

鑽探初級教程

中央人民政府地質部

PDG

鑽探初級教程

一九五三年四月

中央人民政府地質部

鑽探初級教程

目 錄

第一章	鑽探緒論	1
第二章	鑽深塔	7
§ 1.	鑽塔概論	7
§ 2.	按裝鑽塔的準備工作	18
§ 3.	鑽機及附屬設備的按裝工作	19
§ 4.	堅立鑽塔的方法	25
§ 5.	按裝隊	28
第三章	鑽探機	30
§ 1.	鑽探機概說	30
§ 2.	КА-2М-300 型鑽探機	32
§ 3.	КАМ-500 型鑽探機	39
§ 4.	ЗИБ-150 型鑽探機	55
§ 5.	Б-3 型鑽探機	71
第四章	水泵	89
§ 1.	概說	89
§ 2.	200/40 水泵	90
§ 3.	109/30 水泵	98
§ 4.	水泵的規格	104
第五章	內燃機	105
§ 1.	引言	105
§ 2.	А-22 內燃機	106

§ 3. 2M4-10.5/13 型狄塞爾柴油機.....	122
第六章 鑽頭及切削工具.....	134
§ 1. 鑽頭.....	134
§ 2. 切削工具.....	138
第七章 沖洗液.....	143
§ 1. 洗井的目的及方法.....	143
§ 2. 泥漿.....	146
第八章 鑽粒鑽進.....	158
§ 1. 鑽粒鑽進的原理.....	158
§ 2. 鑽粒鑽進的效能.....	159
§ 3. 鑽粒鑽進所用的工具.....	160
§ 4. 鑽粒供給方法及其工具.....	162
§ 5. 鑽粒的消耗量.....	164
§ 6. 鑽粒鑽進的操作規程及注意事項.....	164
§ 7. 鑽粒鑽進合理之工作制度.....	166
第九章 硬質合金鑽頭鑽進.....	169
§ 1. 硬質合金鑽頭.....	169
§ 2. 硬質合金鑽頭鑽進的操作規程.....	173
第十章 鑽桿及其附屬工具.....	177
§ 1. 鑽桿.....	177
§ 2. 附屬工具.....	183
第十一章 套管與岩心管.....	190
§ 1. 套管.....	190
§ 2. 岩心管.....	192
§ 3. 取粉管.....	193

第十二章 一般工具及打撈工具	195
§ 1. 一般工具	195
§ 2. 打撈工具	198
第十三章 預防及排除事故	204
§ 1. 概說	204
§ 2. 普通事的預防方法	204
§ 3. 排除事故的方法	207
第十四章 提取岩心	215
§ 1. 一般地層岩心提取法	215
§ 2. 鬆軟岩層岩心提取法	216
§ 3. 改變鑽井方向	223
第十五章 保安工作	225
附錄 中國古代鑽探事業的偉大創造	228

第一章 鑽探緒論

解放後已經站了起來的人民中國，在經濟上已經脫離了過去半殖民地依賴帝國主義的情況。爲了很好的使國家經濟繁榮，首先必定要發展重工業。建立重工業必須先行了解地下資源，以便作出精確有效的開採計劃，再作出其他有關經濟建設的計劃。這些計劃必須全面仔細核算。因此，地質勘探工作可說是工業化的先決條件。但只靠簡單地面的勘探工作是不夠的，必須進行精確深入的勘探，這樣我們才能得到精密的設計基礎，鑽探就是一種深入的、精確的勘探方法，是利用機械力量向地下鑽進深孔，取出岩心，然後分析研究，以便了解地下情況，計算礦量。這是一種設備複雜、費用很大、但能很好的進一步了解地質情況的方法。

世界上最先用機械鑽井的是我國。早在紀元 1700 年以前，我國的勞動人民就已經使用了機械鑽井的方法，曾用竹弓法打了一個深度超過 500 公尺的鹽井來生產鹵水，至今四川等地仍用此法打鹽井和火井。但這種古老的方法不能滿足我們目前的需要。現在世界上鑽探事業最發達的國家是蘇聯，這是由於蘇聯實現了社會主義的計劃經濟。我國在新的經濟制度下進行大規模的經濟建設，應該學習蘇聯的先進經驗，大規模的運用鑽探方法，精密的了解地下資源作爲工業化經濟計劃的基礎。又由於我國過去處於半殖民地地位，鑽探事業沒有基礎，因此必須加緊學習，始能迅速完成工業化先鋒的任務。

