

石油工业技术丛书之二十

輕便鑽井

苏联 B·M·叶尔莫拉耶夫等著



石油工业出版社

石油工业技术叢書之二十

輕 便 鑽 井

苏联 B·M·叶尔莫拉耶夫 A·B·馬拉莫金著

于 淳 高 迦譯

石油工业出版社

內 容 提 要

本書闡述在鑽制图井、構造井、剖面井、驗證井、爆破井及自流水井時所採用的鑽探設備、鑽具和鑽井用材料等。同時介紹了與鑽井有關的生產程序和操作。本書還用較大的篇幅敘述了有關鑽探設備和鑽具的維護方面的問題。

本書可供構造鑽井隊的鑽井工人閱讀，並可供打地質勘探井及自流水井的鑽井人員參考。

В.М.ЕРМОЛАЕВ и А.В.МАРАМЗИН

СТРУКТУРНОЕ БУРЕНИЕ

根據蘇聯國立石油燃料科技書籍出版社(ГОСТОПТЕХИЗДАТ)

1954年莫斯科版翻譯

統一書號：15037·289

石油工業技術叢書之二十

輕 便 鑽 井

于 淳 高 迦譯

*

石油工業出版社出版(社址：北京六鋪炕石油工業部內)

北京市書刊出版業營業許可証出字第093號

北京市印刷一廠排印 新華書店發行

*

850×1168 $\frac{1}{32}$ 開本 * 印張4 $\frac{1}{2}$ * 115千字 * 印1—1,000冊

1957年10月北京第1版第1次印刷

定價(11)1.20元

目 录

第一章 地質構造形成的条件	1
第二章 地質勘探鑽井所用的一些主要材料	6
內燃机用的燃料	7
潤滑材料	9
垫料和填料	10
傳动皮帶	12
刹車塊和刹車帶	14
鋼絲繩(大繩)	15
化学藥品	19
褐煤、加重剂、水泥	20
硬質合金	23
套管	26
第三章 鑽探設備	27
УКБ 2-100 型自动鑽探設備	27
АВБМ 3-100 型自动鑽探設備	38
帶有 ПБД 54 型柴油机傳动裝置的 KAM-500 型鑽探設備	44
鑽構造井时設備的佈置	59
В-3-1200 型鑽探設備	60
УРБ-3А 型鑽探設備	66
泥漿泵工作中的故障及其消除方法	92
鑽探設備的技术驗收	96
第四章 鑽具及輔助工具	104
第五章 鑽井的工艺过程	125
第六章 地質勘探鑽井中的工作組織	140
第七章 安全技术措施及防火措施	145
序言	145

安全技术措施	147
井架的安裝、豎立及搬運	148
安裝及拆卸鑽探設備	149
起下鑽具及套管	149
鑽進	150
鑽井工作中的防火措施	152
参考文献	154

第一章 地質構造形成的条件

地質学是一門研究地壳在其發展过程中地壳的組成和結構的科学。地壳是由岩石——火成岩、沉积岩(即水成岩)及变質岩——構成的。在呈熔融状态的岩漿^①于地表上冷却的过程中，就不断地形成了火成岩。火成岩的特点是具有明显的結晶構造，而且硬度很大，因此，在鑽井时，火成岩的硬度就会对其破碎产生很大的阻力。

从地壳上形成水圈的时候起，就开始了水成岩的形成阶段，它到现在还在繼續着。水成岩是由于岩石的破碎产物沉积到海底而形成的。

这种岩石的堆积，我們叫它机械沉积。如砂層、砂岩、粘土和泥質頁岩等，都可以作为例子。

溶解于水中的鹽，在适当的条件下会沉到蓄水盆地的底部，于是就产生化学沉积。如恩巴(哈薩克斯坦)区鹽丘中的岩鹽、卡拉-博加斯海灣的海鹽和巴斯孔恰克湖的湖鹽，便是这种沉积岩的例子。

最后，动植物会析出海水中的碳酸鈣鹽和二氧化硅。当动物和植物死亡后，就沉积到蓄水盆地的底部，动物的貝壳及骨骼和植物的遗体就堆积起来。如石灰岩、介壳石灰岩和白云岩就是这样形成的岩石。

