

钻井工人中级读本

上册

玉門石油工人技术学校 合編
独山子石油工人技术学校

石油工业出版社

FDG

前 言

在党的“鼓足干劲，力争上游，多快好省地建设社会主义”的总路线光辉照耀下，在社会主义建设事业飞跃发展的形势下，迅速为祖国培养更多的具有社会主义觉悟的、全心全意为人民服务的、既有实际操作技能又有技术理论知识、熟练的石油工业技术工人，不仅是当前迫切需要的，也是保证我国石油工业不断大跃进的重要条件。

为了适应石油工业不断跃进的需要，为了进一步贯彻党的教育方针，在1958年，我校对现有的教学大纲进行了修订。这本教材就是根据新订的三年制工艺学校教学大纲编写的，其目的在于配合生产劳动向学生（也适应现场培训工人）讲解钻井设备的一般构造及工作原理，钻井工作技术操作过程的科学原理，使学生具备一定的专业理论知识，达到技术标准的要求，并为今后在专业方面进修创造良好的条件。

本教材由玉门石油技术学校和独山子石油技术学校教师共同编写。编写时以两校历年来的讲义及教案为蓝本，参考了有关的书籍，现场的工人教材及一些有关生产工作的总结材料。全书共分三册，上册包括：钻井基本知识，地质基本知识，钻井设备；中册包括：钻具，泥浆、开钻前准备工作，钻井操作技术；下册包括：涡轮钻井、定向钻井、固井、油井完成、钻井事故等。

由于编者水平有限，且是初次尝试，加以时间仓促，缺点和错误在所难免，因此暂定为初稿，供教课中试用，并希望读者提出宝贵意见，以便再版时改正。

玉 門 石油工人技术学校
独山子

1959年

目 录

前言

序言	1
----------	---

第一章 鑽井基本知識	3
------------------	---

第一节 鑽井的用途	3
-----------------	---

第二节 井的分类	3
----------------	---

第三节 鑽井的方法	5
-----------------	---

一、冲击鑽井法	5
---------------	---

二、旋轉鑽井法	6
---------------	---

1. 轉盤鑽井法	6
----------------	---

2. 井底动力旋轉鑽井法	9
--------------------	---

三、其它新鑽井方法	9
-----------------	---

第二章 石油地質的基本知識	11
---------------------	----

第一节 岩石	11
--------------	----

一、岩石的分类	11
---------------	----

1. 火成岩	11
--------------	----

2. 沉积岩	12
--------------	----

3. 变質岩	13
--------------	----

二、岩石硬度	14
--------------	----

三、地質剖面圖中表示各种岩石的圖例	14
-------------------------	----

第二节 地壳的構造	20
-----------------	----

第三节 地壳的历史	21
-----------------	----

第四节 石油和天然气	23
------------------	----

第五节 石油和天然气矿藏的形 成	23
------------------------	----

第六节 油田的普查与勘探	26
--------------------	----

第七节 鑽井中的地質录井 工作	28
-----------------------	----

第八节 我國的油、气田概况	30
---------------------	----

一、酒泉盆地	32
二、准噶尔盆地	34
三、柴达木盆地	35
四、四川盆地	36
第三章 鑽井設備基本知識	39
第一节 概 說	39
第二节 鑽机的分类	39
第三节 絞 車	41
第四节 吊升系統	42
一、天 車	44
二、游动滑車	44
三、大 鈎	45
第五节 水龙头	46
第六节 轉 盤	47
第七节 泥漿泵	47
第四章 BY-40 型鑽机	50
第一节 傳动裝置	51
一、主离合器傳动軸和帶泵傳动軸	51
二、变 速 箱	54
三、万向 軸	56
四、摩擦离合器	56
五、保养規程	58
六、离合器在使用时可能發生的故障及原因和消除方法	60
第二节 絞 車	61
一、構 造	61
二、保养規程	66
第三节 吊升系統	68
一、天 車	68
二、游动滑車	69
三、大 鈎	70
四、水龙头	72