1. 鑽探的一般應用

依目的不同，概括分爲下列三種：

(1) 勘察工作——勘察有效礦床，如煤、鐵、有色金屬、石油、天然氣、水等在地下分佈情況。此外在建造大型建築之前，須先鑽探了解地盤耐壓程度，再決定施工。

(2) 探掘工作——探掘氣體及液體的有效礦床（石油、天然氣、水等）。

(3) 技術工作——鑽開鑽孔，以便進行爆破、敷設電線、通風、排水、消滅煤礦中不慎發生之火災、向岩石內注入泥漿或瀝青以便凍結岩石等技術工作。

2. 鑽井

直徑較小而有相當深度的圓柱形礦井，謂之鑽井，鑽井開始部分謂之井口，底部稱井底，四週爲井壁，井口與井底間的距離，謂之井深。鑽井的直徑和方向主要是根據鑽探的目的、地質條件及鑽進地點等等具體情況來決定的，可由 36 公厘至 5000 公厘，一般爲 36 公厘至 245 公厘，這要隨井的深度與地質情況來決定。大體來講，在淺井時用較小的直徑，深井時用較大的直徑。同時爲了更經濟、更有效的達到我們鑽井的目的，必需考慮鑽井的方向，即以各種不同的角度，取得最短距離，達到要求的目的。一般有平井、斜井、豎井之別。鑽進方向爲水平時稱爲平井，垂直鑽進時稱爲豎井，非水平又非垂直的鑽進時稱爲斜井。井的探度在地質勘探中，一般由數十公尺到 1200 公尺，油井深者可達三四千公尺。

3. 鑽深過程中的三個基本程序

(1) 剋取井底岩石——利用機械的磨擦力量，使小部份岩石離開整體岩石的現象，稱為剋取井底岩石。這種剋取岩石的力量，可分為粉碎與離裂兩種。

i 岩石的粉碎——用鑽頭在井底進行衝擊，或用帶有切削具的鑽頭在井底研磨，可使岩石粉碎，如十字鑽頭、齒輪鑽頭、魚尾鑽頭等。

ii. 岩石的離裂——利用各種環狀鑽頭的迴轉作用剋取岩石，如硬質合金鑽頭、鑽粒鑽頭、肋骨鑽頭等。

(2) 將剋取下來的岩石撈出——由於粉碎及離裂作用，使井底岩石成為粉末或柱狀岩心，而用水或泥漿將岩粉帶出井外或用機械的力量將柱狀岩心取出於地面，以便進行研究。

(3) 保全井壁——為了使鑽進工作的順利，必須保全井壁，一般是下套管來防止井壁的坍塌，或使用泥漿，亦可保護井壁，以免鬆軟的地層掉塊，而發生井內卡鑽故障。利用泥漿沖洗是經濟簡便的方法，並且對提高鑽進效率上亦有極大幫助，須廣泛使用。

4. 鑽探與岩石物理性之關係

鑽探與岩石物理性有很密切的關係，岩石的剋取是由於粉碎及離裂兩種作用促成的。其所以能夠產生這兩種作用，是因為軸心壓力大於岩石的抗壓力，及鑽具的迴轉力大於岩石的摩擦阻力，所以對於岩石的物理性須加以研究。

岩石的種類很多，堅硬的岩石則不易鑽進，軟的岩石則比較容

易鑽進。在蘇聯依據岩石的硬度不同，分為十級（1949年標準）。蘇聯一般習慣是將土壤、石礫等，亦包括在岩石之內，故總的方面可分為下面三類：

（1）鬆散的——此類岩石各顆粒間無膠結性，如砂、礫、圓卵石等。

（2）粘着性的——此類岩石各顆粒間，有膠結性，並根據其濕度（所含之水分）而變化，是屬於易鑽岩石之類，如粘土等。

（3）岩石性的——此種岩石各顆粒間有很大的膠結性，分子間有密切的連繫，故須用硬質合金鑽頭或鑽粒鑽頭鑽進。

岩石的主要物理性如下：

（1）密度——每單位體積岩石所含之質量（物質之量）稱為該岩石之密度。密度單位，以公斤/立方公尺，或克/立方公分表示。

$$\text{密度} = \frac{\text{質量}}{\text{體積}}$$

（2）硬度——岩石的抗壓程度，稱為該岩石的硬度。蘇聯1949年標準分為十級。

（3）摩擦性——構造均勻光滑的岩石，摩擦性小，如滑石、片岩；粗糙的岩石，摩擦性大，如砂岩。

（4）孔隙度——單位岩石中組成顆粒間間隙的多少，稱為該種岩石的孔隙度。間隙多則孔隙度大，間隙少則孔隙度小。

（5）可塑性——外力作用於岩石，當所加外力大於岩石的抗壓力時仍不破碎，只變形狀，當所施外力取消後，亦不能恢復其原來形狀者，則謂該岩石具有可塑性，如含有相當水份之粘土。

