不深，可用此撈之，筒內有二舌，皆刻齒紋，撈取時，將鑽具上端套緊，可以提升。
- C. 電磁鐵，可使落下之器具吸出，或鬆動。

D. 狼牙槍，附有倒狼牙，可以撈拾折斷之井繩。

E. 割鑽管，直管杵。井筒落於井內，如已彎曲，可用直管杵搗直之，欲將已落之管筒割斷曳出，須用割鑽管爲之。

2. 地理之困難與臨時處理方法

A. 墜石，如墜石落下，恒將鑽頭楔固。非添用小鑽頭將上面之落石打碎不可，或用搗穿槍，將亂石撥開，搗碎，或輕輕左右撼動擊井繩，或猛擊橫把手杵，切勿猛力上提，以免繩斷。

B. 磊石，宜搗碎之，或用炸藥轟炸之，辨磊石之法應以鑽頭活躍者爲磊石，其沉着者爲整石，岩石。

C. 稀泥，須下筒防止崩塌塌頽。

D. 流沙，流沙之薄者，可先行抽泥，然後裝井筒，愈深愈佳，如是可以超過其流沙層，或有將洋灰注入，使之凝固者。或以水灌滿井眼，使其井壁之壓力與外部流砂壓力相同，然後可抽泥，或下管，或用亞英尼亞氣凍方法使之凝固，以便掘擊。

第六 各種鑿井所需人工材料費

因各地物價不定，不易決定各種費用之單價，左列各種金額均爲民國三〇年末至三一年上半年之一般價格，但表內各井所用之材料數量以及人工數目可視爲鑿井價格之基礎數字，足爲掘井設計編製豫算之參考。

一、各地別舊式井掘鑿費

砌井

A. 磚砌井

鑿井工程

B. 石 砌 井

地名	全深	形狀		種類	數量	單位	單價		金額	計	補類負數	單價	金額	計	雜費	合人材料
		型上水面	形狀				每	元								
肥濟線 朱家店	一〇〇公尺	圓	圓	石 木	三三〇〇	公斤	二〇	三〇〇	六六〇〇	六〇〇	小工	一〇	三三〇〇	三三〇〇	五〇〇〇	四七〇〇
白馬山	八〇	圓	圓	石 洋灰及沙	六〇〇〇	公斤	一六	一〇	六〇〇〇	一〇〇〇	小工	〇〇	六〇〇〇	一四〇〇	五〇〇	三六〇〇
嶺山	三〇〇	圓	圓	石 木	三〇〇〇	公斤	二	三〇〇	三〇〇〇	三〇〇	小工	一〇〇	三〇〇〇	三〇〇	一〇〇〇	七〇〇
嶺山	一〇〇	圓	圓	石 木	一〇〇	車	一	六〇〇	一〇〇〇	一五〇〇	小工	〇〇	一〇〇〇	七〇〇	四〇〇	一〇〇〇
津浦線 張夏	六〇	橢圓	橢圓	石 木	一〇	車	一	六〇〇	六〇〇	八〇〇	小工	〇〇	四〇〇	一四〇〇	一〇〇〇	一五〇〇
津浦線 泰安	三〇	圓	圓	石 木	四〇〇〇	公斤	一	三六〇	一四四〇	一六〇〇	小工	一〇	一四〇〇	一四〇〇	一〇〇〇	三六〇〇

C. 半 砌 井

察井工程

地名	全深	形狀		材			料			大工		小工		雜費	合計
		地上	水面	種類	數量	單位	單價	金額	計	種類	員數	單價	金額			計
膠濟線 周村	1000	圓	圓	磚	600	塊	千塊	600	1.60	小工	300	1.00	300.00	1.99	199.00
				石	600	千公方	千公方	3.50	3.50	大工	100	1.00	100.00	1.99	199.00
				洋灰及沙	400	千公方	千公方	6.00	2.40						
膠濟線 大陸池	200	圓	圓	石	400	千公方	千公方	1.50	0.90	小工	300	1.00	300.00	1.99	199.00
				洋灰及沙	200	千公方	千公方	2.60	1.60	大工	100	1.60	160.00	1.99	199.00

2. 土 井

地名	全深	形狀		材			料			大工		小工		雜費	合計
		地上	水面	種類	數量	單位	單價	金額	計	種類	員數	單價	金額			計
津浦線 黨家莊	900	圓	圓	石	200	千公方	千公方	1.50	0.90	小工	300	1.00	300.00	1.99	199.00
				洋灰及沙	500	千公方	千公方	3.50	1.75						
膠濟線 昌樂	600	圓	圓							小工	300	1.00	300.00	1.99	199.00
膠濟線 普通	300	圓	圓							小工	300	1.00	300.00	1.99	199.00

3. 改良井

上部掘鑿費大致與磚石砌井或土井相同，下部鑿孔時之工人約用四〇人，工價計二〇圓，竹管每丈八圓，如三丈則需二四圓，總之除去普通水井掘鑿費外，尚需一四〇—一五〇圓。（此為民國三〇年秋辛集之實例，井深一三·五〇公尺，井筒地面口徑一·四〇公尺，水面口徑二·二五公尺）改良井一眼上下全部於民國三〇年需要掘鑿費七百餘圓，民國三二年春需

整井工程

九百餘圓，民國三十三年以後，以物價騰貴，每眼將及數千元矣。

二、各地舊式水井每眼掘鑿總費及每一公尺深平均價格（元）

地名	總費用		勞力及材料各佔總費之%		總深及一公尺費用	備考
	勞力費	材料費	勞力費	材料費		
保定	二元·零	一元·零	五·三%	四七·七%	九·三〇	民國三〇、四
石門	三元·〇〇	二元·〇〇	五·六%	四四·四%	一〇·〇〇	民國三〇、
石門	二元·〇〇	一元·七〇	五·五%	四四·七%	一〇·〇〇	民國三〇、
辛集	一元·〇〇	一元·〇〇	五·七%	四六·三%	一〇·〇〇	民國三〇、
辛集	一元·〇〇	一元·〇〇	五·七%	四六·三%	一〇·〇〇	民國三〇、
彰德	二元·〇〇	一元·七〇	五·六%	四四·四%	一〇·〇〇	民國三〇、
濟南	一元·七〇	一元·〇〇	五·一%	四四·九%	七·三〇	民國三〇、
濟南	一元·〇〇	一元·〇〇	五·八%	四六·二%	八·三〇	民國三〇、
張店	一元·〇〇	一元·〇〇	五·一%	四六·九%	七·三〇	民國三〇、
張店	一元·〇〇	一元·〇〇	五·一%	四六·九%	七·三〇	民國三〇、
泰安	三元·〇〇	二元·〇〇	五·五%	四四·七%	九·〇〇	民國三〇、
城陽	二元·〇〇	一元·〇〇	五·〇%	四七·〇%	八·〇〇	民國三〇、
臨淄	二元·〇〇	一元·七〇	五·九%	四六·一%	八·〇〇	民國三〇、
南苑	二元·〇〇	一元·七〇	五·七%	四六·三%	八·〇〇	民國三〇、

