

实用凿井工程讲义

官
443-9
751



3 0544 8120 9

中華民國三十六年七月

實用鑿井工程講義

聯合勤務
總司令部
工程署鑿井工程訓練班編印

7
AA3.999
751

目錄

序言

第一篇 鑿井地質

第一節 概論

第二節 鑿井擇地之研究

第三節 蓄水岩層

第四節 地下水

第五節 自流井

第六節 泉

實用鑿井工程講義

目錄

一

3333

第七節 岩石

第二篇 鑿井機器

第一章 鑿井機器之類別

第一節 鑿井機器按裝置分類

第二節 鑿井機器按鑿井方法分類

第三節 鑿井機器按發動機分類

第二章 現用之鑿井機器

第一節 概論

第二節 柴油機

第三節 鑿井主機

附圖三

第四節 泥水泵及循環系統

附圖四

第五節 其他機器

附圖五

第二篇 鑿井方法

第一章 鑿井方法之類別

第一節 概論

第二節 竹弓法與鑿法

第三節 搗鑿式鑿井方法

第二章 旋轉式鑿井方法

第一節 概論

實用鑿井工程講義

目錄

第二節 鑿井之設備

第三節 施工

第四節 安裝井筒及試水

第五節 汲水與儲水

序言

夫鑿井者乃利用地利之術也，地下水猶如礦物，係待開鑿之財富，取之不盡，用之不竭，而今地上用水日增，如農田灌溉，工業用水，都市用水，軍事用水等之需要，除臨江河之區外，莫不感覺缺乏，故工界先進，遂研究鑿井之術，近來歐風東漸，鑿井之術日新，由淺源而深泉，由人工而機器，日求進步，目爲生產之資源。

而視吾國現狀，華北及西北各地，時有亢旱，尤以春耕爲甚，無論農田之灌溉，都市之供水，或軍營之飲廢，皆有提倡鑿井之需要，其關國計民生，至大且鉅，故吾國工界前輩，有見於此，對鑿井工程之推進，已有卓越之成績，但較之國外，尙有遜色。

而今勝利之後，聯合勤務總司令部各級長官，見於鑿井之需要，遂成立鑿井訓練班，不佞奉調擔任技術及教練事宜，茲編講義三篇分述鑿井地質，鑿井機器及鑿井方法，至希 賢者指正。

中華民國卅六年五月交通部塘沽新港工程局幫工程司郭道中撰

於首都聯勤總部工程署

第一篇 鑿井地質

第一節 概論

一、井與地質之關係

a 井——爲汲取地下水而所鑿之洞，卽曰井，其深淺率無一定，自百呎以至千呎，而今美國有達七千呎之深井，其穿越地層之深度，誠爲可觀。故研究鑿井者須先明地質，方可收事半功倍之效。

b 蓄水層——地質所分岩層甚多，如黏土層，沙礫層，頁岩層、砂礫岩層，石灰岩層，混合石層等等，其組織之性質不同，故蓄水層各異，凡質鬆之地質既能透水，又可蓄水，如沙，礫，砂礫石等，凡質硬之地質，既不能透水又不能蓄水，但能作爲蓄水之保護層，如頁岩，黏土等，故鑿井必須



深至蓄水層，方可得良泉，而期汲出大量之地下水。

c 山地與平原——按平原地帶鑿井易，雖深至千呎，亦未必遇見石層，只要鑿至良好蓄水層，即可終止，但山岳地帶鑿井較難，石層較厚，即深至二千呎，亦未必穿透，故在山地鑿井，須鑿至有裂縫或穴洞之處，方可獲泉，况吾國所用之工具不佳，如作石層大費時間，聞美國之作石鑽頭，已很適用，故其鑿井速度，四個月竟可作萬尺之油井，吾人應急起研究之。

d 實例：塘沽本年二月完成之井，（深六百五十呎，六吋口徑之井筒，每晝夜可出水約卅萬加侖），其地質情形，約如下列：

塘沽新港所鑿井之地層

深度	地層名稱	工程進度	井管位置		
10	黃色泥	35-12-27			
20	棕色泥				
30					
40	灰棕色泥				
50	灰褐色泥				
60					
70					
80					
90	棕色泥夾帶貝殼	35-12-28			
100					
110					
120					
130					
140					
150	黃色細泥夾帶貝殼	35-12-29			
160	黃色細泥				
170					
180	黃色泥夾帶貝殼				
190	棕色泥夾帶貝殼				
200					
210	褐色泥沙夾帶礫石及貝殼	35-12-29			
220					
230					
240					
250					
260					
270	黃棕色沙泥夾帶礫石及貝殼	35-12-30			
280	黃色泥沙夾帶礫石				
290					
300	黃色泥沙夾帶礫石及貝殼				
310	棕色硬泥				
320	深黃色泥夾帶礫石及貝殼				
330	黃泥沙	35-12-30			
340					
350					
360					
370	黃沙泥	35-12-31			
380					
390	黃色沙泥夾帶礫石及貝殼				
400					
410	灰黃色泥沙夾帶礫石			35-12-31	
420					
430	淺黃色沙	36-1-1			
440					
450	黃色泥沙夾帶礫石				
460					
470	灰黃色泥			36-1-2	
480					
490	黃色沙	36-1-2			
500					
510	灰黃色細泥沙	36-1-3			
520					
530	淺黃色沙	36-1-4			
540					
550					
560					
570	棕黃色泥沙	36-1-6			
580					
590	灰褐色硬沙泥	36-1-6			
600					
610	研究地層				
620					
630					
640					

井泉(良好蓄水池)

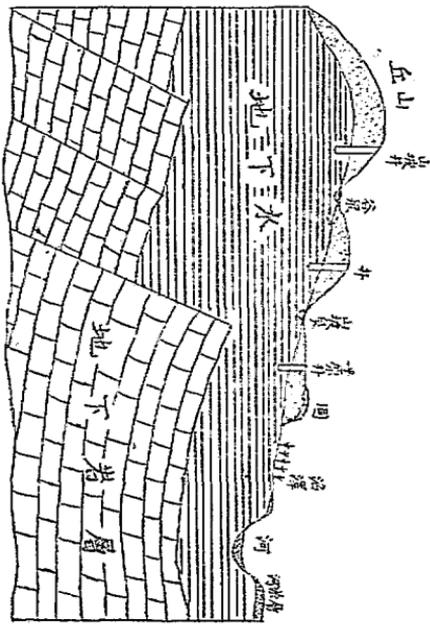
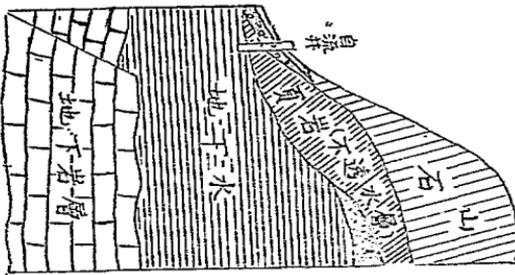
井泉(良好蓄水池)

6.5米管長 4.95米

6.6米管長 1.05米

二、井，泉，與地下水之關係

- (1) 地下水——即雨雪滲漏，儲存或潛流於地下之水也。
- (2) 泉——地下水與地面接近，而水自然湧上者即為泉。
- (3) 沼澤地——地下水與地面最接近而形似相合之地帶。有時水因潛水面壓力，自行由井湧出，即自流井。
- (4) 自流井——在地下水與地面接近而形似相合之地帶，有時水因潛水面壓力，自行由井湧出，即自流井。



第二節 鑿井擇地之研究

一、重要性：

鑿井之初，須先選擇適宜地點；其目的（1）水源須富，（2）水質須良，（3）工作方便而省工。

故選擇鑿井地點，乃第一步最重要之工作，往往在距離很近之區域，一方很易即鑿井得良泉，而另一方則數十丈尙無所獲，在山地尤肯如此，又往往在某一度已見良泉，如再深數丈或竟有自流水湧出，可免汲水之勞。故在擇地之初，應有所研究，須先明地質，而後定掘鑿之地點，及所用之方法。

二、研究之方法：

（1）參考已往之地質調查——已往地質學家及鑿井學家，皆有地質之鑽探調查，繪製圖表及報告，如在何處鑿井，應取何處之地質調查表而參考之，以察蓄水岩層之良好地帶，用資選擇適宜地點。

(2) 調查該處以往鑿井之經驗——可詢諸鑿井工人，該處之地質如何，水質如何，鑿井之深淺，及工作之難易，以作參考。

(3) 觀察地面植物之生長狀態——如植物生長茂盛，當知此地易於鑿井，如無植物生長當可想象鑿井之難（如在山岳地帶或沙漠地帶）。

(4) 觀察地面之形勢——如係山岳地帶因石層接近地面鑿井當較困難，平原地帶似較易，應選擇坡度低下之地方，因其易於接近地下水層。

(5) 觀測地面上排水情形——地上排水之速遲可觀察地質之鬆硬，鬆地質易於存水，並宜於鑿井，硬地質則反是。

(6) 分析該處河流之關係及雨量之多寡——雨量多處鑿井易，臨河流處鑿井亦易。

(7) 調查地面泉水之有無——地面有泉，再參考地面之形勢，可測得地下水之狀態。

(8) 察表面土壤之性質——黏土質，沙質或石質，以明掘井之難易。

(9) 考察該處是否有古湖及舊河床——按古湖及舊河床之淤積層，乃爲地下水之極好聚集處。如鑿井時應善爲利用之可得極湧之泉水。

第三節 蓄水岩層

一、成因：

(1) 透水層——如砂，礫，沙礫石，石灰岩，火山灰鏷等屬之，因其組織鬆，孔隙較大，故易於透水。

(2) 不透水層——如粘土，粘版岩花崗岩，泥灰岩片岩等屬之，因其組織緊密，孔隙極少，故不易透水。

(3) 蓄水層——如透水層位於不透水層之間，則水得以保存，即可稱爲蓄水層，其蓄量多寡，當視其組織之密度如何，亦即孔隙之大小而定。

二、各岩層之性質：

(1) 沙礫層——細者爲沙（直徑 0.05 —— 1 耗），粗者爲礫（直徑 1 —— 7.5 耗），皆岩石破碎而成，其實極爲鬆散，孔隙之比例約全體之 $30\sim 100$ 。故容水量極大，鑿井達於此層即得極旺之泉源，水質亦多良好，細沙層下所蓄之水，因濾水能力較大，多屬清潔，而粗礫層下之水因其孔隙大，水流速，而濾水力小，故其清度稍差。

又沙礫層之質鬆故滲水甚速，影響蓄水水面之變化亦巨，大半雨期之內，水面高，旱期則低，但較深之井，影響甚少。

(2) 沙礫石層——由砂礫粘結而成，其中沙粒之精細隨地而異，有精如頁岩者，有粗如混合石者，其成分以石英最多，長石（Feldspar）雲母（Mica）石榴石（Garnet）磁鐵石次之，沙礫石之色澤，恆視其黏結物而定，約言之，黏結物爲氧化矽（Silica）及碳酸鈣（ CaCO_3 ）者則色淡，暗灰淺黃者爲多。

黏結物爲養化鐵者其色爲赤棕。

砂礫石層爲蓄水之良好岩層，蓄量既大出水亦易，水質亦優，僅次於砂礫層。

(3)「地爐」層 (Fill 譯音)——由黏土，砂礫及圓石 (Powder) 混合而成，其組織視沙礫與黏土混合之多寡而定其實之粗細，大凡質細者，水源薄，質粗者水源豐。

就普通言，近地面之地爐層，稍一掘鑿即可得水，然究以封固上面水源再行深鑿爲佳。此層之水，因有黏土過濾，故水亦相當清潔。

(4)混合石層——組織較爲粗糙，混合石 (Conglomerate) 由各種圓石，黏結而成，小者如穀粒，大者如卵如盃，均隨河流磨蕩而成，其質頗堅，黏結物多爲鈣，鈣，鐵之化合物，混合石層蓄水量亦大。

(5)石灰岩層 (Limestone) 其化學成分爲碳酸鈣 (CaCO_3) 亦略含鎂，砂，鐵

等雜質，其質純者色白，質雜者色暗。

因石炭岩易於溶解，故其蓄水多在洞隙之內，蓋地面之水，循節理或裂縫滲入其中，因溶解作用，而成穴洞，水則蓄於其內，此種穴洞之位置，無有一定，故鑿井至於此層，雖距咫尺之間，可此井有泉而彼井無水。石灰岩層之水，因含灰質，故水硬，又縫隙滲入之水，水質不潔，因未經過濾之機會，惟山地鑿井每每遇到此層。

(6) 黏土層 (Clay)——黏土爲極細之泥沙 (直徑約 0.0001 至 0.005 耗) 其色有灰，黃，紅，棕，紫，綠黑，各種，其組織有軟如泥濘者，有硬如版岩者，其成分多含砂，鋁，鐵，鈣，鎂，之養化質，矽鋁所佔成分最大，純粹之粘土層，組織緊密，不易透水，亦不能存水，如其間夾有沙層，可爲良好之蓄水保護層。

(7) 黏版岩層 (Shale 又名頁岩)——乃淤泥黏土之密結層，其組織多爲積疊之

薄片，其色日淺黃而至暗黑，質軟而脆，易於穿鑿，黏版岩不能蓄水，然能防制沙礫石層蓄水之滲漏，故乃絕好之保護層。

有時粘版岩層之隙洞內亦可出水。

(8) 石英岩——此為沙礫石之變質岩，其中隙孔已為堅硬之矽質充滿，故不能滲水與蓄水。

(9) 花剛岩——為粒狀岩石，有灰褐粉紅等色，其含之主要礦物，為長石，石英，及雲母等，質極堅密，故容水量極微。

其變質岩為片麻岩或片岩上有條紋，此等岩層只有在節理之空隙處，可望覓得蓄水。

第四節 地下水 (Underground Water)

一、來源：雨雪降於地面，除一部流行，蒸發，及為植物所吸收外，其餘大部分悉行滲入地內，而至鬆質岩層，可再下降於岩石之間，或存儲或潛行，此

地下蓄藏之水，即名地下水。

一切泉，井，湖澤，之源，即來自地下水。

二、數量：地下水層雖有限制，然存水數量甚鉅，實取之不盡，用之不竭，據地質

學家估計：

(1) 一八六〇年德利斯氏 (Delesse) 謂地下水可以淹沒地球表面約至七千五百呎深

(2) 一九〇二年司利赫氏 (Siecher) 則謂僅能淹沒約三千呎之深

(3) 一九〇四年禪薩二氏 (Chamberlin and Salisbury) 謂可深約一千呎

(4) 一九〇六年富勒氏 (Fuller) 則謂地殼內可汲之水能沒全地面約一百呎約合

各大海洋河流總數百分之二。

三、流速：其與水坡，水溫，密度皆有直接關係，與水力坡度之大小及溫度之強弱，成正比，與岩層之密度成反比。

(1) 測驗方法——

a 德人蒂木氏 (Thiem) 應用鹽屑溶解法測驗

b 德人司利赫教授 (Professor Slichter) 應用電力測驗鹽水之流動。

(2) 結論：普通水流之速度，每晝夜自五呎——十呎，其粗大砂礫中之水流，速度可至九十呎每晝夜，其平均速度，約為每年一哩。

四、性質：

(1) 溫度：普通井水之溫度 35°F —— 75°F

(2) 成分：普通地下水均有兩種雜質。

a 浮懸者：——如黏土，腐葉，及微菌等。

b 溶解者：——流經長石層者含鹼質。

流經石灰石層者含鈣鎂化合物、

流經堅石層或黏土層者含養化鐵及鋁矽化合物

(3) 色味——因有雜質，始有色味，尋常水內，如鈣，鎂，砂，及養化鉄等化合物過多則味澀，有硫質者卽臭惡。

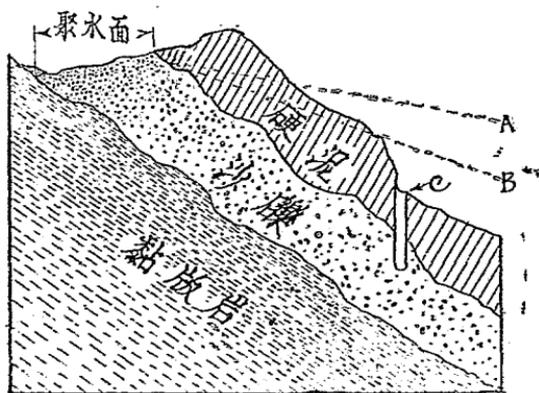
第五節 自流井

一、成因——自流井乃鑿井至地下水，無須汲水之煩而水可自行升出地面之井也。其成因約分三項：

(1) 適當之水源——水源須豐富，卽須有良好之聚水面以吸收充足之雨量，再由鬆質岩層以導水至鑿井地。

(2) 良好之蓄水層——須有堅密岩層，保護並疏導地下水流。不使有滲漏情形，以迄鑿井之地，形如一導水管之構造。

(3) 相當之壓力——水源處之地水面，距自流井之井口須有適宜之高度，可使井內之水受相當之位壓，足以自行升出地面。



A線——無阻力及滲漏時，井流上湧之水平線。

B線——實際之井流水平線

C——自流水

二、用途——平常之井，多感汲水之煩，無論用人力或機器，皆須有相當之成本及經常費用，但自流井則無此煩，只要鑿井完畢後，即能任其自行流出，其經濟價值可能想象，尤於乾旱地帶，其功用更屬偉大，故今歐美各國，皆選鑿自流井，利用以灌溉，故對農業增產，收效極大，如用為飲噉，尤為良好之飲水，因其具有良好之保護層，故水多潔純而適口，但其主要用途仍為灌溉，因自流井之供水量較多也。