(6)彈性——當岩石受到外力時，即隨力的大小而呈不同程度的變形，當外力取消後，仍可恢復原形，此種現象，稱為彈性。例如橡皮、鋼絲的彈性大，岩石的彈性小。

(7)鬆軟性——顆粒與顆粒間的聯繫弱者，稱為該岩石有鬆散性。

岩石的抗壓力，依岩石的種類及其性質而有不同。今列舉下面數種岩石之抗壓力以作參考：

- (1)堅硬的石英岩……………3000公斤/公分²
- (2)細粒花崗岩……………2000—2400公斤/公分²
- (3)玄武岩、角閃岩及斑岩……………2000公斤/公分²
- (4)石英岩、砂岩及粗粒花崗岩……………1600公斤/公分²
- (5)大理石、白云岩、菱鎂礦……………1000公斤/公分²
- (5)砂頁岩、層狀砂岩……………600公斤/公分²
- (7)堅硬的頁岩……………400公斤/公分²
- (8)煤……………200公斤/公分²

5. 岩心鑽進

岩心鑽探法是鑽探中最重要的、使用最廣泛的一種方法，不論在地質情況的了解上，工程地質的研究上，以及有效礦床的勘測上，都以取出的岩心作為研究或計劃開採的可靠資料，為了得到更有效的計劃開採資料，在有效礦層中鑽進時，採取岩心直徑不得小於75公厘，岩心採取率不得小於60%，必要時岩心採取率尚須提高到百分之百。所以對這種鑽進方法的原理與計算，應有清晰的了

解。茲先簡述於下：

(1) 岩心鑽進方法——用環狀鑽頭鑽磨井底岩石，由於離裂的作用，可使井底岩石成環狀的磨損，而留下圓柱狀的岩石，是為岩心。岩心鑽進所用的鑽頭，有硬質合金鑽頭、鑽粒鑽頭、肋骨鑽頭等。

(2) 岩心鑽進原理：

i 硬質合金或肋骨鑽頭的鑽進原理——鑽進的原理是利用兩種力量來剋取岩石：(一)鑽具本身的重量，再加上外給的壓力，使其合力大於井底岩石的抗壓力；(二)切削具的迴轉力量，大於井底岩石的摩擦力。

ii 鑽粒鑽進的原理——向井底投以較岩石為硬的鑽粒，再加軸心壓力，鑽粒便因軸心壓力而有部份的破碎，當鑽頭迴轉時，則破碎的和未破碎的鑽粒均可產生剋取岩石的作用。

第二章 鑽探塔

§1 鑽塔概論

在進行鑽探工作時，須經常檢查鑽具及提取岩心，當井內發生故障時，亦須提上鑽具，即使正常鑽進工作中，也因井內之情況變化，必須時常上下鑽具。爲了完成這些工作，就需要一個能將鑽具提出井外或下降到井中的設備，這個設備就是鑽探塔，簡稱鑽塔（小規模的稱爲鑽架）。

1. 鑽探塔的組成：

鑽探塔一般由以下各件組成。

(1) 塔腿 爲鑽塔的支柱，亦即鑽塔的骨架，有三腿的，也有四腿的。前者組成三角錐形鑽塔，後者組成四角鑽塔。

(2) 天樑 有正副兩部構成井字形，天車接置在樑上邊。

(3) 地樑 裝置在地枕上，可承受鑽塔的全部重量。

(4) 直拉手及斜拉手 聯接相隣二塔腿，可防止鑽塔的扭轉。

(5) 台板 由木板作成，按裝在鑽塔腰部，根據工作情況可分二層、三層乃至四層，爲便於工作人員在上面工作用。

(6) 梯子 根據台板的層數分段設置，以便工作人員上下鑽塔之用。

2. 鑽塔的用途：

(1) 提昇鑽具或下降鑽具。

(2) 放置鑽探用的附屬設備。

(3) 防止大自然對工作人員及機械的侵害。

3. 鑽塔的分類：

(1) 按所用材料分類——鐵製鑽塔及木製鑽塔。

鑽塔所用的材料有鐵質的及木質的兩種。用鐵管、角鐵、或槽鐵等材料製成的叫做鐵質鑽塔。用杉木松木等材料製成的叫木質鑽塔。不論鑽塔所用的器材如何，其構造形式則完全相同。