鑿 深 (呎)	口 徑 一 呎 (每呎)	口 徑 二 呎 (每呎)
自地面	二·〇〇元	四·〇〇元
一五〇呎間	四·〇〇	六·〇〇
一〇〇呎間	六·〇〇	八·〇〇
一五〇呎間	八·〇〇	一〇·〇〇

第七 揚 水 設 備

一、汲揚器具種類及用途。

汲揚器具如按動力別，可分為人力（包含繩缶，桔槔，滑車，人力活鏈水車，人力手押唧水筒）畜力（水車，畜力活鏈水車）自然力（風車，長提式唧水筒，旋轉離心式唧水筒，旋轉推進式唧水筒），或發動機力（蒸汽唧水機，電力唧水機）考鑿井一項於工程方面雖然按計畫掘鑿完成，如揚水器具不加選擇，亦不能有顯著之功效，故普通宜注意左列各點

- 1 價格要低廉
- 2 製作材料要容易獲得。
- 3 運轉經費便宜。婦孺亦能簡單使用（指飲料水井）。
- 4 使用後如發生局部損壞，可以隨時隨地容易修理完善者。
- 5 提水力須大，揚程須高者，（指灌溉井）

6. 揚水機運轉動力尤須能容易獲得者，至各種揚水器具之用途略述如下。

A 槓缶，爲汲揚飲料用水之簡單用具，普通於使用公共水井時，各家大致備有此具，而尤以都市城鎮居多。

B 桔槔，飲料灌溉汲水用，於地下水位較高之鄉村內多見。

C 滑車，普通爲汲揚飲料水用。

D 轆轤，爲飲料或灌溉汲水用。

E 水車，（水斗水車），或波斯輪（美國連珠斗）爲灌溉揚水用。

F 鐵鏈水車，（活鏈水車，連珠鎖），爲灌溉揚水用。

G 唧水筒，汲揚飲料用水，或其他。

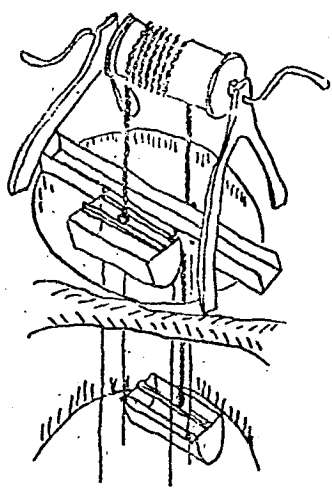
二、各種汲揚器構造及費用

因篇幅所限，對於各種汲揚器具構造，不克一一臚列盡述，僅將各主要揚水器具構造圖繪載於後，略備參考。至於價格以材料、時間，及舊地關係，時時多有變更。

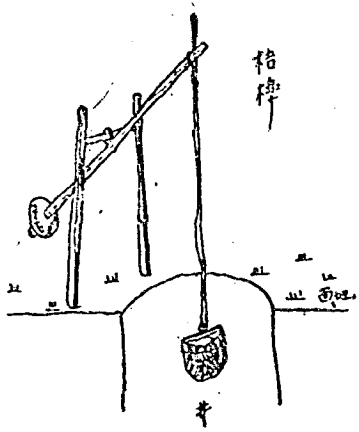
1 桔槔 每套約七〇—八〇元。（民國三十年調查）。

2 轆轤 一人用簡單者一套價五〇元，複式者或二人以上用者約八〇—一〇〇元，各地有售。水斗（罐）在津浦線南部及膠濟線多木鐵泥製者，津浦線北部及京山線，濟南一帶及其他各處多用柳條編成。至其每套內容價格大致如下，水斗一個三—五元，麻繩每公尺爲二—四〇元，轆轤木把一個三〇元，木架（石，木）若干。（民國三十年調查）。

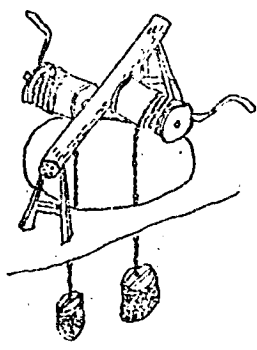
鑿井工程



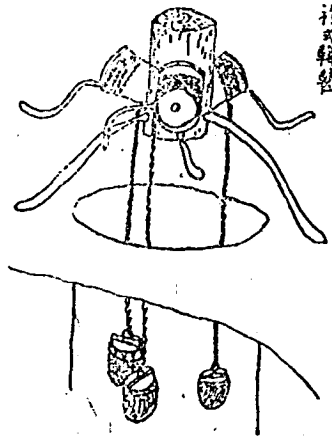
脚踏式絞盤



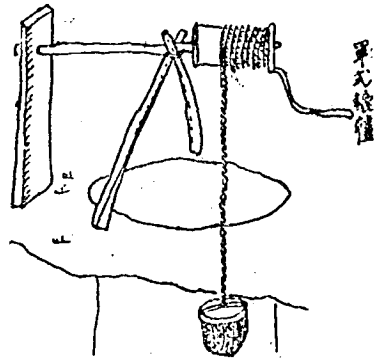
桔槔



7°



複式絞盤



單式絞盤

3 水 車

A 波斯輪，（普通水車，）爲華北現在灌溉用汲水器中最優良者。井上木架如L字型，有立輪，臥輪，及水斗若干，隨井深而定，數之多少，普通以四〇〇五〇水斗爲最合理，過此數則重量過大，牲畜不易牽引廻轉，全套木製者約三〇〇元，鑄製者全部重量三〇〇—五〇〇公斤，價約七〇〇元—一、〇〇〇元。有水車製造工場之地方如泰安、黃土坡、北京、天津、黃台、濟南、保定、石門、新鄉、開封、太原等。至其基礎部分價格如下，（民國三十一年各地平均約數）。現以資料缺乏，除由政府配給外，一般以價昂頗難購置。

（含木質多者）

臥輪一件（斗輪）一〇〇〇元

（含鐵質多者）
二〇〇〇元

立輪一件（動力輪）五〇〇元

一〇〇〇元

水斗子一個 三〇〇元

六〇〇元

受水槽一件 五〇〇元

一五〇〇元

牲畜牽引杆一根 三〇〇元

五〇〇元

B 活鏈水車每套重量約二〇〇—三〇〇公斤，價約四〇〇—五〇〇圓（民國三十一年調查）但以鐵鏈易斷，及修理困難，以致現在各地仍不及前項波斯輪之普遍採用。

C 水車構造概要

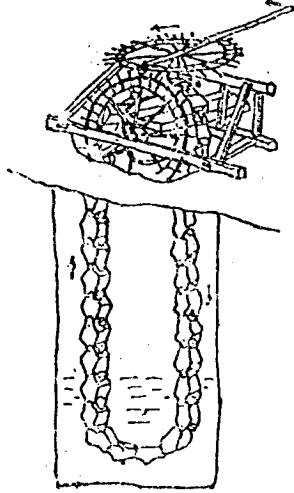
普通統稱各種水車爲畜力揚水機，茲就左列二項略加敘述

（a）水斗式（連珠斗，波斯輪，普通水車）。

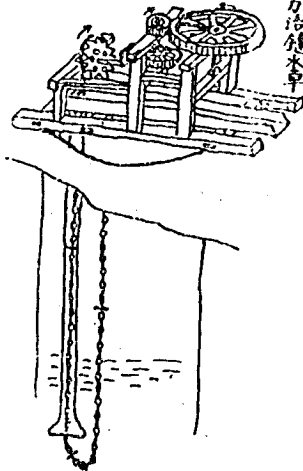
揚水用之斗輪上所附之裝置，有六角形者，即該輪轉一週，可有六水斗升降，更有七角式或八角式者。