三、吾國自流井之實例

(1) 四川之鹽井——四川自流鹽井由來已久，四川食鹽即賴之，按四川係一盆地，古時或一鹹海故蘊藏鹽泉，至為豐富，因地勢關係而得自流井。

(2) 北平西郊自流井——西山以東燕京清華附近，約鑿一百二十呎皆可得自流井，水質極佳，猶如玉泉山之泉水。

(3) 寶坻縣之自流井——位於河北省北部，城內有自流井一座，全城飲水即賴

之，因寶坻城地勢最窪，故可有自流井。

第六節 泉

一、成因——泉爲地下水之外出於地而者，即無鑿井及汲水之煩，而自然可得之地下水

(1)湧泉——由洞穴滾滾而出者。

(2)浸泉——無洞穴而有水浸出者。

(3)溫泉——含硫質之泉水。

二、利用——善爲利用，最爲經濟，用於灌溉尤佳。

(1)開源——闢泉使大，或探泉至主流，以得大量之水爲用。

(2)聚流——浚渠或開池，以聚泉水或疏導至異地，以興水利。

三、吾國北部名泉之一斑

(1)泰山中之水濂洞，飛瀑岩，護駕泉。

(2) 濟南之趵突泉，黑虎泉，珍珠泉。

(3) 平泉縣之平泉，乃不凍泉。

(4) 綏遠城外之溫泉。

(5) 定縣城北之黑龍泉。

(6) 滿城縣之一畝泉，鷄距泉。

(7) 玉泉山之趵突泉，靜涵泉，迸珠泉。

(8) 昌平縣之湯山溫泉。

(9) 太原城西南許有晉祠之晉陽第一泉。

(10) 酒泉縣之酒泉。

第七節 岩石

岩石之構造及其硬度，有關鑿井工作，至爲密切，茲就岩石之類別，岩石之風化，及其所含重要之礦物，分別論之如下：

一、岩石之類別——

任何材料組成地殼之一部份者，統稱為岩石，故岩石包括鬆散石塊：如砂泥，礫岩，泥土，或火山灰渣，以及石炭，花崗岩，砂岩，石灰岩等立體石。

塊岩石之分類，依成因而別，可分火成岩，水成岩，及變質岩三種：

(1)火成岩——乃由高熱之岩漿，或火山噴出之熔岩，次第冷卻收斂，而成為結晶或非結晶之固體者是也。

a 組織——粒狀，有均勻與不勻之別。

b 構造——等質形或條帶形。

c 成分——酸性岩：含氧化矽 SiO_2 較多，如花崗岩。

斑晶石英，細粒長英岩，浮石，正長岩等。

基性岩：含鈣，鎂，鐵等鹽基性原素較多。

如輝長岩，玄武岩，等。

中性岩：介乎前二者之中者，如石英二長岩，安山岩等。

超鹽基性岩：無矽質而多含鐵質礦物者，如綠橄欖石，蛇紋岩，

輝石等。

(2) 水成岩——又名成層岩，乃後成岩石，或由火成岩變成，或由動植物遺物組成，其組成水成岩之材料，沈積於水下或地面，均由已成之岩石或動植物遺物分解而成，至於移動此種材料之動力，係借流水，風力，或冰河。

a 分類——機械沈積岩——水沈積物——如礫岩，砂岩，頁岩，泥土等。

風沈積物——如黃土，砂丘，沙漠等。

化學沈澱岩——如石膏，岩鹽，矽石，石灰岩，鐵礬，煤等。

b 性質——水成岩之疎鬆物質，可借膠結物，結成堅實岩石，普通膠結物

如氧化矽(灰白色)碳酸鈣(灰白)氧化鐵(黃，紅，褐色)或黏泥等，但膠

結之密緻，遠不及火成岩，水成岩之構造，概為層狀，並形近水平。

c 成分——普通礦物組成水成岩者有：石英，高嶺土，長石，雲母，氧化鐵，其由溶液沈澱而成者，有碳酸鹽，和硫酸鹽等。

(3) 變質岩——乃由火成岩或水成岩經過物理或化學之變化而成者。

其變質之原動力：a 地殼運動及壓力，b 液體及氣體，c 熱。

許多變質岩，當受變時，所含礦物重行結合，故時常發現巨晶礦物。

變質岩之主要構造有三：

a 帶狀——如片麻岩，構造形狀如帶。

b 片理——如片狀岩，構造排成薄片，

c 板岩狀——如板岩，構造細密，但能劈成平薄片。

變質岩與火成岩水成岩之相對名稱，列表如後：

水成岩與其變質岩

礫	砂	緻密	水成岩	變質岩
礫	礫	砂	岩	片麻岩及片狀岩
砂	砂		岩	石英岩
淤泥及黏土	頁石		岩	板岩及片狀岩
灰沙積物	灰石		岩	大理石及片狀岩

火成岩與其變質岩

火	成	岩	變質岩
粗粒長石等岩石，如花崗岩，正長岩等……			片麻岩
細粒長石等岩石，如細粒長英岩，凝成岩等……			片狀岩，板岩等
鐵鐵岩，如粗粒玄武岩普通玄武岩等……			片狀岩等

二、岩石之風化

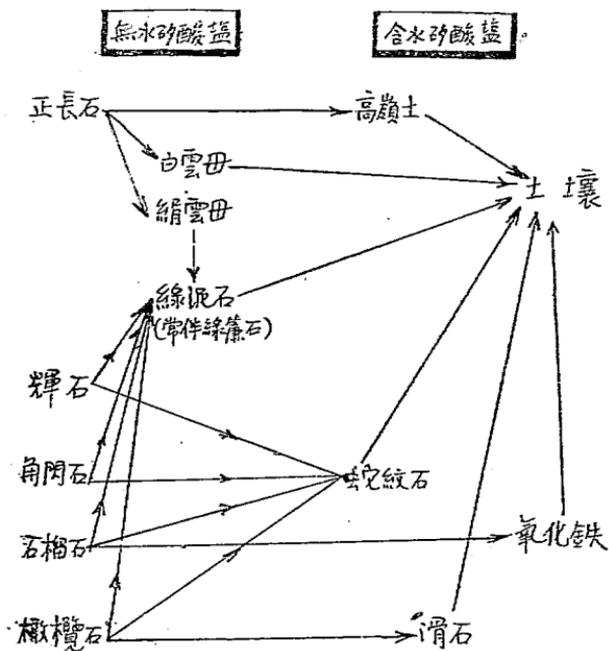
地面岩石受大氣壓力，而有物理及化學之變化，結果岩石表面變成一種疎鬆混合物，包含砂，礫，黏土，地之浮面數尺，稱為土壤，土壤內含植物質，故呈深色，其風化之深度，係自地面至地下水水層，在此限內，稱為風化帶，其作用包括「分裂」與「分解」。

分裂作用，係物理性的，岩石由大而變小，但仍保存其本質。

分解作用，係化學性的，完全變化礦物之成分，造成新化合物。

分裂與分解，常同時進行，但在嚴寒地帶，分裂作用普通，如在熱帶，則分解作用普通。

今就重要造巖礦物，經風化作用之變質，列圖以表示之：



礦物風化變質圖

三、重要造岩礦物：

巖石與礦物之關係，猶如英文之與字母，礦物中之主要者，如石英，長石，雲母石，及輝石等。

礦物之硬度，擇以十種礦物之硬度為標準，以比較之，其順序：(1)滑石，(2)石膏，(3)方解石，(4)螢石，(5)磷灰石，(6)長石，(7)石英，(8)黃玉，(9)鋼玉，(10)金剛石。

礦物之光澤：(1)玻璃光澤——如石英黃玉，方解石等，(2)松脂光澤——如硫黃，石榴石等，(3)珍珠光澤——如滑石，石膏等，(4)絹絲光澤——如石綿，(5)金剛光澤——如金剛石，白鉛礦，(6)無光澤——如白堊，高嶺土等重要礦物之種類：

(1)長石——乃無水矽酸鹽類礦物，分a鉀長石 ($KAlSi_3O_8$)——正長石，b 曹達長石 ($NaAlSi_3O_8$) c 石灰長石 ($CaAl_2Si_2O_8$) d 鹼性長石 e 曹

達石灰長石等，光澤如玻璃，顏色不一致，長石經風化作用，可變為高嶺土，方解石及絹雲母等。

(2) 雲母——柱狀晶體，可剖成有彈性之薄片，故岩石中所見之雲母，常作鱗片狀。

雲母可分 a 白雲母——含鉀質 ($H_2KAl_3(SiO_4)_6$) b 黑雲母——(HK)₂(MgFe)₂——(AlFe)₂(SiO₄)₃——含鎂鐵質。雲母硬度，2——3，光澤如玻璃或珍珠，雲母經風化，終成土。

(3) 輝石——短柱狀亦有葉狀，粒狀，纖維狀者，硬度 5——6，光澤似玻璃乃至黯淡，普通輝石綠色至黑色，輝石經風化，常成蛇紋石及綠泥石，在動力變質情形之下，變成角閃石。

(4) 石榴石——係不規整之粒塊，硬質 5.5—7.5。顏色分紅，黃，綠，白，黑等色，其良者，可作寶石用，石榴石經風化作用，可變成綠泥石，蛇紋石

，氧化鐵等。

(5) 高嶺土——乃泥質礦物之一，其成分爲礬土含水矽酸鹽 $(Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O)$ 常成土塊，顏色白，灰，綠，黃，赤等色，乃由長石風化而成，瓷土係其一種，可製瓷器。

(6) 滑石——成分， $H_2Mg_3(SiO_3)_4 \cdot a$ 葉狀滑石——色白，至綠，滑膩，呈葉狀可用以造紙製粉，b 皂石——色綠，塊狀有細粒組織，鋸成石板可用作器皿。

(7) 蛇紋石——成分 $(H_4Mg_3Si_2O_9)$ ——塊狀及粗細不等之纖維體，色白，黃，紅，綠，黑不等，磨琢則顯美麗紋樣，硬度 4，可分 a 普通蛇紋石——塊狀，綠色，不透明，b 貴重蛇紋石——塊狀，半透明，綠色深淺不等，常含白大理石，c 石綿——產於蛇紋岩之裂隙中，作纖維狀，有彈性，耐火力極強。

(8) 綠泥石——乃鋁鐵鎂含水矽酸鹽類礦物，常成鱗片狀集合體，帶綠色，薄片可彎曲而無彈性，光澤似珍珠，硬度1-2.5。

(9) 石英—— SiO_2 ——柱狀晶體，兩端成錐狀，其在巖石之產狀，為塊體或粒狀，顏色繁多，硬度7。

可分 a 水晶——乃石英之純粹品，可供飾石用，b 石髓——葡萄狀，亦可充飾石用，c 碧玉——帶紅色，d 燧石，恆產於石灰石中，呈結核狀或層狀，黃，紅，黑各色。

(10) 鋼玉 (Al_2O_3)——長短柱狀，亦呈粒狀，塊狀，光澤似玻璃，灰藍色，其用途，可作磨擦材料或寶石。

(11) 方解石——成分 $CaCO_3$ ——其晶體輪廓甚完整，例如大理石，石灰岩，鬆土狀者，如白堊，硬度3。色白，或染以雜色，遇冷酸起強烈泡沸作用，其與白雲石之辨別，即以此作用分之。

(12) 石膏——($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) 在巖石中呈葉狀，緻密狀或纖維狀，有透石膏及緻密石膏，其較硬者即為硬石膏。

重要造巖礦物，除上述者外，尚有橄欖石，綠簾石，電氣石，鉄礦，銅礦，方鉛，閃鋅礦等多種。

第二篇 鑿井機器

第一章

鑿井機器之類別

第一節 鑿井機器按裝置分類

一、固定式鑿井機——全部機器及井架皆固定於地面，按次排列，機器下部以螺絲連結枕木，枕木大半埋於地面下，以使牢固。

(1)優點：a 可用較笨重之機器。

b 機器及井架牢固。

c 可鑿較深較寬之井。

實用鑿井工程講義

(2) 劣點：a 因機器笨重，運輸困難。

b 安裝機器及搭製井架費工。

二、自動式鑿井機(即車式鑿井機)——全部機器及井架皆置於汽車上，鑿井時，將車穩住，將鐵架立於車尾部，即在車尾部鑿井，略經安裝，即可工作，實較方便，更宜於軍用，並附有探照燈之設備，夜間工作亦無妨礙。

(1) 優點：a 運輸方便

b 按裝省力，故鑿井迅速。

(2) 劣點：a 安裝不太牢固。

b 只限於鑿較淺較狹之井，(深度約六百呎，井筒口徑約四吋之井)

第二節 鑿井機器按鑿井方法分類

一、旋轉式鑿井機——(Rotary Type)

(1) 原理——利用鑽頭旋轉而鑿井，再以水射法，藉水泵之力，將所鑽碎之土

石，排出井外。

(2) 配屬之機器與工具。

a 鑿井主機——包括旋轉鑿井及起重二種功用。

b 泥水泵——維持泥水之循環作用，以期排出鑽碎之各種雜質，如沙石、泥等。

c 黃土混合器——以黏性黃土與水混合，供泥泵用。

d 發動機——使用柴油機，汽油機或電動機皆可。

e 井架——鐵製或木製，高約四十呎至九十呎。

f 鑽管——每節約二十呎即加厚之水管，乃旋轉式之主要工具。

g 鑽頭——有魚尾式，三刃式，三錐式，四銑刀式，圓筒式等多種。

h 旋轉水管——(Water swivel)外連泥泵，下結鑽管。

i 打撈用具——鑿井工具遺落井內時用之，有板牙管斜錐管等。

j 空氣壓縮機(風泵)——用以試水及汲水。

(3)優點：a 在鬆質地層鑿井，進行甚速。

b 可鑿較深之井。

(4)劣點：a 設備費較大。

b 鑿井時，須先注入泥水，故在缺水地帶，當感困難。

c 不宜於鑿有穴洞之地層。

二、搗鑿式鑿井機(Percussion Type)