絕大部分的陆地都是由海相沉积岩構成的。这是由于現代的陆地很久以前的某一个时期曾是海底，因为大陆和海洋不是永恒不变的。由于地壳經常地运动，所以时而發生海侵，于是就淹

① 岩漿——是一种在地壳深处的、具有高温的液体，其中含有大量赤热的气体。

沒下沉的大陸，時而發生海退，使海底又部分地上昇而露出地面。

陸地上沉積岩幾乎呈水平狀產出的部分叫做陸台，如俄羅斯陸台和西伯利亞陸台等。

和陸台完全相反的是褶皺帶，其內部構造的基本特點是：在沉積岩層中存在着褶皺和各種各樣的構造變動。褶皺是由於沉積岩層運動而造成的，這時本來呈水平狀的岩層會彎成各種形狀的褶皺。

如果褶皺是凸形的，亦即向上彎曲的，就叫做背斜。相反，如果褶皺是向下彎曲的，那末，我們叫它做向斜（圖 1）。

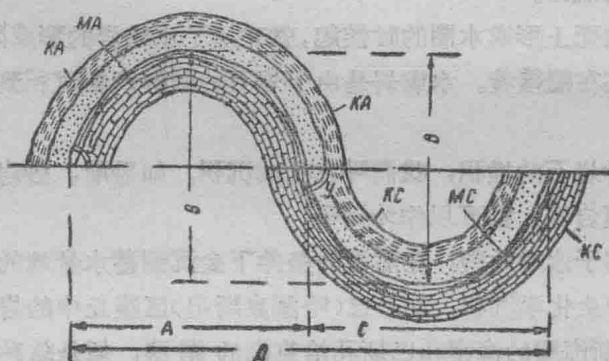


圖 1 正(直立)褶皺

A—背斜的寬度；C—向斜的寬度；B—褶皺的高度；A—褶皺的寬度，即地層兩種彎曲（向斜和背斜）的總寬度；

KA—背斜的翼；KC—向斜的翼； γ —地層的傾斜角；MA—背斜褶皺中的標準層；MC—向斜褶皺中的標準層。

如果褶皺兩翼（斜坡）的傾斜度相同，則稱此種褶皺為正褶皺（圖 1）；如果其中的一翼較另外的一翼傾斜得陡些，那麼，就叫做斜褶皺（圖 2, A）；如褶皺的頂部向某一翼倒轉過去，則稱此種褶皺為倒轉褶皺（圖 2, B）；如褶皺既不向上彎曲，又不向下彎曲，而向旁側彎曲，且其兩翼俯伏而臥，則稱此為伏臥褶皺（圖 2, B）。

只有一翼的褶皺，叫做單斜褶皺（圖 2, F）。

在褶皱断裂时，如果地層垂直地發生錯动(即垂直位移)，于是就形成了断層。地層順着一个面(綫)产生断裂，那么，这个面我們就把它叫做断層面(綫)。

如果地層沿着裂隙錯动时，既不向上，也不向下，而是向旁側發生位移，換言之，即向水平方向錯动，褶皱具有此种破坏形式的則称为平移断層。

構成褶皱的地層有下列一些主要的成層要素：地層的走向

綫和傾向綫。走向綫是表示地層延伸的方向，而傾向綫（与走向綫垂直并在地層層面上）則表示地層向地壳深部延續的方向，并与水平綫相交成一定的傾角。

各个不同含油地区中的褶皱特征都各不相同。如：伏尔加—烏拉尔地区褶皱的特征是：地層的傾角小，而且褶皱的走向延伸的距离很長，亦即屬於陆台类型的褶皱(圖3及圖4)。

而哈薩克斯坦地区的褶皱特点則是：褶皱的地層被鹽丘所破坏(圖5)。

在土尔克明尼亞地区，褶皱的地層被相当密的，而且也很大



圖 2 褶皱的形状

A—斜褶皱；B—倒轉褶皱；B—伏臥褶皱；
Γ—單斜褶皱。

的斷層所破壞，在阿塞拜疆地區的褶皺是斜褶皺，在北高加索地區的是單斜褶皺和倒轉褶皺，而在烏克蘭西部地區的則是伏臥褶皺。

地層的基岩几乎总是被年青的表土層所复盖着，因此，我們就不能直接看到而且不能直接測量構成褶皺之地層的成層要素。只有在很深的山澗与河流的兩岸，基岩才出露于地表，由此才能对其加以調查和研究。