但過深，水斗須多，重葦必大，以及破斗漏水愈甚，凡此各項均為今後研究之目標。普通動力輪徑等於斗輪徑，故動力輪轉一次，斗輪亦轉一次，亦有動力輪轉一·五——二·三回，而斗輪方轉一回者。

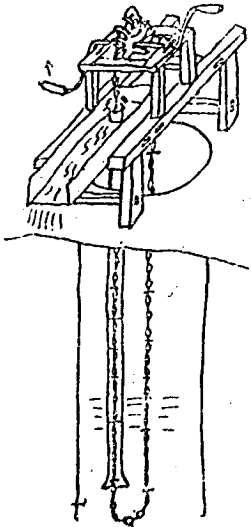
水車



高力活鐘水車



人力活鐘水車



(b) 水管式 (活鏈水車，鐵鏈唧筒)

管徑多三·五—四·〇吋者，其膠皮片約厚四·五公厘。

關於膠皮片大小與管徑之關係，應如何製作，今後頗有研究之必要。

普通動力輪輪徑大於鏈輪輪徑一倍或數倍，即動力輪迴轉一次，鏈輪可以迴轉一回，二回，乃至數回。

4 機械揚水器

普通簡單家庭用之鐵製手押唧水機一座約六〇—七〇元，長提複式唧水機價約二五〇元，(以上係民國三十一年之價格，其後以鐵製唧水機缺少出品，不易購得)，至於其他複雜發動機或唧水機因價格不一，種類繁多，茲不贅述。

最近以鐵材購買困難，有發明陶質手押汲水筒者，其形式分單式，複式，均以人力押唧，民國三十一年，每台價在二〇—三〇元。

三、各種揚水器之揚程

種 別 揚 程

鐵製手押唧水筒 淺於一〇公尺 (自地面下三〇呎以內)

長提複式唧水筒 深於一〇公尺
電力唧水筒 (自地面下三〇呎以外)

桔 槔 二·二七—四·八三公尺

陶製唧水筒 三·七七公尺

鑿井工程

鑿井工程

轆 二·九五—六·〇〇公尺

水車 二·四—一八·二二公尺

第八 鑿井與灌溉

水井灌溉面積之多少，常與水井湧出量及揚水機種類有密切之關係，現在華北各地於灌溉方面，普通多為舊式露天寬井，淺井，以水車或轆轤，桔槔等器具揚水。茲僅就此等水井及揚水器具與灌溉之關係列記如次

一、每眼水井一日之可能灌溉面積表（於石門附近調查，井深七—八公尺）

動力別	揚水具		每井一日之可能灌溉畝數	動力別	揚水具		每井一日之可能灌溉畝數
	轆	轆			水	水	
人 (男)	轆	轆	平均 一·〇	牛	水	車	平均 一·五
人 (女)	轆	轆	平均 〇·七	馬	水	車	平均 三·五
人	轆	轆	平均 一·五	騾	水	車	平均 三·五
人	轆	轆	平均 二·〇—三·〇	驢	水	車	平均 三·〇

二、每日灌溉時間，普通自早六時至晚八時，除去早，午食及間休外，平均每日一匹畜力水車工作一〇小時，二匹交換者工作一二小時，人力轆轤一日工作約八—九小時，水井多於晝間灌溉，至井少地方及過旱之年，則亦常有於夜間持提燈，或就月明而行灌溉者。

三、動力別井水之汲水量

動力別	揚水具	汲 立方公尺/秒	動力別	揚水具	汲 立方公尺/秒
(1) 騾	水車	0.0033	(8) 騾	水車	0.0028
(2) 騾	水車	0.0028	(9) 二	水車	0.0019
(3) 小騾	水車	0.0025	(10) 老騾	水車	0.0022
(4) 老騾	水車	0.0033	(11) 壯騾	水車	0.0028
(5) 壯騾	水車	0.0040	(12) 人	水車	0.0033
(6) 三人工作 一人休息	轆轤	0.0042	備考	轆轤	
(7) 二人 交替	水車	0.0042			

以上各村水井平均水位在七—八公尺

上表調查地址列後
石門西集村
石門西集村
石門西集村
石門西集村
石門西集村
石門西集村

四、每作物生長期中灌溉回數，因各地氣候，雨量，土質不同，以及作物用水量之不同，難以決定，普通作物每七—八日須灌一次，菜類，瓜類，粟粟等每二—三日即須灌一次。

五、每井水壓面深 \parallel 每日可灌回數 \times 間隔日數 (即前後灌水時期間隔日數) = (每秒汲水量 \times 每日工作秒數 - 損失水量) / 抽水深

\times 間隔日數。

六、單位用水量，(每日水深—公厘) \times 抽水深 + 前後抽水期間抽水 \parallel 單位用水量 (馬路中以水深抽水之水量)

普通農作物每次抽水深在五—六公分，如十日灌一次，每日用水量為五—六公厘，至其實際詳細情形，摘錄已有資料列表如左，(單位用水量即每日需要水深公厘)

鐵路線別	蔬、菜	麥作物	果樹	鐵路線別	蔬、菜	麥作物	果樹
津浦線	一一·九二	八·三三	—	京山線	·七·六〇	—	〇·五一
膠濟線	七·八五	—	八·八〇	平均	九·七九	八·五七	〇·五二

九 鑿泉法

一、湧泉之利用價值及我國北部名泉

吾國西北亢旱，東南多雨，故倡言水利者，在西北則重求水之方，江南則重鑿引水之法，乃因地理之所以使然也。本書前編各節，已盡述地下水及鑿井各項，惟近年以來，因資材人力之不足，揚水管理維持費之過昂，無形中於鑿井方面又增不少困難之點，如在地形，地質適宜之處，施行引泉而利用之，實倍捷於井，故今後有積極提倡之必要，試觀我國北部各名泉，或用之於灌田，或用之於飲料，殊稱便利，考其所在，多近在山脈高原一帶，因此一點，使吾等提倡地下水利用及鑿井之技術者，感覺異常光明，因以往咸謂山脈高原地帶不易鑿井，如能適用探泉方法，施以掘鑿，則山原亦不難化為水利之區，已往各處名泉水利灌溉實情，昭昭在目，故今日吾等處此物資人力缺乏之際，應以泉水補井水之不足，則地下水利用可盡其效用，茲將我國北部西部各地湧泉情形，臚列如左。