(2) 按移動方式的分類——有固定式鑽塔及移動式鑽塔。

以迴轉式鑽機鑽深井時所用的鑽塔比較高大笨重，在按裝及拆卸方面很費時間，但在工作中不常移動或很少移動，所以我們稱此種鑽塔為固定式鑽塔。在進行密集鑽探或淺尺鑽探時，為了便於經常移動，則用一種比較低、不太笨重、並且按裝拆卸都很簡便的鑽塔，稱為移動式鑽塔。固定式鑽塔多為三腿或四腿的，而移動式鑽塔則多為三腿的，也有用兩腿的，但很少用。

(3) 按構造不同的分類——有桅桿式鑽架、兩腿鑽架、三腿鑽架、四腿鑽架。

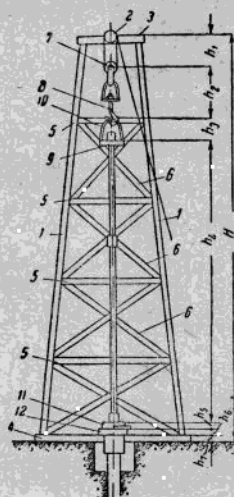
桅桿式鑽架專用於衝擊鑽探，兩腿及輕便鑽架專用於密集及淺尺鑽探，三腿鑽塔一般用於鑽 300 公尺以下的鑽井，四腿鑽塔多用於鑽 300 公尺以上的深鑽井。

總括來說，鑽塔的形式及其所用塔材的堅固程度，隨鑽探的深淺程度而有不同。當鑽深井時，因為使用鑽具很多，鑽桿連接很長，為了提昇鑽具的簡化，須用高大的鑽塔；但在淺尺鑽探中，因鑽井不深，鑽桿可拆成較小立根，且工程期間亦短，故無須高大的鑽塔，以免浪費。

4. 鑽塔的構造形式。

前面說過構成鑽塔的主要部分是天樑、地樑、塔腳等，但當設計鑽塔的高度時，首先應注意塔上附屬零件的相對位置，如第

1 圖。



- 1. 塔 腿
- 2. 天 車
- 3. 天 樑
- 4. 地 樑
- 5. 直 拉 手
- 6. 斜 拉 手
- 7. 遊 動 滑 車
- 8. 掛 鈎
- 9. 提 引 器
- 10. 提 引 樑
- 11. 夾 持 器
- 12. 井 口 蓋
- 13. 台 板

第 1 圖

圖示說明：

- h_1 ——天車軸心至遊動滑車軸心之最大距離一般為2—5公尺
- h_2 ——遊動滑車軸心至掛鈎的長度
- h_3 ——提引器的長度
- h_4 ——每一立根的長度（鑽桿接頭在內）
- h_5 ——鑽桿夾持器的高度
- h_6 ——井口蓋的高度
- h_7 ——突出地面套管的高度
- H ——鑽塔的總高度

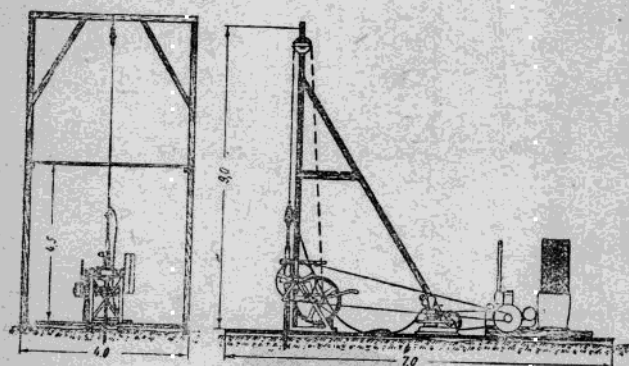
根據上述的條件鑽塔的總高度是

$$H = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5 + h_6 + h_7 = 1.3 \sim 1.4 \text{ 立根}$$