(1)原理：利用鑽頭上下搗，鑿，而鑿井，再以抽泥筒，將鑿碎之土石，提出

井外。

(2)配屬之機器與工具：

a 鑿井主機——司起重與搗鑿二種工作，皆以鋼絲繩過井架連結。

b 發動機——使用柴油機，汽油機，或電動機皆可。

c 井架——鐵製或木製，高約四十呎至九十呎。

d 抽泥筒——可將井內搗碎之沙，泥，石等質，抽出。

e 鐵杵及鐵莖——乃長重之鐵棍。在軋耳上部及下部，可使井洞垂直，鑿具加重。

f 軋耳 (Jar)——可使鑽頭鬆動，位於鑿具中部。

g 鑽頭——種類繁多，隨所鑿地質而異，位於鑿具最下部。

h 打撈用具——有滑舌鉗，撈繩具，壁鉤等多種。

i 空氣壓縮機——用以試水及汲水。

(3) 優點：a 所用機器較少，故設備費較廉安裝較易。

b 鑿井之初，勿須先用泥水。

(4) 劣點：a 只限鑿較淺之井。

b 不宜鑿極鬆之沙層地質。

c 鑿井之進度較慢。

第三節 鑿井機按發動機分類

一、電動機發動之鑿井機——(1)優點：安裝，運輸，及使用，皆極為簡便而經濟，(2)劣點：在電源缺乏之地方則無能為力。

故在都市，或工業地帶多採用之，至於電動機之數量及馬力大小，按鑿井機之需要而定，如鑿千呎深，六吋寬之井。鑿井主機須五十馬力電動機帶動。泥泵須三十馬力，風泵亦須三十馬力。

二、汽油機發動之鑿井機。

(1)優點：a 安裝，運輸，使用，尚較簡便。

b 不受地域限制，任何地方皆可使用。

(2)劣點：a 燃料不經濟。

b 較電動機為笨重。

故在無電源地方，可採用之，美國車式（自動式）鑿井機即用汽油機發動。

三、柴油機發動之鑿井機。

（1）優點：a 燃料經濟。

b 任何地區，皆可應用。

c 不易損壞。

（2）劣點：a 較為笨重，故運輸不便。

故在無電源地方，多採用之，現用之日製固定式鑿井機，即用柴油機發動。

四、蒸汽機發動之鑿井機。

（1）優點：a 在產煤地區應用較為經濟。

b 使用及修理簡單。

c 不易損壞。

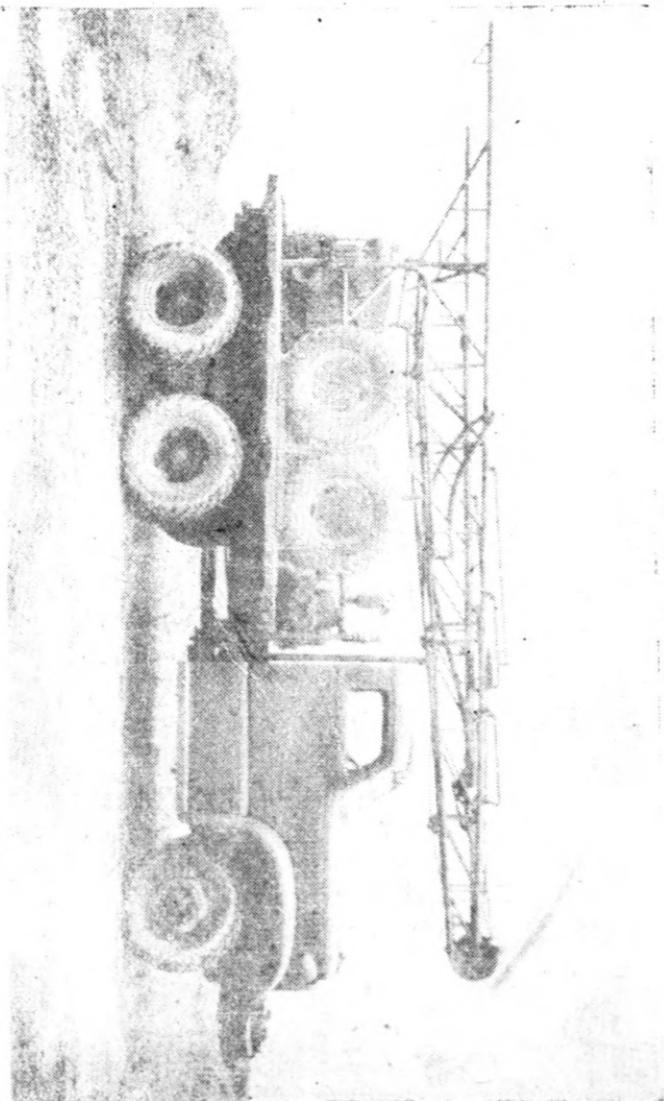
（2）劣點：a 太為笨重。

實用鑿井工程講義

b 缺水，（即）帶₁·₂不宜。

十五年前之鑿井機，（即）用蒸汽機發動者極為稀少。

車式鑿井機



第二章

現用之鑿井機器（即指本訓練隊現用之鑿井機）

第一節 概論

現用之鑿井機係柴油發動之固定旋轉式，日本製品，可鑿四吋或六吋口徑之井，深度可鑿約八百呎。

本機包括約分七部，茲分述如左：

（一）柴油機——係本機之發動機，用柴油做燃料，按笛塞耳循環運動，因而帶動全部機器工作。

（二）鑿井主機——包括兩種動作

（1）鑿井：利用旋轉動作，帶動鑽管及鑽頭，進行鑿井工作。

（2）起重：利用繩鼓連鋼絲繩，過井架頂部之滑車，下垂連旋轉水管及鑽管，

實用鑿井工程講義

爲吊鑽管及按井管用。

(三) 泥水泵(泵亦名唧筒)——用以將黏性泥水由鑽管壓入井內，再將井內所鑿鬆之沙石泥等，沿管外帶出。

(四) 黃土混合器——即將黏性之土與水混合，以供水泵使用，黏土之功用，卽爲粘糊沙層以堅井壁之用。

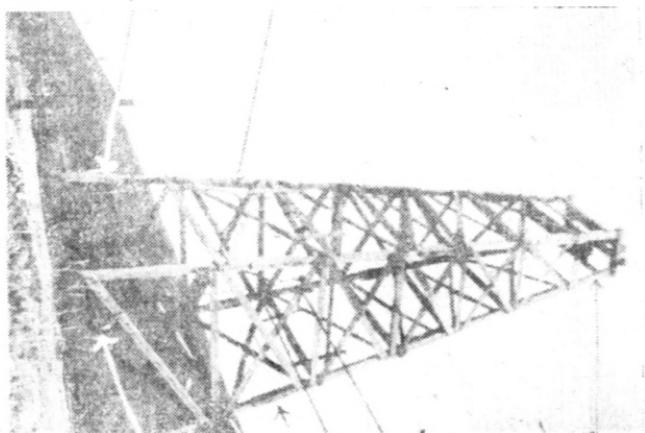
(五) 中間軸——上附數皮帶輪，以便傳達動力，卽由柴油機傳來動力，再以皮帶輪及皮帶，帶動鑿井主機，泥水泵，混合器等轉動。

(六) 井架——鐵製或木製者皆可應用，現用之井架，係木製，高約六十餘呎，上置滑車，以鋼絲繩過之連結鑿井主機，以助起重及鑿井應用。

(七) 空氣壓縮機(亦名壓風機)——係以壓縮空氣汲水之機器，一俟鑿井至良泉終止時，卽裝入井筒管，出水管及進風管三種，層層相套，現鑿之井計劃一吋管進壓縮空氣，二吋半水管出水，四吋水管井筒。

附圖一..

鑿井設備全圖



滑車

吊鉤

旋轉水管

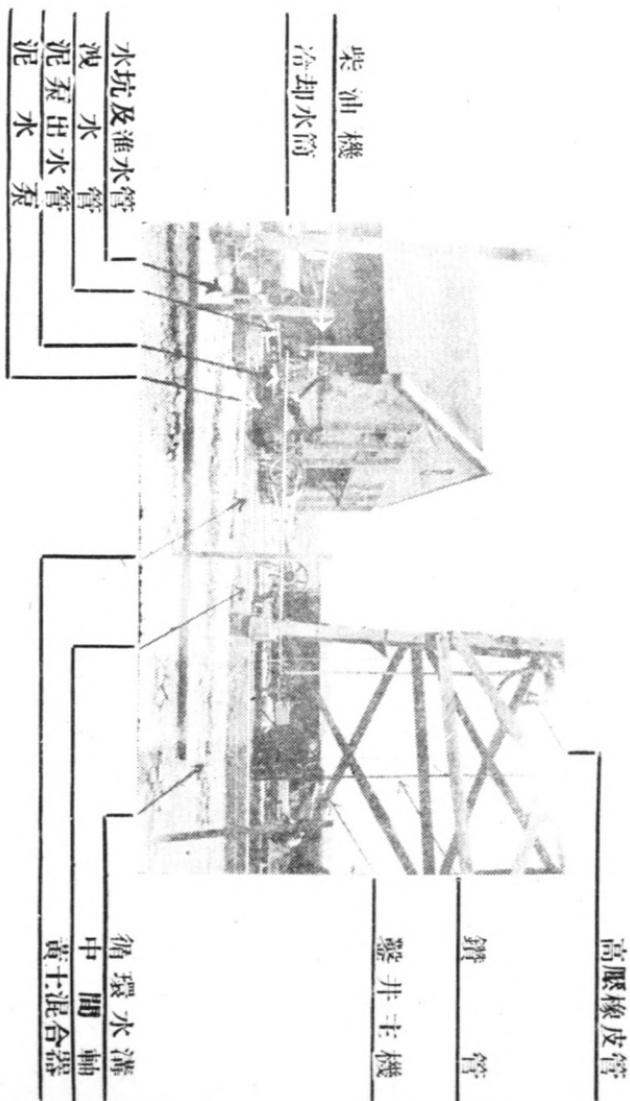
井架

高壓橡皮管

柴油機

鑿井主機

實用鑿井工程講義



鑿井機器位置圖

第二節 柴油機（按柴油機之式樣甚多，今就現用之柴油機編述）

一、燃料：柴油，比重自八·五至九·五。（按石油鑛包涵油類之次別：約分（1）汽油（2）煤油（3）柴油（4）機器油（5）黃油（6）瀝青。）

二、發動原理：柴油機循環原理，係聶人笛塞耳氏發明，故此機亦稱笛塞耳機（Diesel Engine）其循環原理分下列四步驟，茲按二行程循環分述之：

（1）進汽——活塞在最下部（即下死點）時，進汽門開，空氣進入汽缸。

（2）壓汽——活塞上行，進汽門關閉，將空氣壓縮至爆炸室。

（3）爆炸——活塞至頂點（即上死點）噴油嘴開始噴入霧狀柴油，燃料遇高壓熱度之空氣，而爆炸，活塞被迫下行，遂發生動力，（噴油門只開一小段即閉）。

（4）排汽——活塞下行於中途，排汽門即開，乏氣遂由排汽門排入乏汽罐，再由煙筒排出。

如發動機於四行程內完成此循環即四行程發動機，如於二行程完成此四步驟之循環即爲二行程循環，現用之柴油機即二行程循環發動機，活塞一次往復即二行程，亦即曲軸迴轉一週，如活塞往復二次即曲軸迴轉二週，始完成以上四步驟，即稱四行程循環，現用之機器係二汽缸，亦即二活塞（俗名鞦韆）活塞下連桿，再下連曲軸外連飛輪及皮帶輪，如機器發動而活塞往復運動，由曲軸而變爲圓運動，遂轉動全機，再由皮帶輪導出動力，以上即發動原理。

又二活塞相對曲軸之運動，恰差 180° ，於是每一行程皆有動力發生，而得維持繼續而均勻之運動，在二行程循環，第一行程，包括吸氣與壓氣，第二行程包括爆炸與排氣。

三、發動裝置：

(1) 汽缸——係鑄鐵製作，內有活塞上下移動，外有水套減熱，上部有缸蓋，缸蓋上透入噴油嘴，中部有排氣孔，下部有入氣孔，下聯機身，汽缸頂部

爲爆炸室，與活塞之間隔約 $\frac{1}{4}$ 寬度，又汽缸使用日久，易於磨曠，並失圓，可以洗缸機洗之，或鑲以缸套，現用機係二個汽缸。

(2) 活塞 (又名鞞，Piston) —— 位於缸內，上行則壓氣，下行因爆炸而生動力，係往復運動，現用之機，活塞頂部係凸形，並入氣門及排氣門之開關，亦由活塞兼操，活塞質料有鐵者，鋼者，鋁合金者，各種。

(3) 漲圈：匝於活塞上部，如環狀，約三四道，包括平漲圈油漲圈兩種，由油漲圈注入機油，利用漲圈彈性漲力，使活塞與汽缸緊合，可不透汽，則增汽缸之壓氣效能，因漲圈時常磨擦故易損壞，可常替換之，漲圈多以生鐵製，因其既須堅硬又須彈力，故原料配製較難。

(4) 活塞軸 —— 位於活塞裏部，係連接活塞與活塞桿之機件，磨擦部有銅套。

(5) 活塞桿 —— 上連活塞軸，下連曲軸，上係往復運動，而下係圓運動，與曲軸連接處，係兩半式，內置銅瓦及合金套 (俗稱五金，Fabbot Metal)

以利磨擦。

四、傳達裝置：

(1) 曲軸 (Crank Shaft) —— 連接活塞桿，藉以傳動，軸及曲形，與偏心原理相同，其目的在求將直線圓形變為圓運動，曲軸以軸承支持，一頭連飛輪及皮帶輪，一頭帶動柴油泵，機器油泵及水泵，皆係有規律之運動，以進行各部之規律動作。

(2) 軸承 (Shaft Bearing) —— 支持主軸所用之機件，下連機座，中置軸瓦，並連機油管，以便注油，而減磨擦。

(3) 飛輪 (俗名沉輪 Fly Wheel) —— 係一大而笨重之輪盤，鍵於軸上，利用其重力及惰力，以使圓運動均勻。

(4) 皮帶輪 —— 連於主軸上，以皮帶將力傳出，而進行機器工作，此機係以皮帶連於中間軸之皮帶輪上，再間接傳於其他機器。

五、燃料系統：

(1) 油箱——內置柴油，位於較高處，以便利利用位壓流入濾油罐內，油箱外置玻璃管，可看出油面之多少。

(2) 濾油罐——以銅油管將柴油導入，經濾油網濾潔之，以便應用，本機濾油罐，係連於乏汽罐之端側。

(3) 柴油泵——位於柴油機之下側部，內與曲軸上之凸輪運動，柴油由濾罐導入，再以柴油泵壓至噴油嘴，並按規律送油，即活塞至缸頂開始下行時，即行噴油一段，在起動時，可以手壓按柄二、三下以送油。

(4) 噴油嘴——置於汽缸頂部，每缸一個，上部連來油管下部透入缸蓋，中有螺母緊嚴，由噴油嘴之油道及小孔將燃料噴成霧狀，入缸內燃燒而爆炸，其噴油孔小如細針，故製作不易，至於噴油時間，必須規律係由柴油泵操縱之。

六、進汽，排汽裝置：

(1) 進氣裝置——本機共四進氣口，每缸兩個，在機之下部，進汽口內，有吸氣瓣，當活塞下行時，吸氣瓣被迫關閉，缸底之空氣遂受壓而上行，經進汽門而入汽缸。

(2) 排氣裝置——乏氣由出汽門排入乏氣罐，乏氣罐週圍有減熱之水罐之體積較闊，可收乏氣靜音之效，乏氣再由烟筒排入大氣。

七、滑潤系統：

(1) 功用：在求保護機器：減少磨擦起見，凡機件之轉動或磨擦部份，皆應注以機器油。

(2) 裝置：機器油泵，係滑潤裝置之總樞紐，機器油注入泵盒內，經過濾網，油盒外面有玻璃管，可看出油面之多寡，油泵與主軸相連，由其連帶動作，沿油管，將機油送出，抵達汽缸之內壁，曲軸，及軸承各部以資滑潤，

廢油落至油底，油底外有排油節門，（可排出廢油）在機器未轉動前，可搖動手搖柄，先行送出滑油。

八、減熱裝置：目的係以水循環而減缸內熱度，以收保護汽缸之效，（但於冬季，切記於用完機器後，將水放出，以免凍壞汽缸）。

（1）水筒：存水用，應以存一百加侖水量以上者為宜。

（2）水泵：與主軸相連，發生往復運動，可將水筒之水沿水管壓至缸套內，循乏氣罐套回入水筒。

（3）缸套：位於汽缸上部，套内存水，以減缸熱。

（4）乏氣罐套：乏氣罐外附水套，並三水管，二水管由缸內將熱水排進，一水管將水排回水筒。

九、現用日式柴油機之性能：

（1）二行程循環，單動式。

實用鑿井工程講義

(2) 二個汽缸

(3) 四十馬力，(40. H.P.)