1 我國北部西部之名泉

地區(及概況)	湧泉位置	湧泉名稱	摘	要
泰山區	泰山中	水濼 泉洞		

(有洞、汶、沂、淄、大清河諸水之源)	長山縣西三十里長白山南 鄒縣東南二十五里 鄒嶧山	百脈泉	爲淄江之源 鄒嶧山石間多孔 有水湧出 有四百二十泉 爲蓮河水源之一部 於北城與大明湖相會 出城後分爲二(西·小清河 東·濰水)
汶水內	濟南內城西南隅	趵突泉	於北城與大明湖相會 出城後分爲二(西·小清河 東·濰水)
〃 趵突泉東	〃 省府內	珍珠泉	〃 外城東南角 黑虎泉 黃龍 甘露 鐵匠 雙鶴 草廠 石翅
陰山區 (龍曠人稱，農器尚未發達，各處有名泉甚多)	長清縣東南九十里 靈岩山 經遠縣歸化城南上 堡下來園 經遠城外東北方， 爲靈岩村體王廟 包頭東門外農事試驗場 韓縣西北七里蘇門山下 汶縣城北二十五里 毛莊村 淇縣內 淇河南岸 淇縣南六里 淇縣河上流 大名縣城東三里 邢台縣西北四里	(有泉一) (有泉一) 利農 新月 雲洞 善岩 羅壁 湧珠	灌溉用 灌溉數百頃 德河之源，附近有枯泉、程泉、萬泉，
太行山區 (南起豫北沁陽西南，北迄大青山，亘千餘里，各處有湧泉發現)	鐵馬泉 太和泉	黑龍潭	灌溉用

鑿井工程

<p>ク 東南十三里</p> <p>定縣城北</p> <p>蘇泉村</p> <p>黑龍泉</p> <p>灌溉用</p>	<p>滿城縣東八里</p> <p>一畝泉</p> <p>清苑河(府河)之源</p>	<p>滿城縣東十五里</p> <p>鷄距泉</p> <p>清苑河(府河)之源</p>	<p>北京西方玉泉山下</p> <p>永玉・寶珠</p>	<p>北京西方玉泉山下</p> <p>堅固林</p> <p>泉水勢小</p>	<p>北京西方玉泉山下</p> <p>裂帛湖</p>	<p>北京西方玉泉山下</p> <p>逆珠泉</p> <p>由山出後入昆明湖，出後分爲二流，東南支入北京城，北流爲清河。</p>	<p>北京西方玉泉山下</p> <p>靜影湖</p> <p>泉水勢最中</p>	<p>北京西方玉泉山下</p> <p>趵突泉</p> <p>泉水勢大</p>	<p>昌平縣小湯山之南</p> <p>西東</p> <p>可洗却皮膚病症</p>	<p>順義縣城東北二十里</p> <p>有稻八千頃</p> <p>此泉爲箭桿河之源</p>	<p>順義縣城東北二十里</p> <p>東海湖</p> <p>附近七十二泉</p>	<p>宣化縣白廟堡</p> <p>溫</p> <p>洗療病症</p>	<p>陽原縣</p> <p>東城東十五里</p> <p>溫</p> <p>洗療病症</p>	<p>夕城西二十里</p> <p>龍泉</p> <p>洗療病症</p>	<p>晉泉縣西南十里</p> <p>晉利權老泉</p> <p>分南，中，北三渠灌田</p>	<p>山西衆山區</p> <p>介休縣城東南二十里</p> <p>孤鞍山</p> <p>分南，中，北三渠灌田</p> <p>分南，中，北三渠灌田</p> <p>分南，中，北三渠灌田</p>
---	---	--	------------------------------	--	----------------------------	--	---	--	--	---	---	------------------------------------	---	-------------------------------------	---	--

擊井工程 西孤連·東六盤 邱連山區	臨汾縣西二十里平山下 龍子祠 價澆用	〃 西十里 加泉 價澆用	〃 東廿里 東元村 泉 價澆用	〃 東廿五里 黃蘆泉 價澆用	絳縣西北二十五里 鉸山下 清濁二泉 澆澆用	運城南門外五里小山中 野狐泉 名勝風景地	永濟縣五老峯 黑龍泉 價澆用	鳳翔縣西北雍山下 返眼泉 注入渭河	〃 東關 諫泉 飲澆用	興縣平東廿五里 馬跑泉 澆澆用	〃 西三十里 神泉 價澆用	〃 西廿里 柏楊泉 價澆用	渾縣城南門外 溫泉 清華池故址	華陰縣南十里華山玉井 玉泉 價澆用	〃 城東十五里 靈應泉 注入渭河·澆澆用	〃 城北大荔城 九龍泉 價澆用	〃 東關外 酒泉 爲隴水·黑水河之水源
---	--------------------------	-----------------------	-----------------------------	-------------------------	--------------------------------	----------------------------	----------------------	-------------------------	----------------------	-----------------------	------------------------	------------------------	-----------------------	-------------------------	-------------------------------	--------------------------	------------------------------

擊井工程

鑿井工程

阜平縣		阜平縣	
大道溝口泉	城東北三十里	大義場東泉	城西北四十五里
東溝岑泉	城西北三十里	青羊滂泉	城西北四十五里
百畝台泉	阜平城西北四十五里	鈴鑼滂泉	城西北四十五里
廟兒滂泉	城西北四十五里	台峪村泉	城東北八十里
龍王廟下泉	城南四十里	關子泉	城東北八十里
陳南莊西泉	城南五十里		
後嶺根泉	城南九十五里		
板峪村東泉	城南九十五里		
西泉	城南百十里		
大夫莊東西溝村	城南百十里		
小香爐石泉	城西北七十里		
水泉旺泉	城西北七十里		
下澗村泉	阜平城南九十里		
東下關泉	城西北四十八里		
大義場東泉	城西北五十五里		
青羊滂泉	城西北六十八里		
鈴鑼滂泉	城西北四十四里		
台峪村泉	城東北八十里		
關子泉	城東北八十里		