为了确定褶皺所在的地点及其形狀，需要編制地形圖，地質圖和構造圖。

为了編制地質圖，就要調查出露于河流兩岸、冲溝及山澗中地表上的基岩露头，并且还要研究自鑽井(專为制圖而打之鑽井，即所謂制圖鑽探)所取出的岩心。制圖鑽探之基本任务即在于：精确地确定位于表土層以下的基岩埋藏的深度；百分之百地將基岩的全部岩心都取上来，以便确定基岩的性質，而將其繪于地質圖上。

为了繪制構造圖，需要佈置一个鑽探網，即在若干条剖面綫上佈置一些井位。

剖面綫是由一系列位于同一平面上的井位所組成，而此平面要和所推断的褶皺的走向相垂直，亦即横过褶皺。

最先佈置的一些井位其任务是为了确定距地表最近的标准層。

当确定标准層后，就应采用全面鑽进法鑽进，不取岩心一直鑽到标准層为止。構造鑽井在这一勘探时期的任务在于：划分出标准層埋藏的深度和取得标准層的岩心，以便确定标准層岩石的性質及其組成标准層的岩石，根据标准層繪制構造圖。

根据鑽探所得資料来繪制構造圖，則称之为地下制圖。当根据地形圖和地質圖的資料編制構造圖的时候，就应在圖紙上和現場上确定出有益矿物(石油或天然气)可能聚集的地点。

对于石油或天然气的聚集来说，除了应具备有利的褶皱构造外，还需要有储油层，也就是说要具备这样一种储油层：即无论是石油和天然气在这一储油层里聚集的时期，或是在今后开采这个储油层的时期，都应使石油和天然气能沿着其岩层孔隙和裂隙流到所钻之井眼内来。

储油层中的石油和天然气是在岩层的上部，即接近于地表的部分聚集的，而在储油岩层以下的岩层，通常都充满着地层水（即含油层下之水——译者）。

应在根据构造图和在现场上所确定的石油或天然气可能聚集的地点布置井位，以便钻穿储油层和试验其石油或天然气的

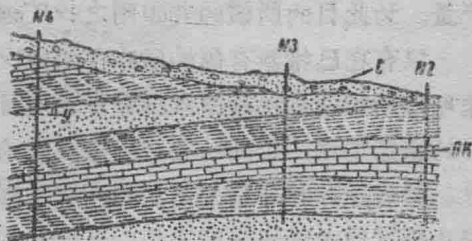


圖 3 陆台型的褶皱(構造)形状
 γ —岩層的傾角；DK—基岩岩層；C—現代沉積層；
 N—構造鑽井井号。

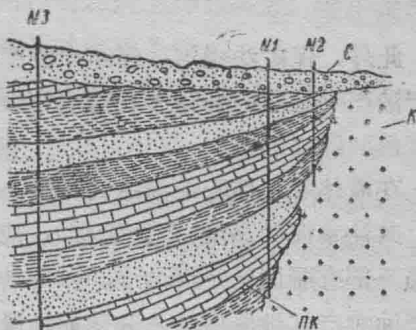


圖 4 陆台型褶皱形状岩性構造
 C—現代沉積層；K—結晶岩石；DK—基岩岩層；N—剖面鑽井井号。

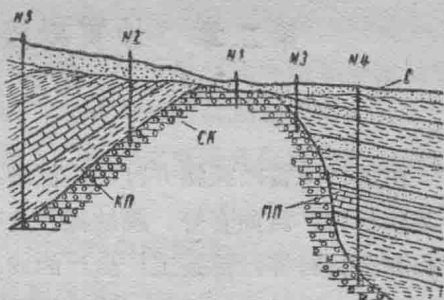


圖 5 鹽丘構造
 CK—鹽丘；C—現代沉積層；DK—被鹽丘穿透的基岩岩層；K—被鹽丘拱起的基岩；
 N—構造鑽井井号。

产量。为此目的所鑽的井眼謂之找矿鑽井。

只有在已推断有儲油層存在的情况下且其埋藏不深，用輕便型可移动式或半移动式鑽机即可鑽达目的層时，才可以进行淺探井的鑽探工作，否則，要进行深探井的鑽探工作。

結構鑽井的井壁应用無縫套管加固，以便进行地層压力可能很高的試油或天然气的工作。套管的內徑不得小于 100 公厘，这是与进行地層試驗工作所用的工具和进行套管穿孔的肘孔器的尺寸，以及为确定产油或产气地層的指标所用之仪器的尺寸相符合。