(4) 最大迴轉數，係每分鐘四百六十轉(460. R.P.M.)

(5) 柴油之比重：0.9 至 0.95

(6) 汽缸直徑：111 公厘。(228 m.m.)

(7) 活塞行程：115 公厘。(250 m.m.)

(8) 最高爆發壓力：廿八公斤每方糲。(28 Kg/Cm²)

十、起動裝置

(1) 風罐(即壓縮空氣罐)——由打氣筒，將空氣壓入罐內以備起動時，吹動活塞應用，附有風表，氣壓以 120 磅每方吋為限，(如無風罐，起動時以人力搖動飛輪亦可)。

(2) 噴燈——每缸頂置一個，因將缸頂燒熱，缸內可易於燃燒，故起動時，應

先以噴燈燒之。

噴燈連煤油罐，罐內注十分之八之煤油，附手打氣筒，以打氣動作，將油壓射至噴燈，以便強烈燃燒。

噴燈有調整桿，可調整火焰之強弱，如以最烈火焰燃燒，有十五分鐘即可協助缸內燃燒。

十一、起動準備及檢查：

- (1) 柴油箱注滿柴油
- (2) 機器油泵內注滿機器油，並檢查油管及油道。
- (3) 水筒注滿冷水，並檢查減熱裝置各部，是否有漏水處。
- (4) 風罐內打足壓縮空氣一〇〇——一二〇磅。
- (5) 噴燈調整妥當，煤油罐注十分之八之煤油。
- (6) 檢查各部螺絲母，是否有鬆動情形，可開驗汽節門，以手轉動皮帶輪，檢

視各部。

(7) 噴油嘴之噴油狀態檢查——將油嘴摘下，手壓柴油泵使其噴油，以噴成霧狀最佳，可以噴油嘴上之調整桿調整之。

十二、起動步驟：

(1) 以火柴點燃噴燈，使維持強烈火焰約十五分鐘。

(2) 噴油嘴按好，將調整柄輕轉，噴霧狀之角度約 90° —— 100° 。

(3) 空氣門全閉，(外有柄操縱，空氣門俗名喝風門)。

(4) 驗汽節門關緊。

(5) 飛輪移轉至起動位置。

(6) 進風節門開之，(位於缸蓋上，以備起動用)。

(7) 汽缸內注入柴油即將燃料油泵(即柴油泵)之按柄輕押一、二次，如注油

過多，恐起動後急迴轉，應特別注意。

(8) 起動柄一開，由風協助起動，機器即可開始發動，如萬一迴轉方向相反，可驟停一刹那，再速噴入多量柴油，即可恢復正轉，皆以柴油泵之按柄操縱之。

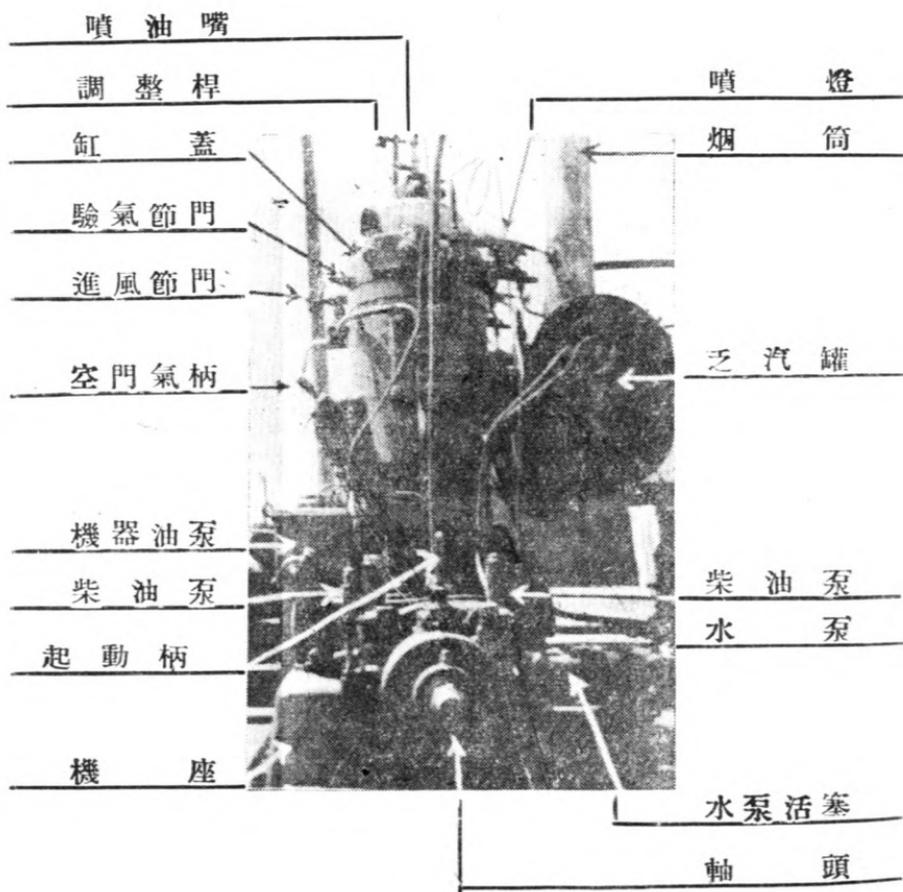
(9) 機器轉速之後，將缸蓋上之進風節門及風罐之節門皆關閉之。
十三、轉動及停止：

(1) 轉動時期，按負荷之多寡，調整噴油量及進空氣量（噴油量以噴油嘴調整柄調之，進空氣量以空氣門柄調整之。）

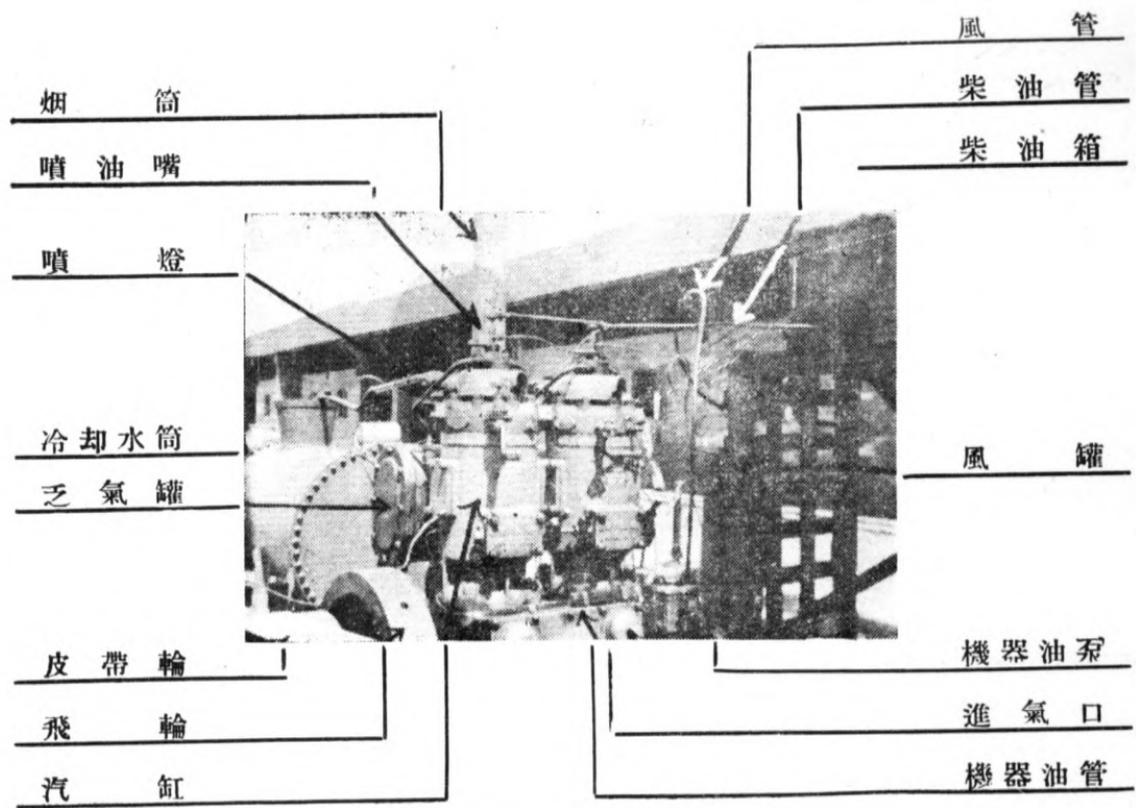
(2) 停止：（即俗稱住車）

- a 將噴油嘴之調整柄輕關之（使噴油停止）。
- b 將燃料泵之按柄，輕押下，（使停止送油，因凸輪游離，故油泵失效。）
- c 將驗汽節門開之（使壓氣無效）。

附圖二



柴油機側面圖



柴 油 機 設 備 全 圖

第三節 鑿井主機

按鑿井主機包括起重及鑿井兩種功用，其式樣隨機器而異，種類繁多，今就現用之鑿井主機分述：

一、鑿井部分

(1) 傳動裝置：(a) 由皮帶輪以皮帶連結中間軸之皮帶輪，而傳來動力，(按皮帶輪有實轉輪空轉輪二個，實轉輪可帶動傳動軸)，(b) 再由傳動軸傳至第一斜齒輪，(c) 由第一斜齒輪傳至第二斜齒輪，於是由橫的轉動變成豎的轉動。

(2) 旋轉裝置：(a) 由第二斜齒輪帶動旋轉管旋轉，(b) 旋轉管：內直徑約二吋半，由上下兩卡盤，緊握鑽管，於是鑽管因而旋轉，(c) 鑽管 (Drill Pipe) 厚約二三分直徑約二吋，每根長約廿呎，可以數十根相連，以鑿深井，上部連水龍頭下部連鑽頭，管內有循環水下行，(d) 旋轉水管 (俗稱水

龍頭，(Water swivel)上部掛於吊鉤上，無旋轉動作，下部連鑽管，有旋轉動作，內有滾珠承架，上部有鵝頸管係以橡皮管連泥水泵進水，水傳入鑽管下行。上部尚有進鐵砂之小頸管專為作石層應用，(e)鑽頭(Bit)

——連於鑽管下端，因旋轉而鑽地成井，鑽頭中部有出水孔兩個，可將鑽管內之循環水排出，鑽頭刃部有硬鐵質，鑽頭式樣亦多，因地層而異，普通地層皆用魚尾式鑽頭，鑿石層地質時，另有鑿石鑽頭，今用之鑿石鑽頭，係筒形(利用鐵砂磨成石柱之舊法)現最新式鑽頭有(Three Way Bit)三刃式——用於鬆地層。

(Pilot Bit) 六刃式——用於稍硬地層。

(Cone type Rock Bit) 三錐式——用於石層

(Roller type Rock Bit) 四銼刀式——用於石層

(3) 上下移動裝置——係借人力提押。

a 齒桿管——內涵旋轉管，外附齒桿，可帶動旋轉管及鑽管上下移動。

b 小齒輪 (Pinion) ——與齒桿 (Rack) 咬合，小齒輪轉動，齒桿管即上下，小齒輪由手押桿操縱。

二、起重部分：

(1) 第一齒輪(小型)——固於傳動軸上，與第二齒輪(大齒輪)咬合，有滑鍵，可與大齒輪開合。

(2) 大齒輪——固於起重軸上，可帶動鼓輪迴轉。

(3) 鼓輪——外繞鋼絲繩，繩過井架上端之滑車而下垂，附吊鉤，作起重之用。鼓輪由二層組成，形成一開合器，內層輪固於起重軸上，軸轉即隨轉，而外層鼓輪，可與內層輪開合，開則外鼓輪停轉，即停止起重工作，合則外鼓輪轉動，即開始起落工作，有開合桿操縱之。

(4) 手動起重裝置——適用於小量動作，特於鑿井時利用其餘徐下降。

a 螺桿 (Worm) —— 由手輪操縱之，可帶動螺輪旋轉。

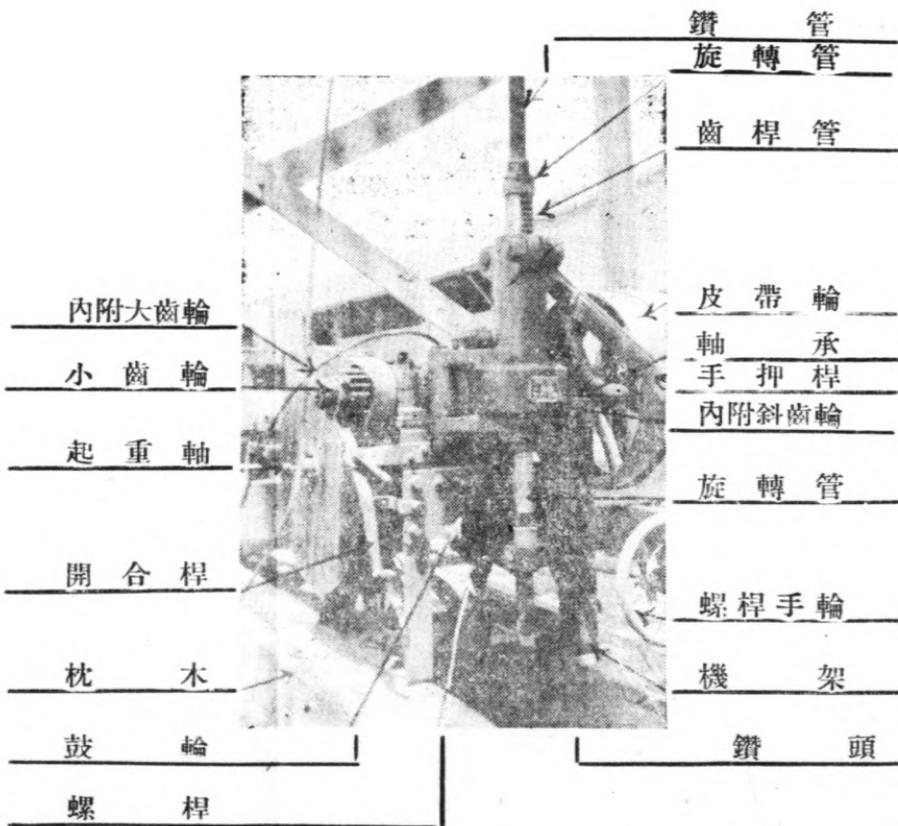
b 螺輪 (Wheel) —— 與螺桿咬合，並可與鼓輪開合，以作小量之手動起重工作。

c 配重桿及配重鉤 —— 利用配重，不致使螺桿手輪，因重力而移動。

(5) 剎車 (住車) —— 剎車輪連於鼓輪上，上附澀帶布，由足踏之澀帶板操縱

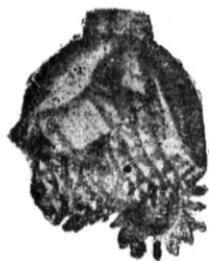
剎車工作：

附圖三：



鑿 井 主 機

鑽 頭 之 種 類



四銑刀式



三錐式



六刃式

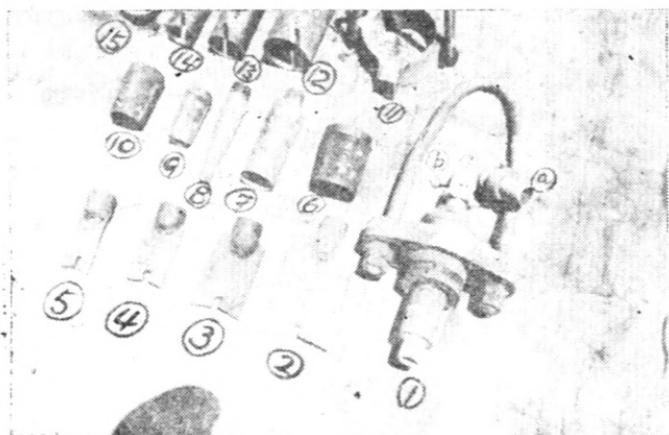


三刃式



魚尾式

鑿井用具



- 1 旋轉水管
 - a 鴨頸管
 - b. 進鐵砂管
- 2 魚尾鑽頭(6")
- 3 魚尾鑽頭(4")
- 4 魚尾鑽頭(2 $\frac{1}{2}$ ")
- 5 魚尾鑽頭(2")
- 6 8 打撈用具，錐子。
- 9 10 打撈用具，錐子。
- 7 打撈用具，板牙。
- 11 起管夾
- 12 作石鑽頭
- 13 作石鑽頭
- 14 作石鑽頭
- 15 鐵砂