定縣		曲陽縣		阜平縣	
魏家峪西溝泉	城東南六十里	王家莊泉	城南六里	西坡四泉	阜平城西六十八里
摩子峪泉	城東南五十里	龍泉崗泉	城南十五里	西坡六泉	城西北六十五里
白羊口泉	城西北六十五里	第二第三泉	城北三里	鐵貫泉	城西北四十二里
二岑澗泉	城西北四十二里	馬古莊第一泉	城北三里	二岑澗泉	城西北四十二里
白家澗村東南泉	曲陽縣城北三里	東西海子泉	城北五里	白家澗村東南泉	城西北四十二里
東西海子泉	城北五里	第二第三泉	城北五里	東西海子泉	城西北四十二里
馬古莊第一泉	城北三里	王家莊泉	城南六里	馬古莊第一泉	城北三里
龍泉崗泉	城南十五里	南水峪北坡泉	曲陽縣城西北三十里	龍泉崗泉	城南十五里
第二第三泉	城南十五里	樹砂候泉	城西北二十五里	第二第三泉	城南十五里
王家莊泉	城南六里	大泉	城南七里	王家莊泉	城南六里
南水峪北坡泉	曲陽縣城西北三十里	覺元寺泉	城西北四十二里	南水峪北坡泉	曲陽縣城西北三十里
樹砂候泉	城西北二十五里	北鎮泉	城北五十里	樹砂候泉	城西北二十五里
大泉	城南七里	南鎮子泉	定縣城南三十里	大泉	城南七里
覺元寺泉	城西北四十二里			覺元寺泉	城西北四十二里
北鎮泉	城北五十里			北鎮泉	城北五十里
南鎮子泉	定縣城南三十里			南鎮子泉	定縣城南三十里

獲鹿縣	內邱縣	贊皇縣	臨城縣	磁縣	平谷縣	諸城縣
龍泉寺泉	馬跑泉	柳樹峪泉	蘆家澤泉	康川泉	城子莊泉	水峪寺泉
獲鹿縣城西南二十五里	城西南四十里	城西南八十里	城西南三十里	城西北七十五里	城西北十二里	城西北一里
內邱縣城西南二十五里	城西南四十里	城西南八十里	城西南六十里	城西北七十五里	城西北十二里	城西北一里
贊皇縣城西北十九里	城西南八十里	城西南三十里	城西南六十里	城西北七十五里	城西北十二里	城西北一里
臨城縣城四十里	城西南六十里	城西南六十里	城西南六十里	城西北七十五里	城西北十二里	城西北一里
磁縣城四十里	城西南六十里	城西南六十里	城西南六十里	城西北七十五里	城西北十二里	城西北一里
平谷縣城六里	城西南六十里	城西南六十里	城西南六十里	城西北七十五里	城西北十二里	城西北一里
諸城縣城八里	城西南六十里	城西南六十里	城西南六十里	城西北七十五里	城西北十二里	城西北一里
東南二十五里	城西南六十里	城西南六十里	城西南六十里	城西北七十五里	城西北十二里	城西北一里

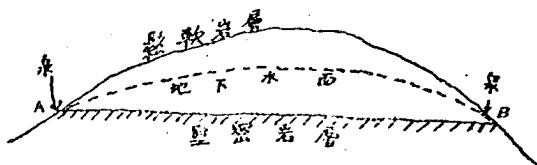
涿源縣 大興縣	馮五泉 湖	涿源縣城南八十里 大興縣西南十五里	大興縣	水	泊	大興縣西南十五里 城西十里
------------	----------	----------------------	-----	---	---	------------------

二、湧泉之成因及其種類

前編各節，業經叙及，雨水降落地面後，一部向空中蒸發，一部流失達及河海，其餘則滲入地中，變為地下水，依重力作用，在地中沿滲透性層或岩石之裂縫，漸向低處縱橫移動，其後至某處如被不滲透性層遮斷，即再出現於地表，成為泉源，其自洞穴滾滾流出者，曰湧泉，無洞穴可尋，而有水浸出者為浸泉，其水流因地形，地勢，地質而異，有年月不竭者，有因季節而間斷者，其水溫，有寒冷如冰者，亦有溫熱如沸湯者。茲按湧出地點及地層之關係，可分以下各種湧泉。

1. 層間湧泉、(傾斜帶水層湧泉)

地下水集於不滲透層及滲透層之間，水不能下洩，乃沿不滲透層之傾斜面向低處移動，於此二層分界線之上露而處湧出，普通地表出現湧泉之大部分均屬於此種湧泉，斯種湧泉因有相當來源，故甚有利用之價值。此種湧泉出現地點之分界線處，有時亦可視為山地部及平坦部之分界



線，由此向山之方面，漸爲山嶽圍繞，雖有平地，一般多爲沙礫質，富滲透性，雨水降落後，即行滲入，變爲地下水，依重力作用向低處流動，乃由最低處之滲透層與不滲透層分界線處湧出地面。

2. 溢流湧泉

不滲透層爲淤狀，其上爲滲透性層存在時，水積存於此，形如地下水之貯水器焉，至積水過多，即漸由周圍低處而溢流，沿二層分界之地點向地面湧出。此種泉水來源不遠，且積水有限，於旱年枯渴時，湧泉常有停止現象。

3. 斷層湧泉

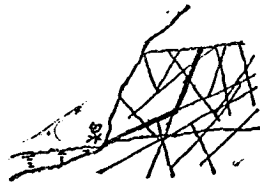
地層發生斷層，地下水由斷層面或斷層之龜裂處湧出，例如於掘鑿日本丹那隧道時，一部地質成爲斷層，曾發現大量湧泉。

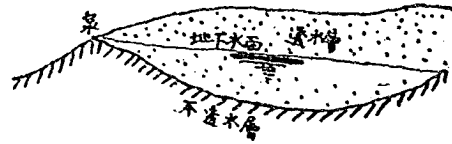
4. 潛流湧泉

由花崗岩或片麻岩所成之岩石，某一處受風化過甚，其已風化之物質，被流水沖入下部凹處，而行堆積，下部爲不滲透性層，此種沈積風化埋積層之間有水停滯時，如被山谷遮斷，即有湧泉出現，但有水時雖成爲湧泉，枯渴時即行停止，其下層之不滲透層如爲粘土層，有凹部存在時，亦有斯種湧泉發現，此種潛流湧泉，形似含有溢流湧泉及斷層湧泉二種之性質。

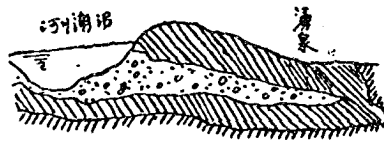
5. 曲管式湧泉

滲入地下岩石孔竅或裂縫之地下水，漸向深部低處滲入，其後被不滲透層遮斷，因水壓關係而上升，則沿間隙漸漸流動，而湧出地面，其流入之點，因位置高於流出之點，故如曲管虹吸作用，水流可以上昇，其最下部曲折點恒在海平面以下，普通水流達於最低部時先集積此處，浸潤充塞附近岩石，再有水流流入後，即依水壓關係而向各方遍求裂縫流之而出，但地下岩層之裂縫節文並非整齊，故水有上升數次，將及地面而又降入他層裂縫，迭經岩石各層後始能湧出地面。