此外，保矿法規定：鑽穿产油产气地層的淺探鑽井，不得破坏产油产气地層与其他多孔隙的和裂隙的地層在鑽探以前所存在的天然的隔离状态。

在液体和气体不能滲透的地層，套管外环形空間必須注入水泥，其注水泥的高度(距套管鞋)，應該使井壁和套管之間的环形間隙全部有凝固的水泥为准。在此情况下，石油或天然气就不能从产油或产气地層內侵入其他的地層內，或者相反，非产油产气地層中的水也不能侵入含油或含气^①的地層而造成水淹現象。

第二章 地質勘探鑽井所用 的一些主要材料

在进行地質勘探鑽井时，广泛地应用着各种各样的材料。其中某些材料，諸如套管、鋼絲繩、皮帶、硬質合金片、水泥、燃料和潤滑材料等，都是工厂生产的成品，而另外一些材料，例如：木材、砂子和粘土等，則是天然的产物。

① 关于構造地質的原理及地質制圖法，詳見 H.H. 傅亞洛夫教授著“構造地質和野外地質學”一書，系苏联国立石油燃料科技書籍出版社1953年出版。

內燃机用的燃料

油矿用內燃机所用的液体燃料有以下几种：發动机用油、柴油、輕柴油、煤油和汽油。

石油是各种各样碳氢化合物的混合物。石油在煉厂中經過蒸餾就成为燃料和潤滑油料；同时石油可分为質量各不相同的一些組成部分。

液体燃料具有下列的性質：易燃性强，發热量大，而且用起来也方便，因此，这种燃料用在內燃机上特別合适。現在我們来研究一下各种燃料的基本性質及其使用条件。

柴油可供燃燒式(由于汽缸中的壓縮空气溫度的增高而燃燒)內燃机(柴油發动机)運轉之用。

由于空气的壓縮其溫度增高，而燃燒之發动机用的燃料的選擇依据是：發动机每分鐘的轉数。当轉数每分鐘为1000轉以上的高速發动机，無論是由于在單位時間內工作循环次数的增多，或是由于热負載和机械負載較高，則都是在强力制度下来運轉的。因此，这种發动机对液体燃料的要求是較高的。

在負載經常变动的情况下，为了保証發动机的正常運轉，柴油应具备下列性質：

1. 粘度不要太高，应以保証使柴油可进行無阻地順着輸油管流到過濾器和高壓油泵，并使噴油嘴將其噴散均匀为准；
2. 易燃性要高，蒸發量要大，这样才可保証使發动机運轉緩和、平穩；
3. 燃燒时不冒烟，而且所形成的炭渣要少；
4. 柴油中不应有机械雜質和水份。

現今，根据全苏国定标准(ГОСТ4749-49和ГОСТ305-42)的規定，生产下列牌号的，高速發动机用的柴油：ДА牌北極用柴油，宜用于气温在零下 30° 以下的地区，此种牌号的柴油的餾份較

輕，而且粘度和凝固点(凝固的溫度)都低；ДЗ 牌冬季用柴油，适合于气温在零下 30° 以上的地区用；ДЛ 牌夏季用柴油，适用于气温在零度以上的地区；还有一种是 ДС 牌特种柴油。

夏季，当气温不低于+5°时，宜采用夏季用柴油(ДЛ)，而在冬季，当气温低于

+5°时，则应采用冬季用柴油(ДЗ)。

然而就是在夏天，采用冬季柴油也有成效。

如果气温低于

零下15°时，则应在柴油中添加拖拉机用煤油，其添加的份量如表 1 所示：

表 1	
气 温, °C	拖拉机用煤油的添加量 %
自 -15 至 -25	25
自 -25 至 -35	50
-35 以下	75

發动机用柴油可用于低速發动机和点火發动机上。根据全苏国定标准(ГОСТ1667-51)的规定，生产下列三种牌号的發动机用柴油：ДТ-1(М₃)；ДТ-2(М₄)和ДТ-3(М₅)。此种柴油是石油直接蒸馏的重殘留物。