第四节 轉盤	74
第五节 操縱裝置	77
第六节 泥漿循环設備	82
一、HF-150 型泥漿泵	82
二、泥漿循环管綫	85
第七节 R-1200 型鑽机	86
一、动力机	87
二、減速箱技术規格	90
三、泥漿泵技术規格	91
第五章 Y2-4-5A 型鑽机	93
第一节 傳动裝置	93
第二节 Y2-4-5 型絞車	98
一、Y2-4-5 型絞車的構造	98
1. 傳动軸	98
2. 猫头軸	101
3. 滾筒軸	101
二、絞車傳动系統	108
三、剎車裝置	110
四、使用 Y2-4-5 型絞車时应遵守的規程	113
五、絞車的附屬設備	115
1. 司鑽控制油門裝置	115
2. API-1 型自动猫头	116
3. $\phi 1000$ 水利車	119
第三节 吊升裝置	123
一、Y3-130-2 型天車	123
二、Y4-130-3 型游动滑車	126
三、Y5-130-2 型大鈎	128
第四节 Y6-130-1 型水龙头	131
第五节 Y7-520-2 型轉盤	135
第六节 气控制設備	140
一、气控制离合器系統	142

1. 气离合器	142
2. 逆轉双向和單向气开关	143
3. 風葫蘆	151
4. 快速放气凡尔	153
二、气刹系統	155
1. 概說	155
2. 司鑽凡尔	155
3. 司鑽刹把	159
4. 刹車气缸	160
5. 刹車系統的調整	161
三、防碰天車裝置	162
四、压風机自动控制系統	164
1. 压風机	164
2. 压風机自动控制設備	167
五、压缩空气儲运系統	173
1. 概述	173
2. 气管綫	174
3. 气管綫附屬設備	175
第七节 泥漿循环設備	179
一、Y8-3 型泥漿泵	179
1. Y8-3 型泥漿泵的構造	179
2. 保养規程	185
3. 使用时可能發生的故障及其消除方法	189
二、泥漿循环管綫	191
三、泥漿淨化設備	194
第六章 Y2-4-3 型、Y2-4-5 型和 R-3200 型鑽机	194
第一节 Y2-4-3 型鑽机	194
第二节 Y2-4-5 型鑽机	201
第三节 R-3200 型鑽机	207
第七章 輕便鑽机	211
第一节 概述	211

第二节 KAM-500 型鑽机	214
第三节 B-3-1200 型鑽机	216
第八章 鑽井动力設備	218
第一节 概 述	218
一、蒸汽机	218
二、电动机	219
三、内燃机	219
1. 內燃机的分类	219
2. 柴油机和汽油机	219
3. 柴油机的工作原理	220
第二节 B2-300 型柴油机	223
一、曲軸箱、缸体、活塞、連杆、曲 軸	223
二、傳动机 構	228
三、气体分配机 構	231
四、燃料系 統	232
五、潤滑系 統	236
六、冷却系 統	240
七、調速裝 置	241
八、起動設 备	242
第三节 B2-300 型柴油机的操作規程	243

序 言

石油及天然氣在國民經濟中起着巨大的作用，現在幾乎沒有一個工業部門不需要石油或石油產品。如果沒有汽油和柴油，那麼內燃機就無法轉動；如果沒有潤滑油，任何機器都不能進行工作。所以人民稱石油是“黑色的金子”，是“工業的血液”。石油工業是重工業的一個重要部份，它的發展對社會主義建設事業有着極其重要的意義。

鑽井工作是一項非常複雜的工作，它是石油工業的一個主要環節，它的作用在於開發已有的油田和勘探新油田。

鑽井工作在我國有着悠久的發展歷史，遠在兩千多年以前，我國就已經用頓鑿的方法開采地下礦藏。根據歷史記載，在公元前 250 年左右（秦孝文王時代），四川勞動人民便開鑿鹽井了。在開鑿鹽井的同時，發現了天然氣，古代勞動人民利用天然氣煎鹽。大約在 900 多年前的北宋時代，用人力的繩式頓鑽已在四川得到了蓬勃發展。在 1846 年左右，四川所鑽的井，最深的接近 1000 米。為了開采地下礦藏，古代的勞動人民付出了驚人的代價，儘管當時科學技術水平不高，設備簡單，但四川的勞動人民卻在當地打了至少萬余口井。此外，他們還創造了很多巧妙的打撈工具和修井方法，直到現在在鑽井原理上還有它一定的價值。

雖然我國在鑽井事業上有着悠久的歷史，但是，由於封建制度的束縛，鑽井技術一直沒有得到很好的發展。帝國主義勢力侵入中國後，中國就變為半封建半殖民地的國家，在這種暗無天日的社會制度下就不會發展自己的石油工業；因此，我國的石油工業特別落后。直到 1907 年清朝政府才僱用日本技師用機械設備在陝北延慶鑽了第一口油井。從 1907 年至 1949 年全國解放前 42 年中