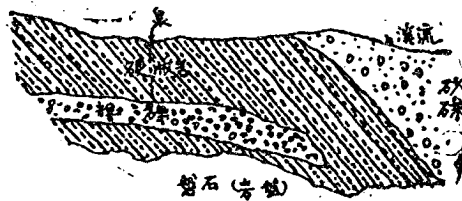




6 有遠源之潛水層湧泉



7 砂礫層湧泉



上下爲密固岩層，中部爲鬆軟岩層者，中層潛水，由上層之裂縫或薄弱處滾滾上湧而爲泉，普通於流徙淤積層之砂礫與粘土相間雜者，可以常常發現此種泉源，其潛水層之外露而須較掘泉地位高而遠者爲佳，去海岸數里亦有淺泉出現，即此理也

潛水岩層之上無覆蓋，而下無頂托之緊密岩層者，其中積水過多時，則外溢而爲泉，其在谷中者，如潛水層極厚而質鬆，組織無甚差異，則谷之上部多細泉，而下部則成爲溪流，但水經地上不久，有時即成伏流，於沙漠中亦常有如是之泉，以水

量不定，利用頗感困難

三、我國固有之探泉方法

1 凡由上山下，或近山三四十里之平地，不論沙石或黏土內，常有小孔出水，盛夏不斷，隆冬不凍者，其下必有真泉，可以試鑿，如其泉之附近沙石泥土有水浸出，則其周圍必有泉，可以大加開鑿。

2 凡由上山下或近山三四十里之平地，不論沙石或泥土，雖無出水小孔，而其地面常濕，盛夏不乾，隆冬不凍，遇大雪時雪落此地立時融化者，其下必有真泉，可以試鑿，如泉之附近亦有前項情形，則可大加開鑿。

3 凡第一、第二兩條有泉地方，於冬季天寒，早晨之間，其地有白氣上蒸者，則其下必有絕大泉源，挖之不及二三尺，當可發見。

4 凡於以上地方開鑿時，其泉不論大小，如山下直上湧起者，其泉根必深，可以常保而無變遷，若水從傍出橫湧者，恐無深根，必有變遷，或係地面偶出之水，不過數日，或數十日，其水必絕，不可大鑿，但在山腹鑿泉出水者，則不拘此格。

5 凡在過水溝澗，或過水河道，水乾以後，其下有泉，去平地甚近，則不可鑿，以其不易引水外出，且遇大水行過時，仍然淤沒，徒費人工也。

6 凡發現泉時，必須先行試鑿，逐漸擴充，起初不可徒貪池大，遽開若干畝，恐水源無多，徒費人力，而失信用也。

四、掘泉引水之方法

於敘述掘泉引水之前，不能不略談養泉之方，如保護泉水不致被污，使泉源不致閉塞，建築蓄水池（灌溉用）或蓄水庫（飲料用）以便設設渠或置導水管導水外出，以利分佈，廣開泉口或聚數泉於一處以增其流量，置澄沙池使水清潔（飲料用），

置過水堰以測流量等，至其設備之概要，則如於適當地方下部掘洞截取地下水，或於適當地點掘井汲水，掘洞工事頗巨，除於水道水源迫不得已時，無須採用，蓋工巨費多而實難成功也。

掘泉時先選定地址；預計面積大小劃定界線，覓一較低方面定爲洩水口，如洩水口在北部，先掘泉苗出水，即山之側溝至洩水口以洩之，於是工人面向南方，站在乾地上，由泉眼處向北倒退掘鑿，至洩口爲止，而後再掘其他各方面，深以水深在二尺以內一尺以上者爲佳，四周須砌石磚，要留縫，以期四周進水容易，四周更須增高，以免雨期泥沙流入，而淤塞泉源，至於整理舊泉時，先排去積水，清除淤泥，瞥見泉苗湧水地點後，再由其周圍掘挖，至湧水旺盛，湧水至相當程度爲止。

關於引泉注意事項如左，

1 凡鑿泉出水，必於其地開一大池以蓄水，雖不引水時，亦必令其水常向外流，否則恐水久停，或泉湧塞，而有潛移地下之虞，蓋水動則泉流暢也。至於飲料用泉尤須常流，以免生污。

2 凡因泉蓄水，其池深必在一尺以上，如是則水流增大，一可以及遠，一可以力強，及遠則灌溉之面積大，力強則水能沖動沙芥，不至沉澱使泉眼填淤也。

3 凡於山上或山下開泉，不可使其水於溝澗，宜培堰築堤，使水行其上，或架槽渡水，使行於高地，然後功用方大。若一入低地，不但高地不得灌溉，而處處均須汲揚，徒費人力，且溝澗多沙石能吸水，所耗水量過大也。豫陝山民，引泉灌田多傍山築堰，以導水出。又西北包頭，山民築導水堰，其形如塔，水引塔上，蜿蜒數十里，塔頂有溝，寬深各不及一尺，而能灌一二百頃之田，其法頗宜效行。

4 凡引泉須築渠，然宜宛轉行於高地，如遇低地，則應以土石培堤，以承高地之水，而於堤上開溝，使水沿堤頂而行，則高低之地，皆得引用，且水流就下，不假人力，灌田甚易，若行低地而又開溝，則愈引愈下，功用反小，取汲更難，宜爲力戒也。

5 引渠灌田，其渠之寬窄深淺，宜按用水多寡而定，用水多而渠小，則過水必緩，灌溉遲延，用水少而渠大，既毀地費工，又使渠中常存無用之水，未免可惜，此於幹渠支渠，均宜注意，最好以水過渠乾爲度。

6 鄉間支渠，宜由田地中引過，如是則渠小易成，不致費水，用後填平，亦於地無損，如藉道路引水，既阻交通，復耗水量，殊不經濟之至，蓋天旱時，涓滴之水，均應愛惜也。

第四編 我國鑿井之今後問題

第一 華北今後鑿井問題

關於華北鑿井之必要，於第一編已備述，茲不再加贅言，惟按各處考察之結果，華北於一般河川灌溉水利設施尙未普及之前，或根本即無河川水利希望之地帶，鑿井一項頗有其重要性之存在，今後愈應予以積極推廣及提倡，茲關於華北鑿井之政策及技術方面，更臚列應與學識之事項於左，俾供斯道人士之參考，則幸甚。

一、應擴大鑿井範圍，以至全部地下水利

華北各省近年以來，屢爲食糧增產而提倡鑿井，其對象不外樹鑿一般磚井、土井而已，今後井管磚石資材以及揚水機具日趨缺乏，應將鑿井範圍擴大，如利用湧泉，或利用河川潛流之地下水等，均應立定計劃，分頭着手提倡進行，總之，華北今後鑿井之目標，以各種環境關係之迫切，不能不將以前視線展寬，宜按地形、地勢及各種技術方法盡力探求地下水源。

二、新設或於現有機關內附設地下水利之專管機關

現在華北尙乏鑿井以至於地下水之專管機關，故目下鑿井一項類似工程，而不屬於工務（建設）總署，而實際受農務（實業）總署之管轄，今後爲發展華北地下水計，應設立鑿井或地下水之專管機關，或附設於有關係機關之內，以謀有系統之指導及推進，應責成該專管機關，與關係機關討論樹立開發地下水之計劃，或施以技術指導，而期掘鑿之完善，或調查地下水事業及地下水水源之分佈狀況，以資參考，或訂定獎勵提倡地下水辦法以及地下水利用法規，以便解決今後地下水之糾紛。並養成地下水事業之中下級技術人員，以資分發現地指導推進各項方策。