〔註〕製造鑽塔時必須注意下列規定：

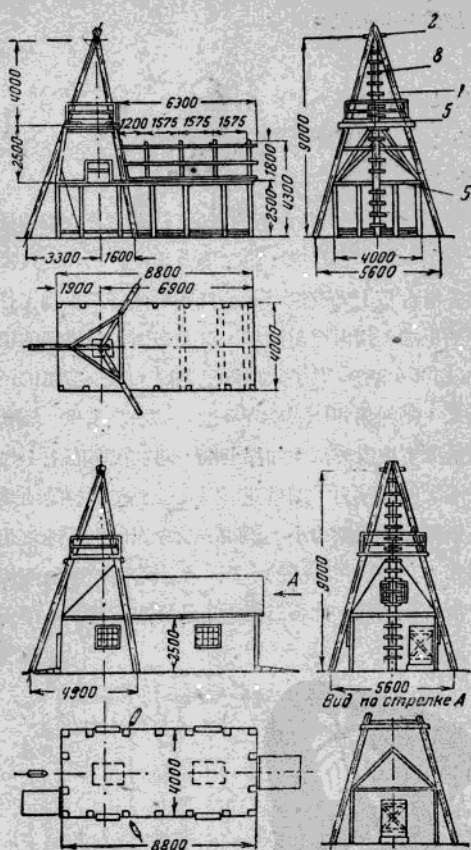
- (1) h_1 的高度不得小於粗徑鑽具的長度。
- (2) 提引器的大小應由鑽探的方法來決定。
- (3) 地樑的規格須保證鑽塔穩固不倒。
- (4) 天樑須適於天車的規格，保證天車順利工作。
- (5) 鑽塔的高度在岩心鑽進中一般為 9—22 公尺。

5. 各型鑽探塔：



第2圖 兩腿鑽架

(1) 兩腿鑽架——此塔比較輕便，用於鑽探 100—120 公尺的淺井，兩腿鑽架的構造（如圖 2 所示），係由帶橫樑的雙腳組成，腳的上端連接在掛滑輪的小樑上，並有兩個斜拉手。此架所用的立根長度一般為 6—7.5 公尺，故鑽架的高度普通為 9 公尺。豎立此架的辦法是將兩腳放置在地樑上，用升降機拉起，天車小樑及架角腿的



第 3 圖

中心到前腿的基台為 3.3 公尺。

② 由鑽井的中心到兩後腿的基台點各為 1.6 公尺。

用 18—20 公分之圓木製成。鑽斜井時，此架的傾斜角度應與鑽井的傾斜度一致，不能稍有偏差。

(2) 三腿鑽架——此鑽架用於 150—200 公尺的鑽井，其基本規格如第 3 圖所示。

i. 高度：此種鑽架所用立根的長度為 6—7.5 公尺，故此架的高度普通為 9 公尺。

ii. 各點之距離：

① 由鑽井的

③兩後腿的距離為 5.6 公尺。

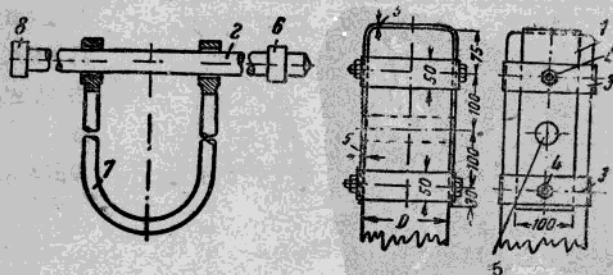
iii. 場房規格

①長——8.8公尺

②寬——4.0公尺

③高——2.5公尺

三腿鑽架普通有兩層台板，各台板的高度，決定於立根的長度。一般第一層台板在 2.5—3 公尺處，第二層台板在 5—6.2 公尺處（由地面算起）。在各層台板上均設置 0.8 公尺高的欄杆以保護工作人員的安全。架腿的上端，用大穿釘連結。為求堅固，在塔腿的頂端用鐵板夾子包住（如第 4 圖）。梯子放在兩腿之間，每一階梯的距離為 0.33—0.5 公尺，階梯用 $30 \times 40 \times 300$ 公厘的木板製成。鑽架的腿根據地面負荷量決定按置方法：如係土壤，則放在底座上；如係堅硬的岩石，能承受較大壓力，則塔腿可以直接放在平好的地基上。如為鬆砂土，則因其承受壓力小，塔腿須放在底座上。地板用 50 公厘厚的木板製成，在冬季用合縫的木板。在鑽塔的周圍加圍板壁，其高度與第一層台板相同。此種三腿鑽塔最好用直徑 50—75 公厘的鐵管製成。



第 4 圖