ДТ-1(М₃)的發动机用柴油适用于每分鐘轉数为300—500和汽缸功率小于50馬力的發动机；ДТ-2(М₄)柴油适用于每分鐘轉数在300以下的發动机；ДТ-3(М₅)柴油则适用于每分鐘轉数在200以下和汽缸功率在100馬力以上的發动机。

發动机用柴油的粘度很高，所以应将油箱中柴油用热水預热，使其温度达到45—50°。

輕柴油，煤油和汽油是石油蒸馏后的透明产物，可供汽車和拖拉机使用。特种汽油則用于飞机發动机。

在使用А-66号和 А-70 号汽油时，必須遵守由苏联国家衛生总監督員所批准的，关于保存、搬运和使用的衛生規程。

潤 滑 材 料

为了減少两个相对运动的接触面之間的摩擦起見，需要采用一种粘性的潤滑物質。这样一来，两个接触面之間所产生的干燥的摩擦，就可以被接触面之間的兩層薄薄的潤滑油的摩擦所代替。

在地質鑽探工作中，通常都采用自石油中所提煉出来的矿物質潤滑材料(即通过將石油蒸餾的办法將其分为一些單独的餾分)来潤滑机械，設備和鑽具。

由于潤滑材料使用条件的不同，所以潤滑材料的用途是多种多样的，因此它应具备各种不同的決定其品种和質量的物理化学性質。潤滑材料最重要的性質是：(1)決定其使用範圍的粘度；(2)潤滑材料，蒸气和空气的混合物一經点火即可燃燒的閃火点；閃火点代表潤滑材料均質性的程度，对于摩擦零件高温加热的耐久性和易燃性；(3)潤滑材料的凝固点——代表在气温低的条件下潤滑材料所具有之流动性的程度；(4)油中不应存在腐蝕摩擦面的酸和鹼；(5)含灰量——表示在潤滑材料淨化以后之洗滌的程度，以及其中是否被机械雜質所污穢；(6)水和机械雜質——可使潤滑材料的潤滑性能降低。因此，潤滑材料中絕對不允許有水分和机械雜質存在。污穢而潮湿的潤滑材料的特点是渾濁，如將油样放入試管中，在管底和管壁即可看到水滴和淤渣存在。

在地質鑽探工作中采用下列几种潤滑材料：

1. Л 和 Т 牌号的机器油，用以潤滑傳动裝置的軸承，鑽机和泥漿泵；
2. М 和 Т 牌号的發动机机油，用以潤滑內燃机的汽缸；
3. Л、М 和 Т 牌号的汽車机油；用以潤滑汽車發动机的汽缸(Л牌适合冬季用，М牌适用于春秋兩季，Т牌則适于夏季应用)；

4. 根据技术条件 (TY175-45) 和全苏国家标准 (ГОСТ 5304-50) 的规定, 在使用 ДТ-54 狄塞尔发动机时, 应采用夏季和冬季的润滑油。

此外, 在鑽探中尚广泛地应用着一种所谓潤滑脂——即矿物油 (80—90%), 肥皂和一定数量的添加物 (如石墨) 的一种混合物。添加肥皂的目的为了增大潤滑脂的濃度。

潤滑脂的使用范围如下: 按设备構造之条件, 液体潤滑油不能經常都流入摩擦面, 而且也不能在摩擦面上長久保持。上述潤滑脂在一般的温度条件下, 具有半固体, 甚至是固体状态的稠度, 而当摩擦部分的温度增高到一定的程度时, 立刻就会变为液体的潤滑油。

最常用的一些潤滑脂有以下几种: Д 牌号的鈣基黄油, 潤滑鋼絲繩用的黄油, 潤滑皮帶的潤滑脂 (可減少皮帶的滑动) 和潤滑齒輪与鏈条的石墨潤滑脂。

垫料和填料

用垫料和填料来密封各种机械的运动部分, 如泥漿泵活塞的拉桿, 此外, 还可以防止蒸汽、水和泥漿自輸送管連接处流出, 以及密封水龙头用的盤根等。

为了达成密封状态, 以防冷的液体 (水、泥漿) 發生滲漏的可能, 可用經過充分油浸潤的大麻填料。輸油管的法蘭連接处可用压制紙板垫圈和夾有好多層繩的工業橡膠来供其密封。