共鑽進 71000 米；鑽的井最深也不過 1400 米。

解放後由於黨和政府的重視和正確的領導，石油鑽井得到很大的發展。解放前全國只有幾部破舊的鑽機，現在已經有幾百部了。解放後 10 年間鑽井總進尺達 500 萬米，為解放前鑽井進尺總和的 70 倍。原油產量 1939 年為 1949 年產量的 28 倍。在大躍進的 1958 年，總進尺達到了 174 萬米，超過以往八年的總和。解放以前，只能鑽 1400 米的井，現在已經能鑽 3200 米以上的深井了。在蘇聯和其他人民民主國家的幫助下，我們已經逐步地掌握了先進的鑽井技術，如渦輪鑽已得到比較廣泛的使用。我們已經用渦輪鑽鑽成了定向井和雙筒井，一些新的鑽井法也正在試驗中。鑽井工人和技術人員也有很大的增加。

由於鑽井事業的發展，幾年來在全國範圍內的幾十個構造上進行了鑽探，發現了克拉瑪依及川中等大油田以及其他一些油田，1958 年更是石油工業取得空前巨大成就的一年，在這大躍進的一年中，就找到了 22 個新油田，約為解放後八年所發現的油田的一倍半。

雖然這樣，然而目前我國的石油工業還是比較落後，還遠遠不能適應國民經濟發展的需要，必須大力進行油田的勘探與開發，改進鑽井技術，提高鑽井速度，尋找更多的石油資源，擴大石油工業的基地，改變石油工業的落后面貌，以適應社會主義建設事業飛躍發展的需要。

石油工業的迅速發展迫切需要熟練的技術工人和技術人員，所以擺在我們面前的任務是艱巨的，光榮的，責任是重大的，是要我們獻出畢生的精力用辛勤的勞動才能完成的。我們必須認真學習刻苦鑽研，儘快地掌握鑽井技術，使自己成為既有理論基礎又有實際操作技能的技术工人，為我們祖國的石油工業獻出更大的力量。

第一章 鑽井基本知識

鑽井就是利用一定的專門設備和工具从地面向地層中鑽一个一定深度的圓形的孔眼。通常把这个孔眼叫做井眼，井的最上部叫做井口，底部叫做井底，井眼周圍圓筒形的側壁叫做井壁，井眼的直徑叫做井徑，从井口到井底的整个部份叫做井身，井身的長度叫做井深。

第一节 鑽井的用途

鑽井的用途很广。在采矿工程中，通过鑽井可以探明地下埋藏的各种矿藏的分布情况；在建筑工程中，利用鑽井可以了解地層情况，选择合适厂房地基或攔河坝的坝址；在水源缺乏的地方，利用鑽井可以取水供給工农业生产和生活的需要；当地層埋藏着岩鹽时，还可以利用鑽井来吸取鹽油。而在石油工業中，鑽井則是开采石油和天然气矿藏的唯一手段。

第二节 井的分类

井的分类方法很多，通常有以下几种。

一、按照鑽井方向可分垂直井、斜井与水平井。

垂直井是由地面垂直的往下鑽鑿；斜井又叫定向井，这种井是从地面上按一定角度往下鑽；水平井是在矿井的巷道中向水平的方向鑽鑿。目前鑽井最多的是垂直井。

二、按照鑽井性質分油井、气井、水井、鹽井等。

油、气井是鑽探或开采石油和天然气的井，水井是适应工农业生产或生活方面吸取水的井，鹽井是吸取地下鹽油的井。

三、石油鑽井按照鑽井目的也分成几类：地質預探井，探井

4
和生产井。

1. 地質預探井 打地質預探井的目的不是直接發現油氣藏，而是用來幫助地面地質調查和地球物理勘探工作進一步了解地下地質情況。按照具體任務不同，地質預探井又分為制圖井、構造井、基準井與參數井等。