第四節 泥水泵 (Mud Pump) 及循環系統 (Circulation System)

一、功用——(a)以泵之壓縮力，將泥水壓入井內，可將鑿碎之土質帶出。

(b)以水壓力阻止地下水之潛入井筒，而利鑿井工作。

(c)以泥粘糊沙層，及壁洞，既阻水源又堅井壁，使不致崩潰，而利循環作用。

(d)可使鑽頭減熱，並可減少井壁與鑽管之磨擦。

二、現用泥水泵之式樣——係臥式，三缸筒，進水管直徑2呎，出水管直徑2呎，活塞行程約6呎，活塞直徑1.5呎，水壓力，約五十磅至二〇〇磅每方呎。

三、現用泥水泵之構造：

(1)皮帶輪——以皮帶與中間軸相連，傳來動力，再由傳動軸經軸承，帶動小齒輪。

(2)開合器——小齒輪與傳動軸，內附開合裝置，由開合桿操縱之。

(3) 大齒輪——由小齒輪帶動，與灣曲軸同轉。

(4) 灣曲軸——軸之外端，固大齒輪，軸中間連三個連桿即由圓運動變為往復運動，軸兩端附軸承。

(5) 釘軸——一邊連結連桿，一邊連活塞桿，釘軸承在導板上下復滑動。

(6) 活塞——共三個，本機之活塞與活塞桿同體，活塞在缸筒內往復運動以便壓水。

(7) 缸筒——共三個，每個之缸頂部有進水瓣與出水瓣，（係球形瓣 Globe Valve）活塞外行，進水瓣開，水吸入缸內，活塞內行，出水瓣開，水壓出缸外。

(8) 進水門——外以水管連水坑，內附進水瓣（按瓣即 Valve 譯音瓦路，又名弁或弁）司進水。

(9) 出水門——外以水管連水龍頭（Swivel）內附出水瓣，司出水。

(10) 壓力表——位於出水管上部，測驗水之壓力，勿超過二百磅方吋，如要超過時，即開洩水門洩水，以防橡皮管破壞。

(11) 機座——軸承，導板，及缸筒等皆固於機座上。

四、泥水之循環——借泥水泵之壓力，泥水可維持循環作用，而利鑿井工作。

(1) 大水坑(即主水坑)——(約2.5米×1.5米×1米深)——將黃土混合器混合之泥水輸入坑內，備用。

(2) 進水管——由水坑將泥水導入泥水泵。

(3) 泥水泵——將泥水吸入，再由出水門壓出。

(4) 出水管——連結泥水泵之出水門而與橡皮管連結。

(5) 橡皮管——係厚橡皮製品纏鋼絲，以增壓力，連水龍頭，因質柔軟可隨水龍頭上下移動。

(6) 旋轉水管 (Water Swivel) (俗名水龍頭)——上連進水橡皮管，下連鑽

管，水導入鑽管，下部可旋轉，上連吊鉤及鋼絲繩可上下移動。

(7) 鑽管——泥水由鑽管內流下直至鑽頭。

(8) 鑽頭——鑽頭下部有二出水孔，水由排出而上行，可將鬆之土質帶上。

(9) 井壁——泥水由鑽頭排出，帶泥砂石末等質。沿井壁及鑽管外皮上行。而出地面，同時將黏泥壓入鬆的井壁內。

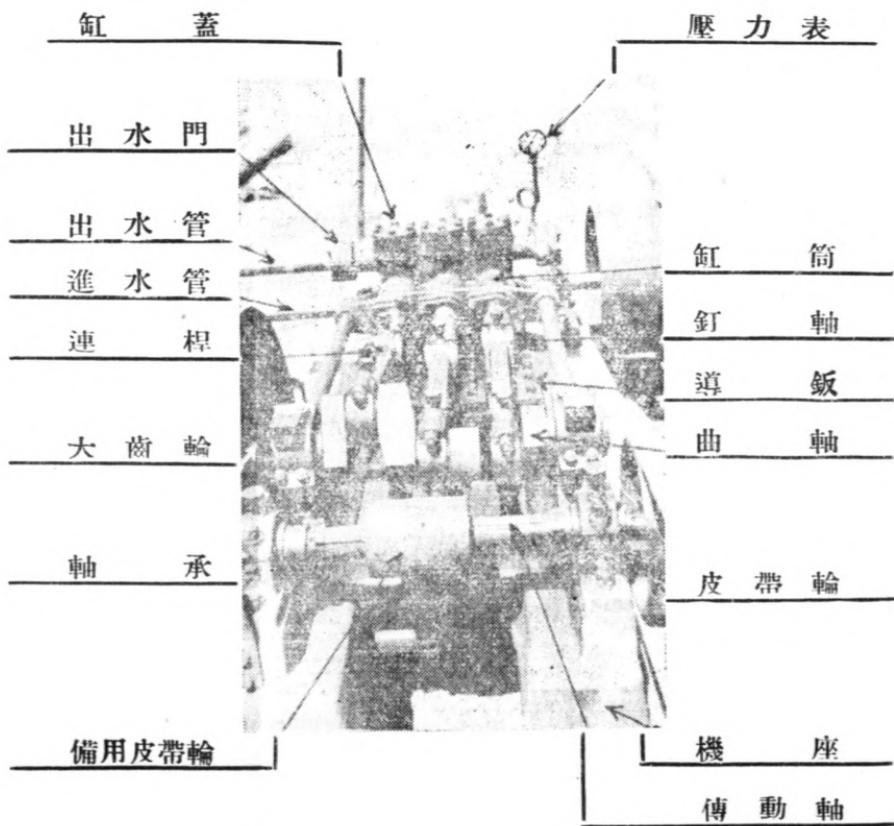
(10) 水溝——井內排出涵泥砂石等質之水份，沿水溝流入小水坑。

(11) 小水坑（即分解水坑）——(容1.5米圓形×1米深)——係分解作用，將較粗重之雜質沉入坑內，較輕之泥水，再由出水溝流回大水坑，以資循環。

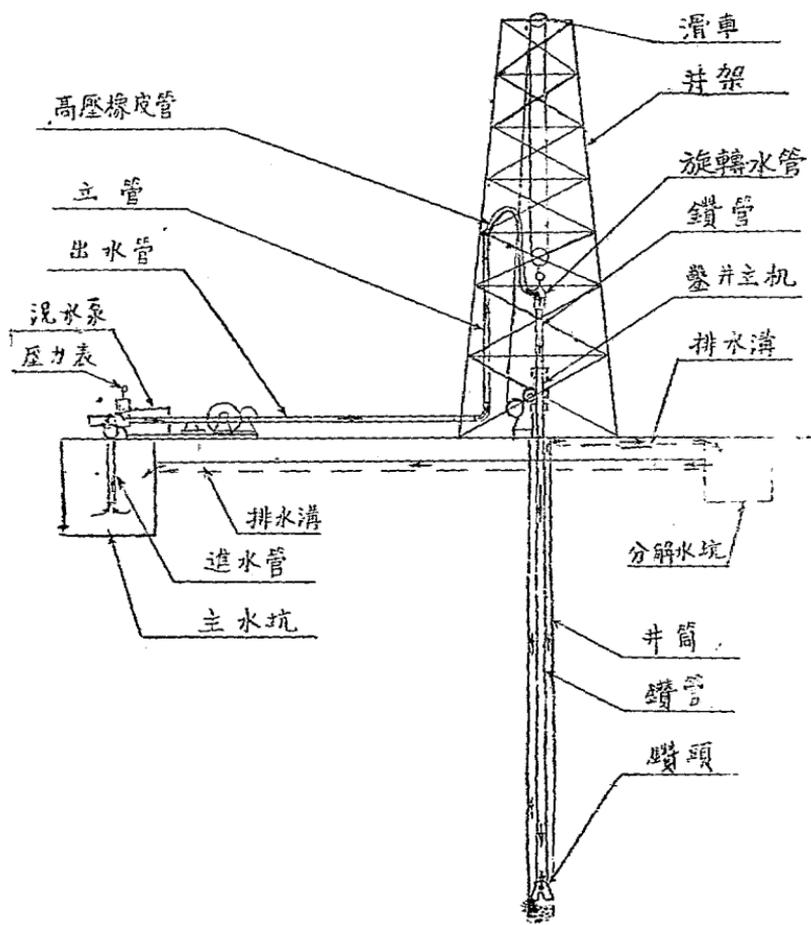
。(如分解水坑，淤積太多時，即以人工清除之)。

附註：按水坑之大小，隨井筒之深淺大小而異，例如六吋井二百呎深，主水坑至少須四呎寬六呎長、三呎深，分解水坑須三呎直徑三呎深度。

附圖四：



泥 水 泵



泥 水 循 環 圖

第五節 其他機器

一、黃土混合器：

(1) 功用：使黏性黃土與水均勻混合，流入大水坑，以供泥水泵應用。利用黏性泥粘糊井壁，以堅井筒，而利鑿井工作。

(2) 構造：

a 皮帶輪——連結中間軸，傳達動力，有空轉輪，實轉輪兩個，固於旋轉軸上。

b 旋轉軸——一端固皮帶輪，其餘大部藏於圓筒內並在軸上置鐵扇葉約十幾個，旋轉時，扇葉隨轉，用以攪合泥水。

c 圓筒——約二米長，一米直徑，固於機架上，上有喇叭口，進水土用，後尾部有出水門，出泥水用，內置旋轉軸。

二、中間軸：

實用鑿井工程講義

(1) 功用：用皮帶連結，以傳達動力，一皮帶輪連發動機其餘皮帶輪連從動機。

(2) 構造：

a 旋轉軸——鋼料直徑 6.5 Cm. 長 200 Cm. 位於軸承架上，附皮帶輪五個。

b 第一皮帶輪——直徑 23 Cm. 寬度 25 Cm. 連結鑿井主機。

c 第二皮帶輪——直徑 26 Cm. 寬度 20 Cm. 連結黃土混合器。

d 第三皮帶輪——直徑 40 Cm. 寬度 10 Cm. (備用)

e 第四皮帶輪——直徑 80 Cm. 寬度 25 Cm. 連結柴油機

f 第五皮帶輪——直徑 25 Cm. 寬度 15 Cm. 連結泥水泵。

三、井架：

(1) 功用：井架上置主滑車三個有鋼絲繩過之，一端連鑿井主機之起重鼓輪，

一端下垂連附動滑車之吊鉤，可掛水龍頭及鑽管，並起落之，於按井筒時，藉以下井管，以輔助起重作用，（定滑車三個動滑車三個，即可增加起重力六倍，例如四噸起重機即可起重廿四噸）

(2) 構造——木質架子高約六十呎，四立柱，上狹下寬底部距離約六米，頂部距離約一米五，計分七層，每層有斜拉板交叉，接筒處皆以螺絲串連，架子中心應與鑿井主機之旋轉管中心相合，架頂上安滑車裝置。

a 底座——方木四塊，(35×35×650 Cm)

b 立柱——四立柱，每柱由四段結成（斷面20×20 Cm）

c 頂樑——共四塊 (25×25×180)

d 滑車——置於頂樑上，附軸及軸承，主滑車三個，連鑿井主機，副滑車一個為懸掛進水橡皮管用。

e 拉板—— $1.5'' \times 10'' \times \left\{ 9' - 22' \right\}$ 如木料不夠長，可搭結。

f 螺絲——用 $\frac{1}{8}$ "D×5"及 $\frac{3}{16}$ "×13"兩種。

四、空氣壓縮機 (Air compressor) (又名壓風機俗名風泵)

(1) 功用——此機係用壓縮空氣(俗名風)汲水之機器，即井鑿至良泉，裝井管完畢後。即以此機汲水升出地面，按汲水機尚有多種，惟用空氣壓縮機最優，因其出水量較多。

(2) 構造——普通用者係二缸立式者。

a 皮帶輪——連於發動機，(用柴油機，或電動機皆可。馬力數按所鑿井之大小及出水口徑而定，如二吋進風四吋出水六吋井筒之井，約須卅馬力，如一吋進風，二吋半出水四吋井筒之井，則十五馬力可用)。

b 灣曲軸——由圓運動變為往復運動，連結活塞桿。

c 風缸——外有水套，內有活塞，往復運動，活塞下行進氣瓣開，空氣進缸內，活塞上行，出氣瓣開，將空氣壓出，先至存風櫃，以備應用。

d 減熱裝置——缸套滿置以水，以減缸內之熱度，由水泵司其循環作用，由水筒經水泵至缸套，再翻回水筒。川流不息，水泵與主軸連動。

e 滑油裝置——乃機器必須之裝置，以機器油流注機器各磨擦部分，以機器油 擦之，不連主軸。

(3) 附件

a 風櫃——圓筒形，直徑約 30 Cm. 長約 1.5M，鑄製或焊製，由風泵經風管，將風壓入風櫃。存儲應用。

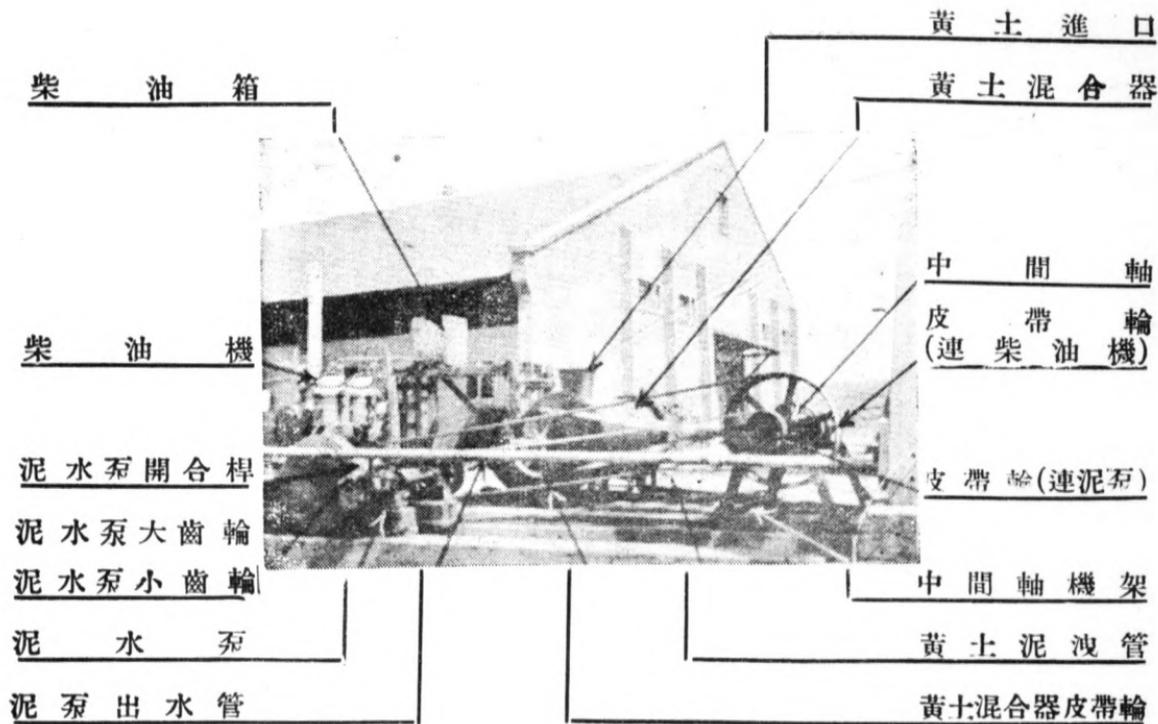
b 風表——置於風櫃上，測風壓，約自 85 至 100 磅每方吋可用。

c 安全塞——(俗名保險)，風壓至一定限度，即由此塞出風，限度可調整，亦置於風櫃上。

d 風管——風櫃之進風管連接風櫃，出風管連結井內風管，皆有節門節制之。

(4) 汲水作用——井管之外層係井筒管中係出水管，內係進風管，進風管連結風櫃，直入井內，管之長短視井深度而定，惟進風管短於出水管。出水管又短於井筒管，風由風櫃入進風管，將井內之水，沿出水管吹上，而升出地面。再將水排入儲水庫內備用。