而为了預防热的液体和蒸汽的漏失 (如蒸汽机、蒸汽泵和蒸汽鍋爐的管綫及盤根), 应采用一种在高温長時間产生作用的条件都不会有所变化的, 特殊的垫料和填料。

在鑽井时, 应用最广的垫料和填料有以下几种: 紙板、石棉、石棉橡板、橡皮、油浸潤的和滲以石墨的填料。

压制紙板 压制紙板是作为垫料用在冷的液体 (如水、泥漿

等)輸送管的法蘭連接處。

压制紙板制成板形，其尺寸和厚度不一。最普遍的一種紙板的厚度為1—3公厘。

石棉板(ГОСТ2850-45)是一種用作防火，絕熱或襯墊的材料。纖維蛇紋石棉是石棉板的主要組成部分。將石棉的纖維、礦物填充料和粘和料壓制成板(AC 牌的石棉板)。此外，還有無填充物和膠結物質的A牌石棉板。

紙板制成板狀，其尺寸為900×900公厘和1000×1000公厘。紙板的厚度介於2—12公厘之間。最常用的紙板厚度為2、2.5、3、3.5、4、5和6公厘。

每張石棉板上每一點上的厚度均應相等，而且斷面上每一點的成分也要相同(均質)。

石棉繩(ГОСТ1779-42)可供各種動力和鍋爐設備，以及輸送管道的填充之用。

石棉繩是將若干股重疊在一起的纖維質綫繩用扭擰的辦法制成的。而每一股繩又是用石棉纖維擰成的。

石棉繩不應有未擰緊的和未編在一起的部分。石棉繩的吸濕水分不應超過4%。

石棉繩的尺寸和重量

表 2

石棉繩的直徑 公厘	3	5	6	8	9	10	13	16	19	22	25
1公尺石棉繩的 重量，克											
不應大於	10	20	35	60	70	90	125	175	260	290	340

石棉繩制成後應繞成團或卷，每一團或每一卷的重量不得超過75公斤。

石棉橡膠板(ГОСТ481-47)。石棉橡膠板是一種墊料，用作熱的液體輸送管的連接處，鍋爐和蒸汽機的連接處，內燃機和其他

裝置(在長時間承受高溫作用下),以及機油管綫和燃料油管綫連接處的墊料等。

石棉橡膠板是用石棉、橡膠和填充物經過压制而成的板狀體,其尺寸介於 300×400 公厘到 1200×1500 公厘之間。板的厚度有0.3、0.4、0.5、0.6、0.8、1.0、1.2、1.5、1.7、2.0、2.5、3.0、4.0、5.0、6.0公厘。石棉橡膠板的比重不應超過2克/立方公分。

石棉橡膠板在水和蒸汽的介質中,應承受住50公斤/平方公分的壓力和 450° 的高溫,而在汽油、煤油和潤滑油的介質中,在正常溫度的條件下,應能承受75公斤/平方公分的壓力。

石棉橡膠板製成後應包裝在箱內。每箱的重量不應超過50公斤。它應存放於乾燥通風的地方。在存放期間,太陽光或取暖設備所發生的熱都會對石棉橡膠板有所影響,使其質量變壞。

傳動皮帶

在不同構造的鑽機上,發動機功率通過普通皮帶和三角皮帶而傳動,鑽機的主要機械和輔助機械。比如,KAM-500型鑽機設備是用普通皮帶傳動的,而YKB-2-100,YPB-3A和其他一些鑽機設備的傳動裝置則是用三角皮帶傳動的。

普通傳動皮帶(ГОСТ101-41)是由若干棉布層,用橡膠通過硫化的辦法,膠結在一起而成的。皮帶的外表面也同樣復蓋一層薄的橡膠。皮帶的外表面應是很平滑的,不得有氣泡和條痕存在。傳動皮帶應製成如下的長度:8公尺(寬達800公厘)和20公尺(寬100—250公厘)。

工廠生產出皮帶後,應將其盤繞成卷,並予以軟紙包裝,以便防止皮帶外表面的橡膠層遭受損傷。

在井場內連接普通皮帶的方法是多種多樣的。但最簡單而又最可靠的一種方法却是:用8—10公厘寬的皮做成的小皮帶將普通皮帶的兩頭連接起來。