1)制圖井的目的是通過鑽井獲得岩心，繪製成某地區剖面圖。

2)構造井的目的是探明地層的構造，提供下一步鑽探井所需要的地質資料。

3)基準井是在還沒有鑽過探井的地區，為了了解地質情況而鑽鑿的探井。

4)參數井是在新地區為了研究岩層的性質而鑽的井。

2. 探井 打探井是為了發現(找到)或探明新的油、氣藏。探井按具體任務分為預探井、詳探井、邊探井等。

1)預探井是在經過地質調查，地球物理勘探與地質預探井等一系列的工作後，在查明的構造上証實是否有油、氣藏存在而鑽的井。

2)詳探井是進一步探明已証實的油、氣藏的好壞等目的而鑽的井。

3)邊探井是在油、氣藏構造的邊緣，為探明構造的大小，確定油、氣田的範圍和儲量而鑽的井。

3. 生產井 生產井是為了開采石油和天然氣而鑽的井。

1)一種生產井是直接從井中采油、采氣的井，叫油井和氣井。

2)注水井和注氣井，這兩種井不是直接從井中采油或采氣，主要是為提高生產井的采收率而打的，因此，把注水井或注氣井也歸叫生產井。

第三节 鑽井的方法

鑽井方法从原理上及其發展过程上，可分为冲击鑽井法和旋轉鑽井法。

一、冲击鑽井法

冲击鑽井法又称頓鑽鑽井，这是最早的一种鑽井法，它是用鑽头在井中上下运动，冲击岩層，將岩石頓成碎塊，然后用撈砂筒撈出，再繼續往下冲击岩石，破碎岩層使井加深。圖1为繩式頓鑽的示意图：动力机帶動傳动輪7，傳动輪便通过曲拐帶動游梁8上下摆动，游梁的摆动又帶動悬在鋼絲繩底下的鑽头上下頓击，頓进数尺后，

起出鑽头，用撈砂滾筒6下入撈砂筒4，將井底頓碎的岩石撈出，再下鑽头繼續頓击。当鑽至一定深度后，要下入鋼制的套管，以保护井壁。

頓鑽的鑽井速度很低，它只适应鑽硬地層，而不能用来鑽軟地層、高压油、气層。由于沒有泥漿保护井壁，所以耗用較多的套管，因此这种

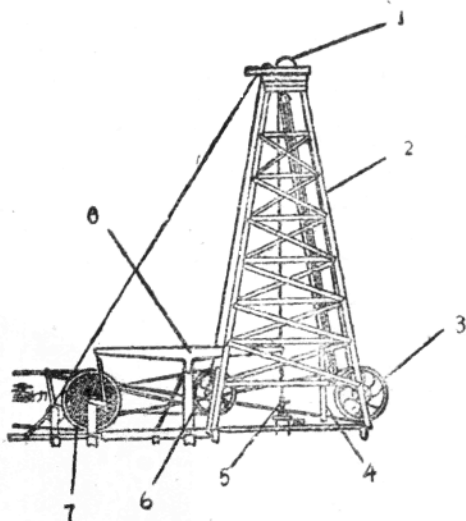


圖1 繩式頓鑽

1—天車；2—井架；3—鋼絲繩滾筒；4—撈砂筒；
5—牛头；6—撈砂筒滾筒；7—傳动輪；8—游梁。

鑽井方法几乎絕大部分被旋轉鑽井方法所代替了。

二、旋轉鑽井法

旋轉鑽井法是用鑽頭在井底旋轉，破碎岩石而得名。按照帶動鑽頭旋轉的發動機的裝置的位置不同，旋轉鑽井法又可分为轉盤鑽井法和使用井底發動機的鑽井法。

1. 轉盤鑽井法

轉盤鑽井法如圖 2 所示，是在鋼制空心的鑽杆柱下端接一个鑽頭，鑽杆柱一面給鑽頭施加压力，一面用轉盤使其旋轉帶動鑽頭，破碎岩層。同时又用泥漿通过鑽杆中間送到井底，將井底的岩屑轉運到地面上來，逐漸加深井眼。

在轉盤鑽井中，將動力傳達到井底，是通过鑽杆柱來完成的。鑽杆柱从上而下是由方鑽杆、鑽杆、鑽鉋組成。鑽杆柱是用絲扣接头連接的。方鑽杆是方形的(也有六角形的，一般称为方鑽杆)，它通过轉盤的中央，从轉盤接受動力，在鑽井時随井的加深即可一面旋轉、一面向下移動。

轉盤是井場的旋轉機械，它裝置在井架底座的中間。方鑽杆的上端与水龙头相連接，水龙头的外部是固定的，內部的中心管是轉動的，轉動的中心管和方鑽杆相接，固定的部分与鵝頸管相連，鵝頸管与水龙头帶，立管，泥漿管相連接。水龙头的固定部分裝有大环(吊环)，大环掛在大鈎上，大鈎則懸在若干滑輪組成的游動滑車上。