附圖五：



黃土混合器及中間軸

第三篇 鑿井方法

第一章 鑿井方法之類別

第一節 概論

一、井之種類：今所謂之井，專指水井而言，實際除水井外，尚有油井，鹽井，火井，礦井等多種。

(1) 普通寬井——深度不過數丈，口徑約四呎左右，即我國舊式井，多以人工挖掘，以磚石，上附井蓋。

(2) 圓筒淺井——深度在百呎以內，口徑自三吋至六吋，以鉄管爲井筒，吾人輒稱爲洋井，多以半機械方法掘鑿，裝手押抽水機用以汲水，如需水量不

大，頗爲簡便而經濟。

(3) 深井——即百呎以上之井，可深至數仟呎，完全以機械鑿掘，口經約自四吋至十二吋，乃大量供水之井，此種井，即吾人研究之對象。

(4) 自流井——此井全憑地下水位之壓力，將井水自行壓出地面，因無汲水之勞，故鑿井者，最希覓求之。

二、鑿井方法之分類：

(1) 人工鑿井法——適用於淺井（二十五呎——一百呎）

a 滾掘法——用於普通寬井——其法即以罐起泥，築架司其升降，井筒成後，視地質如何，撐木防其塌陷，井筒之構築，多以磚石。

b 竹弓法——用於圓筒淺井——乃人工搗鑿之法，係先搭木架，再用竹弓繫繩，及鑽，以搗鑿之，泥沙用抽泥筒取之，至沙水層，即裝井筒及汲

水機^a

c 鐵鑽法——亦用於圓筒淺井，係人工旋轉之法，宜於鬆地，其法係搭木架附滑車，下繫鐵索，上部以人工旋轉，遂以鐵鑽井、泥沙由鐵筒帶出，井筒裝鐵管，汲水亦用抽水機。

(2) 機器鑿井法——用於深井（一〇〇呎以上）

a 搗鑿式方法——利用鑽頭上下搗鑿以鑿井，鑿碎之沙石，再以抽泥筒提出，其動作皆以機器操縱，（有附泥筒於鑽頭之上者隨鑽隨抽，曰泥桶法，只適於鬆軟地質）

b 旋轉式方法——利用鑽頭旋轉以鑿井，鑽碎之沙石，再以水射法排出，其動作皆以機器操縱，凡鑿最深之井，咸用此法，歐西開鑿石油井者動輒萬呎皆採用旋轉式鑿井方法。

此法在施工時，用水較多，故在缺水地帶，工作不便，可先用鐵鑽法，鑿一淺井，以供循環用水為宜。

第二節 竹弓法與鑿鑽法

一、竹弓法——即人工搗鑿法

(1) 鑿井用具

a 井架——木製，高約二、三十呎，立柱及拉條，可以繩索網綁，應留一面，以作工作之出入口。

b 竹弓——長約十五呎，粗約二吋，係用一吋許之竹桿網製者，弓置於架頂上，以繩束兩端，如絃，絃中心繫鑿具，藉弓之彈力司鉄鑽之升降，以省人力。

c 竹條——長二十餘呎，寬約一吋，用厚竹片製成，竹片連結處，以鐵鉗扣緊，竹條上部連竹弓，下部連鐵鑽。

d 木輪——如鑿較深之井，可以木輪代替竹弓，置於架頂，搖動木輪旋轉，可纏繞竹片，以操縱鐵鑽上下，而進行鑿井工作，木輪直徑約十呎。

e 鐵鑽——長十餘呎，重數十斤，爲一圓鐵杆，上細下粗，頭部如斧爪，用以上下移動，而搗鬆井內沙石。

f 抽泥筒——長約十呎，直徑約三吋，上有圓孔，以出泥水，下端有上開瓣，以進泥水，用時按入井底，可抽上井內沙石泥等搗碎之物質。

g 鐵管——卽井筒管——熟鐵製。

h 抽水機——位於井口地上，俟井管裝好後，用以汲水，卽手押抽水機，頗簡便。

(2) 鑿井步驟

a 預備工作——先行擇地搭架，欲鑿淺井用竹弓，深井備木輪，木架上置滑車，架腳中央，先掘一小坑，以定井位，並於井上部置一木筒，約三四呎，作爲導管。

b 施工——先以清水注滿木筒，再將鐵鑽繫於竹弓弦下，鑽上拴一扶木，

工人按之上下衝擊，使鑽頭進行鑿井，約下二、三呎即將鑽提上，放入抽泥筒，將泥抽出，再行放入鐵鑽工作，至相當深度即以竹片連結鐵鑽之上應用，木筒內應時時灌入黏性泥水，以免井洞塌陷，並可回結流沙易於提出，鑿至良好沙水層時，即可停工，再行安裝井筒。

(3) 井筒安裝

a 濾水管——即以鐵管鑽以許多小孔，上纏鉛絲，位於井筒管下部，用以進水濾水之用，濾水管之長短與沙水層之厚度相同而稍長，濾水管即置於沙水層，上連井筒管，又濾水管上端纏以棕皮，防止上部泥沙下落，以致堵塞進水孔。

b 井筒管——下連濾水管，上出井口，每節結筍處，有螺絲套匣之，上部安抽水機。

c 抽水機——在井管上部，人工操縱以汲水之機械。

井管下完後，滿注入清水，上置抽水機，以試水，如水不出，再行抽泥，以試至出水爲止，但地下水而在卅餘呎以下時，非普通抽水機可以抽上，可掘地數尺，使抽水機地位降低，以試之。

二、鑿鐵法——卽人工旋轉法，用於河淤，或沙土地帶，最爲相宜。

(1) 螺絲鑽鑿鐵法——鐵之構造，形如螺絲鑽，鐵柄如鐵桿或鐵管，上有橫梁，以便旋轉鑽下，鐵柄可隨時加長，搭木架附滑車，司鐵升降，井口設木筒以爲導管鑿井時，常注以水，所鑽下之泥沙，卽以鐵帶出，鑿完後安井管，及抽水機。

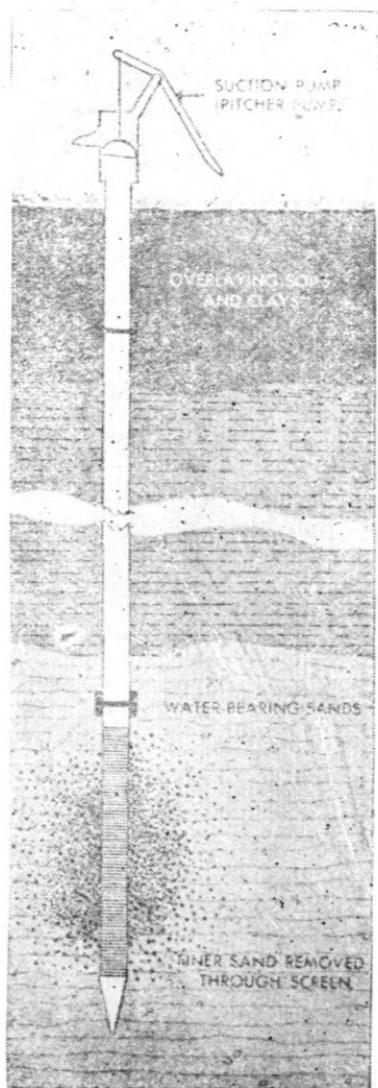
(2) 兩開圓筒式鑿鐵法——用於井口較寬者，鐵筒之直徑約自三吋到六吋以鐵鑽鑿井，亦以鐵鑽取泥，概如前項相同。

(3) 錐管法——井管下部附錐尖，井管約一吋至三吋，下部有水孔眼，外繞細鉛絲，用以濾水進水，將錐管旋入地內卽可出水，宜於沙地之淺井，俗謂

錐管井，此法井洞之沙泥，由錐管壓入井壁，無取泥之煩，故適於軍用，因其簡便而取水速，但水源多地面水，不易太潔。

附圖：

錐管井



第三節 搗鑿式鑿井方法

一、鑿井設備

(1) 井架——(PILE) 木製或鐵管製皆可，位於井口之上高約卅呎至九十呎，

按所鑿井之深度而定，木製者分四柱，上有頂樑底有枕木，中有交叉之拉

實用鑿井工程講義

板，使其穩固，並可作登梯用，架頂置滑車，以繩過之，作鑿井及起重之用。

(2) 鑿井機器

a 鑿井主機——連以發動機，以鋼絲繩過井架之滑車，下連鑿具，其構造除具起重裝置外，尚有搖樑作用，可使鑿具上下，以進行搗鑿工作，每分鐘可衝擊約三十次。

b 發動機——用電動機，或內燃機皆可。

c 抽泥筒——以鐵管製成，長十五呎至六十呎，口徑較井口為小，管下端置鐵瓣，以進泥水，借以將井內鑿碎之土質抽出。

(3) 鑿具——可長及四十餘呎，鐵製，由鐵杵，軋耳，鐵莖，鑽頭四部連結組成，上連鋼絲繩，直過井架之滑車而連鑿井主機，以司升降。

a 鐵杵及鐵莖——係長重之鐵棍，所以使鑿具加長加重，俾穿洞垂直，並

可加重搗力。

b 軋耳 (Tara) —— 係一對鋼叉棍連結而成，中間有量伸縮，爲使鑽頭可能鬆動。

c 鑽頭 —— 位於鑿具最下部，如鑽頭刃部磨光，可修理之鑽頭種類亦多，隨地層軟硬而異。

二、施工

(1) 搗鑿 —— (Spudding)

將發動機一開，鑿井主機遂即起動，其搖梁部分遂上下搖動，因而鑿具即行上下搗鑿，而進行鑿井工作，井口部分須先掘以小坑，用以約束鑿具之用，鑿井主機有牡牛輪，上繞鋼絲繩，司鑿具起落，鑿具衝擊時，須頻轉井繩，以免鑽頭在一處搗鑿俟井深過二〇〇呎後，即無此慮矣，又工作期間，須時時撫摩井繩，察其弛張可測知鑽頭搗鑿之情況，又井繩之長短

，更須注意，概過短，則衝擊無效而繩亦易斷，過長則衝擊之狀況不明。搗擊至相當時間及深度，即提出鑿具，進行抽泥。

(2) 抽泥——搗擊至相當深度，即換入抽泥筒進行取泥工作。

筒下有上開吸泥瓣，筒下行時吸泥瓣開而泥入筒內。

筒上行時，吸泥瓣閉，則泥隨抽泥筒帶出地面，地面旁設一木橛，抽泥筒抽上後置木橛上，其吸泥瓣由木橛頂開，泥即流出，抽泥筒之起落，由鑿井主機之沙線輪操縱之，又井內土質乾燥時，須常注水以利抽泥工作。

(3) 換鑽頭——每次提出鑿具後，即須檢查各部有無損壞，或鬆馳處，如鑽頭損壞即換新品，惟舊鑽頭所鑿之井眼稍狹，新鑽頭至井底，時感緊固，應當心時時轉動井繩爲宜。鑽頭以修理，即以鍛鐵爐鍛之，使復舊觀，刃勿須過利，再熨火以硬之，熨火之法，係先燒至桃紅色，猛入水約吋許淬之，約一分鐘提出，觀鋼皮熱度繼續下降由草色橘色紫色，而至青色，再行

入水，至冷爲止，如此鑽頭硬度，不脆不柔，適於鑿普通岩石。

三、安裝井筒——鑿井至良泉，卽行停止，可開始安裝井管。

(1) 導管——普通地面浮土，多爲鬆質，故在井口部置一木箱，或鐵管，以作導管，卽可防浮土下陷，又可爲鑿具之導路。

(2) 濾水管——進水濾水之用，結井筒管下部位於良水層中，濾水管樣式甚多，有圓孔者方孔者長方孔者，有外附銅紗者，或纏鉛絲者種種。

(3) 井筒管——熟鐵管，底着於硬地層之上，下部連結濾水管，上部置汲水裝置。

(4) 塞固裝置——井筒下部（濾水管上部）外壁之周圍，用棕或麻子包塞固之，以防上部之污水滲下及下部之良水壓上。

(5) 汲水裝置——或以水泵汲水，或以風泵汲水，其裝置各異，於井筒裝完後卽安汲水設備，用以試水。

第二章 旋轉式鑿井方法

第一節 概論

一、簡介——旋轉鑿井方法，其所用機器，即旋轉式鑿井機，其法即以鑿井主機，帶動鑽管及鑽頭旋轉，而進行鑽井工作，並以泥水泵維持泥水之循環，將泥水由鑽管排入井內，再由鑽頭之出水孔沖出，遂將鑽碎之土石沿鑽管外皮帶出井外。

二、泥水循環之功用，（希參閱第一篇第二章之第四節）

（1）泥水之循環系統

主水坑↓水泵進水管↓泥水泵↓水泵出水管↓立水管↓高壓橡皮管↓旋轉水管↓鑽管↓鑽頭↓井壁↓排水溝↓分解水坑↓排水溝↓主水坑。

（2）循環之功用——

- a 因泥水之循環，可將鑽碎之土石帶出井外。
- b 因泥水之循環，可減少鑽頭之熱度及井壁與鑽管之磨擦。
- c 借泥水之壓力，可阻地下水之滲入井內，以維持鑿井工作。
- d 借泥水之黏性，可粘糊井之壁洞及鬆沙地層，以堅井壁而維持循環作用。

三、旋轉式與搗鑿式之比較：

比較表之一（一般性）

		旋 轉 式	
		旋 轉	搗 鑿
鑿	井 主 機	旋鑽與起重	搗鑿與起重
出	泥 機 械	泥水泵	抽泥筒
鑿	具	旋轉水管鑽管鑽頭	鐵杵，軋耳，鐵莖，鑽頭。

打	撈	用	具	板牙管錐子管
一	般	設	備	繁
工	作	用	水	多
鑿	井	速	度	速
鑿	井	深	度	深
較	淺	較	慢	少
較	淺	較	慢	較淺

比較表之二(地質與鑽鑿情形)

地	質	旋	轉	式
土	丘	沙	快	困難
鬆	沙	及	淤	沙
鬆	漂	石	在	冲積層
困難	困難	可	作	困難
困難	困難	可	作	困難
式	式	式	式	式

石灰石多洞的	石灰石有裂縫	石灰石有結節	石灰石	沙石——良洋灰	沙石——次洋灰	脆性黏版岩	黏性黏版岩	堅黏版岩	泥與沙泥	流沙
慢——不可能	可作	慢	快	可作	慢	可作	可作	可作	快	可作
可作	可作	可作	可作	可作	慢	快	慢	快	慢	困難