三、訂定地下水利權法規之必要

地下水利包含鑿井及天然湧水之利用，有時因地界所有權之關係，不免發生種種地下水利紛爭之問題，宜參考已有法令及各地習慣編成有效之法令，以資爲解決地下水利今後糾紛之依據，不謂井泉爲個人所有，抑爲地方所共有，應盡力發揮其一井一泉之能力，以達成各方應用之目的，凡井泉之使用者在二者以上，不問爲飲料用或灌溉用，最好規定公共使用辦法，共同使用之，以免在同一地方鑿井泉過密，對於利用方面雖可感覺便利，但各泉不能供盡其力，則其掘鑿之資材人力之一部等於虛擲，於國家全體經濟似不相宜。

四、地下水利事業技術員之養成

鑿井、鑿泉及開發地下水之專門人才甚爲缺乏，尤其現地各縣之技術人員更覺稀少，應於其他普通訓練所（如農業訓練所等內），臨時招集各省縣中下層之技術人員，講習鑿井鑿泉、地下水等之知識及簡單實用掘鑿工程，以免徒唱推廣，而無實際指導之原動力，則僅成紙上之談兵而已。

Handbuch der Hydrologie

La Science Hydrologie

土壤學通論

灌溉排水

氣象學

華北降水量

地表水

土木工程ポケットブック

水理ト水源

農政全書

鑿井工程 (華北水利月刊
亦有登載)

實用農業全書②農業土木

山東省地下水

石門附近水井灌溉調査

上水道

The Principles of Soil management

中國救荒史論

中國農業論

鑿井工程

Prinz E.

D' Andrimond, R.

松野孝雄

田中貞次

君島八郎

工務總署水利局

君島八郎

土木工程ポケットブック編纂會

齋藤美代司

徐光啓

李吟秋

千種虎正
近坂百一

興亞院

葛蔭堂

森慶三

T. Lytleton, Lyon, Ph. D. and Elmer O. Fippin, B. S. A.

鄧雲特

巴克教授著，三輪孝，加藤健譯。

鑿井工程

中國基本經濟及灌溉

華北ニ於ケル灌溉井ノ概要

灌溉井鑿井勞力及ビ鑿井鑿費用表

華北舊式井及其汲水

給水工程學

中國統計提要

山東省ニ於ケル鑿井實施ノ概況

山西省農事調查報告

滕縣ニ於ケル土井ニ就イテ

泰安縣勞灌村ニ於ケル
鑿井灌溉實態調查報名

京漢線保定石家莊附近ニ於ケル灌溉狀況

河北省水泉分佈圖

定縣農村ニ於ケル井戸ニ就イテ

灌溉水トシテノ華北ノ水質

農業土木要覽

華北ニ於ケル畑地灌溉ノ效果ニ就イテ

京漢沿線地區農業概況調查報告

黃土高原天然情形之研究及其改進之可能

冀朝鼎

華北產業科學研究所

華北農事試驗場

原著 葛之幹
譯者 高津武男

陶葆楨

國民政府主計處

新民會山西省總會

滿鐵、北支經濟調查所

滿鐵、北支事務局調查室

河北省政府

北支、警務部愛路課

華北產業科學研究所
華北農事試驗場

工務總署水利局農地科

華北產業科學研究所

中央農事試驗場石門支場

齊敬鑫

地形學

葛綏成

大陸開發と地下水

山本莊毅

井ノ起源ト其發達ニ就イテ

茂庭忠次郎

地下水 (科學新書)

吉村信吉

Bulletin of The Geological Society of China (Volume Three Number 2)

P. 127-P. 128. Deep Wells in The Peking Area By G. B. Barbour

ソープ支那土壤地理學

伊藤隆吉等譯

農田水利學

沙玉清

華北農業 (第一卷第一期)

日華農學會

鑿泉淺說問答

梁式堂

中國防洪水治河法彙編 浚泉鑿井法

楊文鼎

藥城附近農事灌溉調查報告書

葛蔭堂

上水道 (アルス土木工學講座)

岩崎富久

天津地區ニ於ケル昭和十七年度

華北產業科學研究所

水稻作ノ圖書調査報告書

華北農事試驗場

水理學 (アルス土木工學講座)

伊藤剛

衛生工學 (上水道編)

岡村雅夫

Bulletin of The Geological Society of China (Volume ninth Number 1)

P. 49 P. 57 Further Data Regarding Deep Wells in The Peking Area By George B. Harbour

ポンプ及び水壓機

沖巖

建設專號(師範大學地理學系特著)

白眉初(一九三四)

鑿井用煉瓦製造ニ關スル資料

華北交通株式會社

滹沱河水利建設畑地灌溉事業地區
農事灌溉調查報告書(樂城晉縣ノ部)

工務總署水利局農地科

華北河渠建設事業關係各縣農事調查報告書(第一卷)

工務總署水利局農地科

農學(第七卷・第三、四期合刊)

農學院農學月刊社

華北水利(雜誌)

華北水利委員會

水利月刊

中國工程學會

鑿井經驗談

劉福

鑿井經驗談新書

劉福

北支那經濟綜覽

滿鐵產業部

マヂヤール支那農業經濟論

エル、マヂヤール著
井上照丸譯

北支ノ農業經濟

梨本祐平
ロツシング、バツク

支那土地利用地圖集成

岩田孝三譯

冀西井泉調查記

中國華洋義賑救災總會(民國二一、三)

河北省農田水利委員會第二屆成績書 上、下

河北省農田水利委員會

中國水利史

鄭肇經

山西省農業計畫草案

山西省水利振興對策

北支農業要覽

山西省建設月刊(第四卷第二期)

食糧增產對策試掘鑿井要領

河南新建設(二九年七月)鑿井與驗水

地下水利用概論

各省縣地區各項鑿井記錄

地質調查用試錐機型錄

新井鑿井調查記錄

河北省水利問答初集

新疆遊記

定縣社會概況調查(六三五~六四四頁) 井水灌溉
灌溉器

各縣合作社聯合會鑿井情形概況表

陶製手押ポンプ能力調查書

河北省各縣山泉一覽表

北京水道水源深井地質圖(東直外及城內各處)

民國三十二年度食糧增產要領等資料

山西省政設計委員會經濟建設組(民國二二、五)

山西省政府村政處

南滿鐵道株式會社北支事務局調查部

山西省建設廳

河南省建設廳(三一、二、二八)

河南省政府

武田軍治

利根ボーリング株式會社

直隸實業廳

武宜停

謝彬

李景漢

華交、實業局農畜林務主幹

河北省公署建設廳技術室

自來水管理局工務處工務課

土壤專號(中國土壤)

(中國北部土壤內P, H, 値之研究)