为了使泥漿循环，必須安裝泥漿泵，泥漿从泥漿泵经过泥漿高压管綫，立管、水龙头帶、鵝頸管、水龙头进入方鑽杆，再通过鑽杆、鑽鉋由鑽頭水眼冲击井底岩層。在泥漿的压力下，泥漿帶着岩屑从井底沿井壁与鑽杆壁的环形空間昇到地面，流經泥漿槽由于淨化作用清除去岩屑，然后流入泥漿池。最后泵又將泥漿从

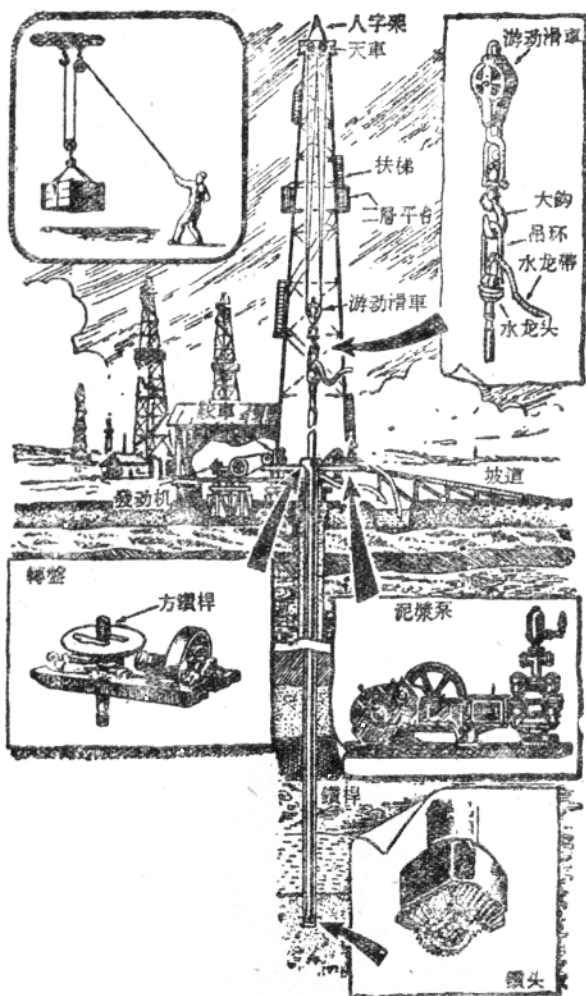


圖 2 轉盤鑽井示意图

池中吸上再打入井中構成循环。

为了起下鑽具，要建立井架。井架的頂部裝有天車（为一套靜止滑輪）。游动滑車与天車之間用鋼絲繩穿联。鋼絲繩一端（死繩）固定，一端（活繩）繞在絞車滾筒上。当动力机帶動絞車滾筒旋轉时，鋼絲繩縮短，游动滑車上昇，此时鑽柱即被提高而进行起鑽工作。游动滑車、鋼絲繩与天車組成吊昇系統，是为了減輕起鑽时絞車的負荷。

在正常鑽井时，鑽杆柱上接着水龙头掛在游动滑車下的大鉤上，并随鑽头破碎岩層深度的增加，鑽柱就要往下移动。当整根方鑽杆（見方处）都下入井內的时候，就要接長鑽柱。为此就得提起鑽杆柱，从鑽杆柱上卸下方鑽杆，將其放入鼠洞中，接上鑽杆（單根），然后再重新接上方鑽杆，繼續鑽进。但当井底鑽头磨鈍时，就要把整个鑽具起出地面，以便更換鑽头。換鑽头完畢后，再把鑽杆逐根（立根）下入井內繼續鑽进。

轉盤的旋轉和絞車滾筒的轉动是由动力机驅動的。在正常情况下，鑽井过程中常重复以下的工作：1) 下鑽；2) 正常鑽进；3) 接單根；4) 起鑽；5) 換鑽头。

在鑽井时，由于泥漿柱对井壁的側压力可以保护井壁，同时由于泥漿能在井壁的上部形成一層堅韌的泥餅，保护井壁不易發生塌陷。

为了隔絕地層水和疏松的不堅固的岩層就要下套管，并注水泥封閉套管与井壁間的环形空間。

在轉盤鑽井中，为了旋轉鑽具帶動鑽头工作，消耗动力很大。并且当鑽杆旋轉时，因受井壁的磨損及各种复杂应力的作用，損坏也很严重，容易發生鑽杆折断事故。这就是轉盤鑽井法的缺点。