玄武岩——薄層在水成岩裏	慢	快
玄武岩——厚層	可作	慢
變質岩	可作	可作
花崗石	可作	可作

第二節 鑿井之設備

一、搭井架

(I) 材料——木料或鐵管皆可。

如用木料製架，底木，柱木，頂木，皆係方木，拉板用板木，連結處用夾板及螺絲，如用鐵管製架，須預備鐵管，各種結頭及卡子，搭架所用工具：
：有拉繩，工作柱，滑車，攪車等。

(2) 樣式——猶如塔形，上狹下寬，四柱者多用於高架，三柱者用於矮架，井

架之高度，應按鑿井之深度而定，概井深約二千呎者，架高須八九十呎，井深千呎者，架高約六十呎，井深約三百呎者，架高四十呎即可，較高之井架於提鑽管或裝井管時，較為方便，因每次可起落二節或三節之水管。

(3) 方法——作數十呎之井架，須有建立之技術，工人尤須熟練，方可竟事。建立木架應先把井架平放在地面上，配齊，分別試好，如連結處之螺絲孔，拉板，夾板，皆細心試裝，然後用色鉛油分別標記之，以免建立時配錯，於是分層豎立，先將四底木舖妥，再將第一層立柱，用拉繩拉起，以拉板連之使固，搭第二層時，即於架中立一工作柱（此柱高約廿呎）上置小滑車，頂部以四拉繩引於四方，使柱直立，以作起拉板柱木，及一切架上用具之用，工作柱按需用情形，可移至每角或各層之上，以便工作，以迄頂樑及主滑車安完為止，然後拆除工作柱友拉繩。

如用鐵管製架，先立四柱，四柱之頂部，串以鐵軸，豎立時，利用攪車拉

起，其橫連之鐵管，係以鐵卡固之。

(4) 應用——井架上設主滑車一組，一個或數個，應視起重量而定，鋼絲繩過之下垂，正對井口中心，井架主要應用，即為輔助起重。

二、安機器。

(1) 機器類別：

a 鑿井主機——包括旋轉鑽井及起重兩種功用。

位於架底中間

b 泥水泵——壓縮泥水用，由水管及橡皮管連結旋轉水管

c 黃土混合器——攪拌泥水用

d 中間軸——傳達動力用

e 發動機——各機器之原動力

(2) 機器檢修。

實用鑿井工程講義

機器經久不用，最易銹蝕，應將各部機件，用煤油浸潤，再行分別拆卸，檢查並擦洗之，如有損壞或不良零件，即換以新品，不宜湊付，然後將零件再行裝齊，各部注入滑潤油，先以手試動，細心觀察各部，是否有鬆動地方，應加調之，然後以發動機帶動之，各部徐徐加油，軸承是否發熱，各部是否有磨擦聲音，皆應注意，一俟機器全部檢修完畢後，即應加意保護，勿使雨淋或土污。

(3) 機器安裝。

a 排列法——鑿井主機旋轉部分之中心，須與井架滑車下垂之繩相合。

於是固定鑿井主機之位置，其皮帶輪與中間軸，以皮帶相連，中間軸須置於井架底木之外，由中間軸之諸皮帶輪與各相關機器如發動機，泥水泵及混合器等之皮帶輪，用皮帶各別連結，以各機器間彼此不妨礙，而便於工作為原則，互相排列，在排列前，應先測量並畫圖以計劃之。

b 安裝法——各機器位置選妥，即分別將機器運到計劃位置，運輸時，應特別當心，因機器笨重，如運輸不得法，易損機件，並傷手足，運輸速度亦慢，最好由一人指揮，衆人合力，或以繩拖，或以管滾，或以棍扛，應行動有秩序，既有力而又穩，機器皆安於枕木上，至枕木之大小，按機器之重力，及振盪力而定，枕木之地基，應先墊堅，勿使機器因振動而下沈以致不平。

各機器皆以長螺絲固於枕木上，枕木以土埋之，使其牢固，機器是否水平應以水平器測驗，並以薄墊調整之。

(4) 試用——

將發動機起動後，再分別將各部機器帶動，以觀察各部動作，是否合乎要求

觀察要點如下：

實用鑿井工程講義

a 柴油機之轉數及馬力是否應用，其基礎是否堅固，有無顫動，軸承部是否正常，皮帶是否鬆馳，機器費油否，皆應分別調整之。

b 中間軸架是否穩固，各關連之皮帶，有無鬆馳或過緊之情形。

c 黃土混合器攪拌情形是否規律，有無漏水之處，放入之黃土切忌摻雜瓦塊碎石，或鐵物等。

d 泥水泵壓力是否足用，有無漏水不嚴之處，壓力表是否準確，水坑內泥水是否夠用，泥水內勿使進入雜質，或草絲，以免堵塞鑽頭之出水孔，出水管及橡皮管各連結處，有無漏水處，泥水之循環，是否規律。

e 鑿井主機，起重部分之開合裝置，是否合用，剎車是否靈敏，鋼絲繩如有彎曲處應以手錘修正之，鑽管是否垂直，鑽頭出水孔之出水是否良好，鑽頭轉數是否合用（按新式鑿井機鑽頭最低應 100R.P.M.），旋轉水管是否漏水。

三、機件修配設備：鑿井工作期間各部機件時須修配，最好附設一小型修配鐵工場，具備車床，煨爐，木工，鉗工等設備，如無鐵工場，其最低之修配設備，亦應有鍛工，鉗工，木工等。

(1) 鍛工——凡鑽頭之修理，夾子或螺絲之配製及其他工具之修理，皆屬鍛工。

其設備，爐一個，風箱或吹風機一個，鐵枕一份，大小錘及各種鍛工工具全份，另附一沙輪裝置，連於中間軸，以便研磨鑽頭等應用。工匠二人至三人即可，燃料用烟煤。

(2) 木工——凡木架配製，枕木按裝，及其他木料修配者，皆屬木工。其設備即工作桌凳，鋸刨，鑽等木工應用工具，工匠二三人即可。

(3) 鉗工——即案工，凡零件配製，管子套絲錫焊等工作，皆屬鉗工。

其設備有工作案，桌鉗子，管子壓力，各種板牙，鋼鋸，銼，手鑽，鑿子

手錘等，工匠二人至三人即可。

四、器材工具之準備

(1) 鑿井工具——鑽管數量，應預備夠用，絲扣處詳加檢查，鑽泥沙及鑽石之各種尺寸鑽頭，皆按需用準備，並按標準校對或修理之。打撈用具，如板牙管，錐子管等，須按各應用尺寸準備之。

(2) 使用器具——如木杠，水桶，鐵棍，鐵管，水平器，手錘，扁鏟，螺絲搬，鑿子，鉻鐵，繩，打氣筒，噴燈，鏈鉗子，管鉗子，管夾子，木尺，鑽，鋸，銼，準繩，鐵鍬，鐵鎬，竹筐等，皆鑿井工作使用之器具，應與準備之。

(3) 須用材料——汽油煤油，柴油，機器油，黃油，澀水錫錫，棉絲，沙布，紗紙，機器布，皮帶卡子，皮帶，皮帶油，鐵絲盤根，橡皮墊，紙墊，烟煤等，皆須事先準備之。

(4) 器材室——用以保存機器零件，使用工具，及材料等，須有專人負責看管，工具借用時，用銅牌法或附記法，以重手續而資保管。

第三節 施工

機器之運用——在鑿井開始前，將全部機器分別開動，工人各守本位，細心操縱機器，並將應用工具備好。

須在完全規律之良好條件下開始鑽井，其注意事項，再分別述之。

(1) 柴油機——應按負荷輕重，調整噴油門，進風門，及速度快慢，注意減熱水之循環，及機器油之流通。

(2) 黃土混合器——將黃土及水注入混合器內，使之開動而攪拌至均勻並濃度適宜為止，然後開洩水門使之流入主水坑備用，混合器，並不常用，當視地層之須要而定，如鑿沙地時，則須大量供給黏泥，則混合器須繼續開動，如鑿泥層則不須黏泥，故混合器，可暫停用。

(3) 泥水至——係泥水循環之心臟部分，在鑿井工作開始之際，同時開動，觀察壓力表度數之變化，如鬆鬆地，則壓力數小，如鑿緊密之地層，壓力數稍高，如有不流通之情況，如鑽頭眼，或其他部堵塞時，則壓力表急行升高，但至一定限度，(約一五〇磅)即速開洩水節門，以資洩水而保護送水設備。

於連結鑽管或不進行鑽井時，即停止泥水幫工作，又鑽管上下移動時，應拉動進水橡皮管之滑車，使跟隨上下。

(4) 鑿井主機——一人負責起重部分之起落動作，一人負責鑽管上下之移動，又鑽頭刃直徑，應稍大於實用之井眼，又井眼不得超過鑽管直徑之二倍。

鑽管連於鑽頭之一節管子，應稍粗，為使鑽頭鑽下之方向垂直。

鑽管連於鑿井主機之一節從動管子，與他節鑽管稍異，有帶鍵槽者，有方形者，有圓形者，須隨鑿井主機之構造而定。

二、地面層之鑽擊：

地面層約四十呎，應置導管，導管之用爲保護井口，勿使浮土下沉，並能束導鑽管之垂直工作，導管直徑大於井筒，故開始鑿井時，先置一較大之鑽頭如井眼，⁴導管可⁵。

將機器開動，循環水遂由鑽頭出水孔沖出，操縱鑽管徐徐下落，即開始着地，由旋轉而出一洞即爲井口，繼續旋轉而鑽下即成井洞，循環水由井內排出，而沿水溝流入分解水坑再回主水坑，鑽管下落時，應注意機器是否水平，亦即鑽管是否垂直。

如地面層係沙質，即供以黏性泥水，如係泥土質，最初用清水亦可。

第一節鑽管鑽入，即行再連一節，餘即按次連結，並須準備短節之鑽管相互替補。至導管深度時，即將全部鑽管鑽頭提出，再把備好之導管，用管夾器由鑿井主機起重部拉起，徐徐下入井內，如導管係兩節，可先後下入，在井口連結

之，導管下完後，在導管上端縛以管夾，下置兩橫木以架之，以免導管之沉入井內。

三、泥沙層之鑽鑿：

地殼外皮，多爲泥沙，但厚薄不定，吾人取地下水之對象，即在此層。

泥有軟硬，沙有大小，故使用鑽頭之選擇，當因地而異，俟導管下完後，即換鑿井之正式鑽頭（魚尾式），鑽井愈深，鑽管即相繼加長，鑽頭不利時，即取而換之，惟每次連結鑽管時應注意緊好，勿使有鬆弛處，如鑿沙層地質，即多加濃度之循環泥水，以期將沙層粘糊。

分解水坑及水溝沉淤太厚時，即以鍬清除之，水量不夠時，即加水，濃度不足時，即以黃土混合器補充，直鑽至良水層爲止。鑽井速度，鬆地質，每日可百呎，硬地質，每日只數呎不定。

四、石層之鑽鑿：

鑿井常遇石層，因其堅硬關係，當易以鑽石之鑽頭，如三錐式，四銑刀式者，其使用法，仍係旋轉而徐徐鑽下，石末由循環水沖上。但圓筒式鑽石之鑽頭，用法不同，其法即將筒式鑽頭結於鑽管下端，鑽管最下一短節與鑽頭同粗，一方旋轉一方由旋轉水管之入鐵砂管，注入少許鐵砂，以輔助鑽頭之研磨，至鐵砂之注入，用水壓或手擲皆可，循環之水，勿使壓力過高，應時以洩水門調整之，鑽頭徐徐將石頭磨成柱狀，約三，五呎深時，即停止鑽下，再設法將石柱取出，其法係先從旋轉水管注入小石子，以填塞管鑽與石柱之空間使相固着，然後開車旋轉，石柱因受扭動力而可折斷，鑽管下部一短節，正可容此石柱，並簡管內係斜度形附有滑卡，於提石柱時，足以將石柱卡住而提出井外，石柱卸出後，復將鑽管鑽頭放入井內，繼續工作，可見此法，手續太繁，故進度較慢耳。

凡在上部泥沙下部石層之地帶鑿井，於泥沙層鑽完後，即裝入井簡管，直至石

層，然後再換以鑿石鑽頭工作，作石鑽頭較上部爲小，方可放入，故石層部分井洞較上部爲小，又石層井洞，勿須裝井管，如下部較小之井管安裝，可用燈口法或反扣法下入，其連結處，可以鉛環壓嚴之，如遇石縫以致無法工作時，可注入洋灰，先凝固之，而後再鑽。

凡遇旋轉鑿井法，不適宜之地層，即可隨時替換，而用搗鑿法解決之。

五、水層之研究。

鑿井目的，在求覓得良好之蓄水層，故對水層之採取應加以研究。

(1) 研究之步驟，自鑿井開始，即將井內排出之土質，加以沖洗保存，按照地層之情形，約鑿井進度一呎或五呎，採取土質一次，分別存儲，登記並研究。其採取方法：即以白鐵斗一個，置於井口或分解水坑之水溝附近，井內土質，由水帶出，流入鐵斗一部，鑽管下入一呎，即觀察鐵斗內沉澱質之種類，加以存儲並登記，以備研究，但地質每層厚度在十數呎以上者，

其每呎沉澱質即無何變化，故此情形，五呎一記即可。

惟每次登記，關於井之深度，地質之種類，品質之粗細，及顏色，務期確實而詳細，因水層之研究及井筒之安裝，皆根據此也。

(2) 研究之重點：

a 分別蓄水層與不蓄水層——並通以砂礫為蓄水層，泥石為不蓄水層，必至蓄水層方可研究水層之取捨，有時細沙如泥，粗泥如砂，應詳加分別，勿使混淆。

b 深水層與淺水層——普通以探深水層為原則，因深水層之過濾層厚並距地面遠，故水質潔，並接地下水之主流近，故水源豐，淺水層距地面近，故質較不潔，而源較不豐。

普通地層一百呎以內之水不取，但於特殊環境，如地下石質較厚或急於求水及節省水管等原因，只可利用淺水層供水。

c 厚水層與薄水層——含水地層愈厚，蓄水量愈多，如含水層薄，則水少，故鑿井應採取較厚之水層供水，但有時採用兩層之蓄水層供水，因其水量可多耳。

d 沙水層——此層含水量最豐，沙質愈粗水量愈多，沙色愈淡水質愈潔。

e 泥沙層——係泥沙混合地質，其蓄水量與含沙之成分成正比。

f 礫石層——係含砂礫及大小石子之蓄水層，蓄水量亦大。

六、鑿井工作中注意事項：

(1) 井筒垂直——井筒維持垂直方向，乃切要之務，於開始即應時時以水平器測之而加注意。

導管有約束井筒垂直之作用，故下導管時，即應注意垂直，如果井筒傾斜，雖上部所差無幾，下部相差則遠矣。對於工作及按井管，大有不利。

(2) 井筒注水——於工作時間，有泥水循環，即無注水之須要，但於停工或晚

間不工作時，應於井筒注滿以水，並時添注，借水位之壓力，以維持井筒之堅固，勿使其塌陷爲要。

(3) 停工期間——如連日停工，除注以泥水外，仍須時常提動鑽管，使其上下，以免泥沙握住鑽頭或鑽管。

(4) 勿遺落井內什物——在工作中，勿使工具及機件墮入井內，如有鐵器墜入，卽很難取出，以致妨礙鑽鑿，有時因此卽將井作廢，故在井口工作，應特別細心，在晚間或不工作時間，應將井口蓋好，以免落進什物。

(5) 勿使鑽管斷落——如用較薄鑽管，無使扭力過大，以防折斷，又於連結鑽管時，應夾好緊嚴，勿使鬆動脫落，故工作時應勤於檢查，慎於操作。

七、鑿具之打撈——如不幸鑽管或鑽頭脫落井內，應先探井內之位置與其上端之形狀，法以鐵葉碗，內儲黃臘之類，墜於遺管上部，用力壓之，然後提出，可見臘上印有遺管形狀，故易探知其遺落之位置及形狀，再設法打撈之，