民國三十三年度食糧增產要領

山西省及河南省水井調查資料

地下水

山西省學術調查紀行

上水ノ話

農業土木學

農業工學

水を中心とする北支那の農業

給水(國土建設技術新書上下水道編)

配水()

水道事業諸問題

水の生活科學

北支開發と耕地專業

(耕地十二卷二號)

中國旅行日記(上卷)

都市計畫講習錄(一五九—一七二頁)
自來水問題

(實業部地質調查所
國立北京研究院地質學研究所
同上)

吉村信吉

宮本敏行

洞澤 勇

田中貞次

牧隆泰

和田保

蓮池勇

岩井四郎

杉戸清

村上秀二

大場信穰

リヒトホーラン著
海老原正雄譯
日本都市研究會
李煜燾商譯

Underground Waters of Nanchang, Kiangsi province T. O. Chu, Y. S. Wu, Y. Wang and C. T. Ma

江西南昌附近之地下水 (行政院農村復興委員會)

朱庭祐 吳燕生
王鈺 馬振圖

灌溉工程・給水工程 (中國工程師手冊)

汪胡楨

水與清潔衛生

陳良士

中國地勢變遷小史

李四光

城市科學

吳廉銘

工程地質學

廣時清

水質と其の試験

大石揆

取水

成潮薰

水の經濟學

安田正應

農業土木行政

鵜崎多一

御製玉泉記及伊瀨水之梗概

地下水量測定に就て (日本學術協會報告四卷)

野滿隆治

地下水 (専門飲料用地下水に就て)

福富忠男

陸水生物學概論

上野益三

水

納富重雄

水文學 (岩波講座地質學昭和八年)

阿部謙夫

其他各機關團體調查報告書類繁多，從略

鑿井工程

度量衡换算

整非工程

標準制	華 制			英 制				日 制	
	市 尺	市 里	營造制 (舊制)	呎	碼	哩	尺	里	
1	3.0000	0.00200	3.12500	0.00174	3.28089	1.09363	0.00052	3.30000	0.00025
0.33333	1	0.00067	1.04167	0.00058	1.09363	0.36454	0.00021	1.0000	0.00009
500.000	1500.00	1	1562.50	0.86612	1640.45	546.815	0.31069	1650.00	0.12731
232000	0.96000	0.00044	1	0.00056	1.04167	0.34996	0.00020	1.00000	0.00009
576.000	1728.00	1/3.200	1300.00	1	1360.79	6.72031	0.34792	1.60000	0.12667
0.30479	0.91438	0.00070	0.95246	0.00059	1	0.33333	1	1.00000	0.00000
0.91438	2.74315	0.00103	2.85740	0.00154	3.00000	1	0.00057	3.01726	0.00033
1609.37	4827.93	5.21539	5029.07	2.75575	3.28089	1760.00	1	3.31083	0.40970
0.30303	0.90909	0.00061	0.94697	0.00053	0.91438	0.33140	0.00103	1	0.00000
3927.27	11781.8	7.85454	12272.7	6.81818	12.3849	429.499	2.44633	12.950.0	1

標準制	華 制				英 制				日制
	市 尺	市 里	營造制 (舊制)	方 尺	方 里	畝 (Acre)	方 哩	畝	
1	900.000	0.55000	0.00040	976.563	0.16276	0.00000	0.00247	0.00004	1.00833
0.00111	1	0.00107	1	1.00000	0.00019	1	0.00003	1	0.00112
6.66667	6000.00	1	0.00267	6.61042	1.08507	0.00201	0.16473	0.00026	6.72221
2500.00	1	3.57000	1	1	406.801	0.75252	0.17785	0.09653	2520.43
0.00103	0.92160	6.00015	1	1	0.00017	1	0.00003	1	0.00133
6.14400	5329.60	0.92160	0.00286	6000.00	1	0.00185	0.15193	0.00023	6.19518
3317.76	1	4.97664	1.32710	1	5.60000	1	3.19865	0.12310	33.45440
40.4671	3643.72	6.07237	0.01619	3.85127	6.59824	0.01220	1	0.00555	40.8043
25.9789	1	3.88404	10.3596	1	4.21532	7.10264	6.40000	1	25.114.7
0.99173	0.00059	0.14677	0.00040	968.490	0.16142	0.00030	0.00245	0.00004	1

標準制	華 制				英 制				日制
	市 斤	市 斤	營造制 (舊制)	方 尺	方 里	畝 (Acre)	方 哩	畝	
1	0.00100	32.0000	2.30000	26.8992	4.75500	0.00116	0.00049	0.26667	
1000.00	1	0.03200	0.00200	26.8992	1.67555	0.00462	1.10230	0.98421	
0.03125	0.00005	1	0.06250	0.63775	0.05231	0.00889	0.00003	0.00833	
0.50000	0.00050	16.0000	1	13.4046	0.67732	1.0231	0.00055	0.02049	
0.003730	0.00004	1.99362	0.07260	1	0.06250	0.00004	0.00004	0.00994	
0.59681	0.00050	14.0799	1.19362	161.0000	1	1.31571	0.00066	0.00059	
0.45359	0.00045	14.5148	0.90718	12.7604	0.76002	1	0.00050	0.00044	
90.7178	0.90718	29029.7	1814.36	2432.78	1520.49	2000.00	1	0.89286	
1016.04	101604	3.25133	2032.08	27239.3	1702.46	2.240.00	1.12000	1	
3.75000	0.00375	1.200.00	7.50000	100.535	6.28341	8.26732	0.00413	0.00369	

標準制	華 制				英 制				日制
	市 斤	市 斤	營造制 (舊制)	方 尺	方 里	英加倫	美加倫	升	
1	1.00000	0.96572	0.03052	0.03532	0.00137	0.22022	0.26419	0.95435	
1000.00	1	1000.00	0.00097	30.5176	35.3165	1.30E02	2.20216	26.4485	
1.00000	0.00100	1	0.96572	0.03052	0.03532	0.00137	0.22022	0.26419	
1.03350	0.00104	10.3350	1	0.03160	0.03657	0.00135	0.22803	0.27356	
32.7680	0.32768	32.7680	31.6446	1	1.15725	0.04286	7.21804	8.65685	
28.3168	0.28316	28.3168	27.3460	0.86416	1	0.03704	6.23549	7.48031	
76.4354	0.76435	76.4354	73.9343	23.3324	27.0000	1	168.350	201.974	
4.5498	0.00454	4.54098	4.38530	0.13030	0.76037	0.00594	1	1.9986	
3.78520	0.00378	3.78520	3.65543	0.11552	0.13368	0.00495	0.83356	1	
1.80390	0.00180	1.80390	1.74206	0.05305	0.06371	0.00236	0.39725	0.47657	

(補附)
 1日町 = 10日及 = 100日畝
 1平方公里 = 100公頃 = 10000公畝
 1公頃 (Hectare) = 100公畝
 1公畝 = 100平方公尺