2. 井底动力旋轉鑽井

所謂井底动力是使鑽头旋轉的动力机(發动机)从鑽台移到井底,也就是裝置在鑽杆的下端,鑽头的上面,这样鑽柱就用不着旋轉,也就克服了轉盤鑽井法的各种缺点。使用井底發动机的鑽井法的鑽井设备和轉盤鑽井法的设备大致相同,而不同的仅是使鑽头旋轉的傳动方式。

井底發动机有两种,一种是渦輪鑽,一种是电动鑽。这样的井底發动机在渦輪鑽中叫做渦輪鑽具,在电鑽中叫做电动鑽具。

1. 渦輪鑽井 渦輪鑽具是一种構造特別的發动机,它是由高压高速的泥漿帶动旋轉的,因此鑽杆柱在工作时,就不旋轉,而是为了通过泥漿和給鑽头加压。

2. 电动鑽井 电动鑽具是电流通过特制的電纜通到电动机,使其轉动而帶动鑽头工作。渦輪鑽具和电动鑽具都是由苏联首先創造和使用的。目前渦輪鑽井在苏联已經普遍采用,已有90%的油井是用渦輪鑽打的,而且效果都很好。自1955年起我国就开始采用渦輪鑽了。

三、其它新鑽井方法

近几十年来,隨著鑽井科学技术的迅速發展,特别是苏联鑽井科学技术工作者的創造和倡导,新的鑽井方法一个接着一个的出現,更新的方法也正在研究和試驗。

除現已采用的渦輪鑽井、电动鑽井方法外,还有空气鑽井、行星鑽井、热力鑽井等鑽井方法,有的已应用于現場,有的正在試驗的过程中。这些方法的实现,对于石油鑽井技术將會起到很大的推动作用。

現將正在試用中的几种新鑽井法簡單介紹如下:

1. 空气鑽井 旋轉鑽井中是用循环泥漿清洗井底岩屑的,

可是泥漿成本很高，而且鑽漏失地層時，漏失很厉害，甚至不能鑽進，有時會把一口井報廢，造成很大的浪費，另外在鑽低壓油、氣層時，由於泥漿的比重和泥漿柱的壓力很大，常會把低壓油、氣層壓死，影響采油、采氣，故損失也很大。

空氣鑽井在設備上和旋轉鑽井基本相同，而不同之點是不用泥漿泵，而用空氣壓縮機和輸氣設備。空氣經壓風機壓縮後，經鑽杆柱把空氣輸送到井底，同泥漿一樣把岩屑從井底經過鑽杆柱與井壁的環形空間吹到地面上來。由於空氣流速很高，井底沖洗的很干淨，所以鑽速很高，但是在含水地帶及高壓油、氣層中，則限制了它的使用。因此，目前空氣鑽井的廣泛使用還受到地質條件的限制。

2. 行星鑽井 行星鑽井是一種新的旋轉鑽井法，它一方面利用轉盤在地面上帶動鑽杆柱旋轉，另一方面又有井底發動機帶動鑽頭旋轉。行星鑽井的地面設備與渦輪鑽井或電動鑽井的設備一樣利用鑽杆把電動鑽具或渦輪鑽具下到井底，下接兩個軸的減速箱，兩軸頭齊接鑽頭。

這種鑽井方法，比一般旋轉鑽的功率要小，鑽頭和鑽杆使用壽命也有所延長。此種鑽井法多用在打大直徑的井眼，如打礦井。石油工業中使用這種方法較少。

3. 熱力鑽井法 這種鑽井方法的原理是利用高溫將井底岩石熔化而成孔眼。它所用的熱力可用氧氣槍或噴射燃燒器，另外還可利用電弧。鑽碎的岩屑是依靠水蒸氣和燃燒後生成的氣體帶到地面的。

目前還沒鑽深井的經驗，在淺井中的試驗證明不適用於鑽油氣層。這種方法可得到較高的鑽速、特別是在硬地層中。

除以上所講的鑽井法外，還有許多新方法正在試驗和改進中，如震動鑽井法、駁彈爆炸鑽井法等。