普通用之撈具約分三種：

(1) 扳牙管——管形，內有絲扣，作用如扳牙之套扣，打撈遺管時，將扳牙管連與鑽管下端，放入井內，使卡於遺管外部，則開動鑿井主機旋轉之，扳牙管即可在遺管上套扣，徐徐轉下少許，然後停止機器旋轉，使其徐徐上升，可將遺管提出。

(2) 錐子管——斜梢管形，外有絲扣，作用如錐子之錐絲，將錐子管連於鑽管下端放入井內，使插入遺管內，則轉動鑽管，下部錐子管，可在遺管內錐絲，約錐緊時，即可將遺管提出。

(3) 彈簧管——管內有彈簧條數根，此器亦連於鑽管下端應用，下行時，彈簧管可套於遺管外部，但上提時，因彈簧之張力，可握緊遺管，將其提出。

第四節 安裝井筒及試水

一、安裝之步驟——俟井鑿至良水層，再略下鑿，至硬地層後，即停止鑿井工作

。然後提出所有鑿具，即預備安裝井管。其安裝次序：

(1) 先下短節井筒管。

(2) 再接以濾水管。

(3) 上部完全接井筒管，使下部管直至井底爲止，上部管須高出地面約數呎。

(4) 在井筒管內部再安裝出水管，此管較井筒管短而細。

(5) 最內層安裝進風管，此管較出水管又爲短細。

(6) 井口上部各管之結口，皆置補心以連結之。

(7) 然後將導管提出。

(8) 出水管外結洩水管直至排水坑。

(9) 進風管外接空氣壓縮機之出風管。

(10) 安裝空氣壓縮機。

二、井管之類別：

實用鑿井工程講義

(1) 濾水管——爲井內進水濾水之用，安裝於良好蓄水層內，濾水管式樣甚多，但其目的在求濾水潔而進水暢，今將實用之圓孔鉛絲式述之如下：

a 管體——以普通水管改作即可，週體鑽以圓孔若干，圓孔行列間附置鐵條，外繞鉛絲。

b 圓孔——直徑 $\frac{1}{8}$ "— $\frac{1}{4}$ "，間隔約一吋，以行列式鑽之。

c 鉛絲——直徑約三耗，空間約二三耗，緊密繞於濾水管外週，並間以錫點結之，使勿鬆動。

d 棕皮——繞於濾水管上部，以鉛絲捆之，使之向上，如喇叭口，以便安裝，用以防止上部泥沙之墜下，及惡水層之滲入。

又濾水管年久如因泥沙堵塞而不克進水時，可用鐵刷或其他器具下入井內，以清除之。

(2) 井筒管——底部着於堅地質上，以便牢固，下部結濾水管，井筒管即作井

壁之用。

(3) 出水管——用以出水，其大小長短，視井之出水量及深度而定，如出水量特大時，則不安出水管，即以井筒管代之。

(4) 進風管——其長短，視地下水面之高低而定，其大小，視出水量及壓風機之力量而定，風管下部週圍，鑿以出風眼少許，以輔助出風用。

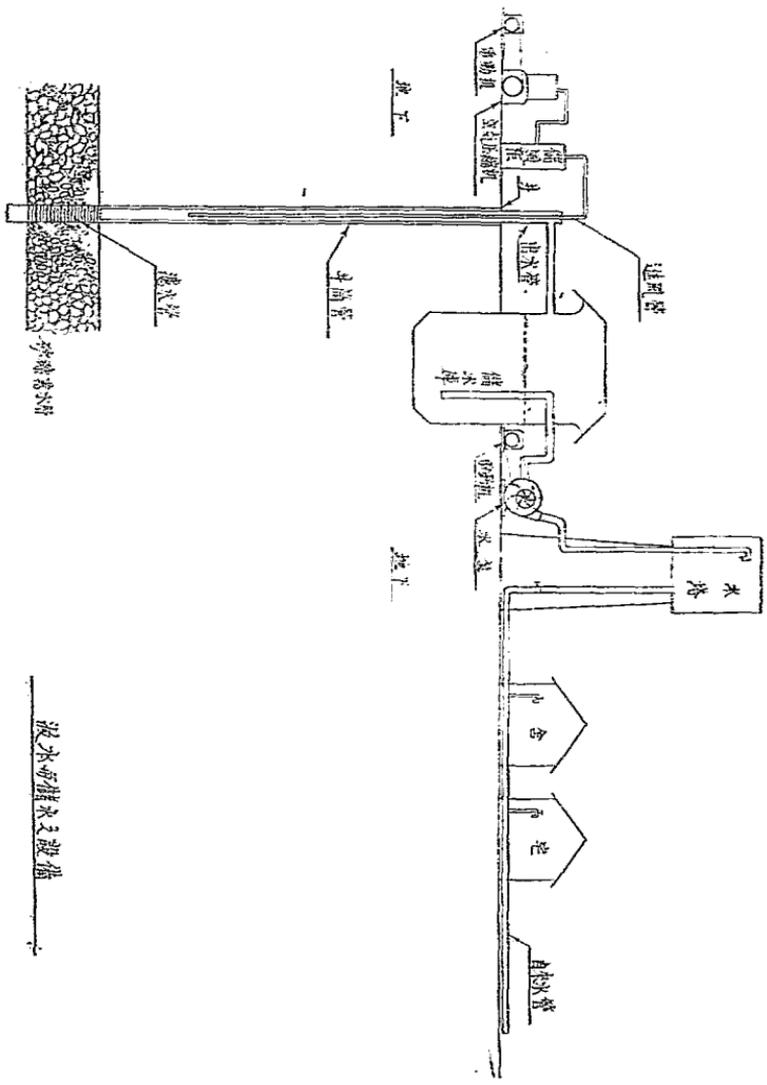
三、試水——即在井管安裝完畢後，開始汲水試驗之謂也，汲水機器及方法種多，但最完善而實用者，當推壓氣汲水之法，今就此法以說明之，空氣壓縮機將風由進風管，壓入井內，氣泡在井內上沖，即把井水由出水管湧出，遂達到汲水之目的，風繼續打入水淵淵而出，流至排水坑內。最初所出之水，既混而帶細沙，約試水數日後，可期澄清，即細沙及泥皆已排出井外，濾水管外圍，除有較大之砂礫。具天然濾水之功效，週圍空間已成洞狀，形成一井底蓄水池，作為井底儲水用，其容量愈大，對汲水之供給量愈佳。

地下水面，距地面愈遠，亦即水面愈深，其所用之汲水力量則愈大，因其所作之功較大也，如欲汲水力大，即加大空氣壓縮機之馬力數。出水量應維持永遠滾滾外流爲合宜，如出水不湧，可增風力以調整之，其出水量數，可以每分鐘加命數或每晝夜加命數計算之。

出水量試驗法，用直角器法最爲應用，其法即以白鐵板製一直角形，下墊木架，以洩水管位其上，使水在直角內流下，俟其流狀均勻時，卽量其深度，以時計，再查附表，卽可知每分鐘出水量之加命數值。一俟試水至澄清程度，卽將洩水管引至儲水庫，正式汲水，以供應用。

附表：直角器試水量表。

附圖：汲水與儲水之設備圖。



供水設備及抽水機

直角器試水量表 (立方呎/分鐘 加命 分鐘)

h	0		1/16		1/8		3/16		1/4		5/16		3/8		7/16		1/2		9/16		5/8		11/16		3/4		13/16		7/8		15/16		h
	In	SC. FUSG	C. FUSG	In	S																												
1.	.300	2.24	.339	2.54	.403	3.01	.461	3.45	.522	3.91	.591	4.41	.665	4.97	.742	5.54	.827	6.19	.916	6.85	1.017	7.56	1.118	8.20	1.228	8.83	1.339	9.95	1.441	10.8	1.57	11.7	1.
2.	1.70	12.7	1.83	13.7	1.97	14.7	2.12	15.9	2.28	16.1	2.42	18.0	2.61	19.5	2.78	20.8	2.96	22.1	3.15	23.6	3.35	25.1	3.55	26.6	3.76	28.1	3.98	29.8	4.21	31.5	4.44	33.2	2.
3.	4.68	35.0	4.92	36.8	5.18	38.7	5.44	40.7	5.71	42.7	5.99	44.8	6.28	47.0	6.57	49.1	6.88	51.5	7.19	53.8	7.51	56.2	7.83	58.6	8.17	61.1	8.51	63.7	8.87	66.2	9.23	69.0	3.
4.	9.60	71.8	9.98	74.7	10.47	77.8	10.88	80.8	11.28	83.8	11.68	86.0	12.08	89.8	12.49	92.8	12.90	96.5	13.30	99.5	13.8	103	14.3	107	14.8	111	15.2	114	15.7	118	16.3	122	4.
5.	16.8	126	17.3	129	17.8	133	18.4	138	18.9	142	19.5	147	20.1	150	20.7	155	21.3	159	21.9	164	22.5	168	23.1	173	23.8	178	24.4	183	25.1	188	258	193	5.
6.	26.5	198	27.2	203	27.9	209	28.6	214	29.3	219	30.0	224	30.8	230	31.5	236	32.3	242	33.1	248	33.9	254	34.7	260	35.5	266	36.3	271	37.2	278	38.0	284	6.
7.	38.9	291	39.8	298	40.7	304	41.6	311	42.5	317	43.4	325	44.3	332	45.3	339	46.2	346	47.2	353	48.2	361	49.2	368	50.2	376	51.2	384	52.5	391	53.3	399	7.
8.	54.3	406	55.4	414	56.5	423	57.5	430	58.7	439	59.8	449	60.9	456	62.0	464	63.2	474	64.4	482	65.6	491	66.8	500	68.0	509	69.2	518	70.4	527	71.6	536	8.
9.	72.9	545	74.2	555	75.5	565	76.8	574	78.1	584	79.4	594	80.7	604	82.1	614	83.5	625	84.8	634	86.2	645	87.6	655	89.0	666	90.5	677	91.9	687	93.4	699	9.
10	94.9	710	96.4	720	97.9	732	99.4	743	101	755	102	763	104	780	106	793	107	800	109	815	110	823	112	838	114	853	115	860	117	875	118	890	10
11	120	898	122	913	124	928	126	943	127	950	129	965	131	980	133	995	135	1010	136	1017	138	1032	140	1047	142	1062	144	1077	146	1092	148	1107	11
12	150	1122	152	1137	154	1152	156	1167	158	1182	160	1197	162	1212	164	1227	166	1242	168	1257	170	1272	172	1287	174	1302	175	1317	178	1332	181	1354	12
13	183	1369	185	1384	187	1399	189	1414	192	1436	194	1451	196	1466	199	1489	201	1504	203	1518	208	1541	208	1556	210	1571	213	1593	215	1609	218	1631	13
14	220	1645	222	1661	225	1683	227	1698	230	1720	233	1743	235	1758	238	1780	240	1795	243	1818	245	1834	248	1855	251	1878	253	1893	256	1915	259	1937	14
15	261	1952	264	1975	267	1997	270	2020	273	2044	275	2059	278	2079	281	2102	284	2124	287	2147	290	2169	292	2184	295	2207	297	2222	301	2252	304	2274	15

第五節 汲水與儲水

凡鑿井成功後，必須有汲水與儲水之設備，方可供應用，汲水者，由井取水以達於地面，儲水者，作庫存水，以便升高致遠，而作供水之用。

一、汲水：

(1) 普通唧水筒——乃以人力唧水之機械，即普通圓筒淺井上面安置之抽水機，起水高度只可二十五呎，其式樣概分兩種：

a 壓唧筒——即於機之下部有進水瓣，機之洩水部有出水瓣，機之內部有活塞上接壓柄，如壓柄上提時，進水瓣開，水入機內，活塞下壓時，進水瓣閉，出水瓣開，水即洩出。

b 提唧筒——一瓣在活塞上，一瓣仍在機下部司進水，活塞上提時，進水瓣開，水入機筒內，活塞下壓，進水瓣閉，活塞瓣開，水湧至活塞上，活塞上提，遂將井水提上，而由洩水門排出。

(2) 長提柱式唧水筒——自深井取水者，如需水不大，或井筒過細，可採用之，此種唧水筒下附出水管一個，長短視井之深淺而定，管底有進水瓣，管內有提柱，柱底有活塞瓣，其作用與提唧筒大致相同，惟可利用機器操縱之。

(3) 離心式唧水筒 (Centrifugal Pump)——宜於較淺之井，其主要部分爲水渦輪，用時先注滿以水，然後轉動之，翼內之水，卽向外飛散，筒內無水無氣，遂因真空關係，將水吸上，亦卽外面之水，因受大氣壓力，而入吸水管中，此機吸水高度，只能十五呎許，可用各種發動機帶動之。

(4) 推進式唧水筒 (Impeller Pump)——法以一立柱，置於井中，下沒於水，上出井面，柱之週體，繞以若干之螺旋輪，柱之上端，有輪連接發動機，機輪轉，則柱轉，井內之水，因被螺旋輪推進，而湧出於地面上。

此機之活動機件，均在井內，故對檢查修理甚感不便。

(5) 壓氣汲水法——使用空氣壓縮機以壓氣，井內置進風管與出水管，風由進風管打入，直至管底與水混合。

井水之體質因而變輕，遂由出水管上升，風源源而入，則氣泡愈多，泡在管底較小，愈上愈大，遂由個個氣泡將井水排出井外。此法之出水量較他法為多，故深井多採用之。

二、儲水設備：

(1) 儲水庫——水由井內汲上，先流入儲水庫存儲，以便應用，如擬升高致遠，可再設水塔。

儲水庫係砌洋灰池於地下，上部築以圓牆，並築頂以蓋之，以保護水之清潔。

(2) 水塔：一般儲水，多設水塔，因其可提高水位，用以送水至較高較遠之處，頗顯便利。井水係先至儲水庫，再由水泵壓上水塔，以儲備用。水塔約

分兩部，即水櫃與塔身。

a 水櫃——置於塔上，圓形，存水用，有木製者，鐵板製者及洋灰製者。

木製者——以木板作成，以鐵箍束之，櫃底多平，易裂而價廉，且能耐寒。

鐵板製者——櫃成筒狀，底橢圓形，櫃壁以鐵板製成，今多用之。

洋灰製者——洋灰水塔，即多以洋灰作水櫃，惟洋灰之成分，須細緻，以期其堅固而不滲漏。

塔身——塔身為架水櫃而用，當以愈高愈善，有以磚石築者，有以洋灰築者，有以鐵架搭着，務以堅固耐用為原則，至寒冬時期，應設法保護上下水管及水櫃，以防存水冰凍。

(3) 儲水罐——水罐以鋼板製，圓形，大如水塔之水櫃，但置於地面上，用水泵將水壓入，於壓入水時，水罐無使有透氣處，罐內原有空氣即壓在罐內

，俟送水時，借水罐內部之壓力，向外流出，並可至較高較遠處所，一俟內部壓力不足用時，再行壓水，因此法儲水，勿建水塔之煩，故今頗多用之。

(4) 蓄水池——灌溉用水，多建蓄水池，以備不時之需，蓄水池樣式簡單，無異池塘，水由井汲出後，即可疏導，至蓄水池，勿須再借水泵之力。

(5) 濾水——良好井泉，水多純潔，勿須濾水設備，然於山岩鑿井或利用淺井水時，濾水設備，即甚重要。

普通濾水之法，係使水從砂層中濾過，可將砂層置於儲水櫃內應用之。

水自砂層濾過後，懸浮質與膠質即被除去，微菌含量亦大減少，故為濾水之良法。

又水經儲水庫時，可有沉澱作用，如水太混，可利用化學沉澱法，如置入明礬等藥料，以淨化之。

實用鑿井工程講義

一一四

中華民國卅二年九月廿七日
贈



