

15272

基本馆藏

本讀鑿鑽井油

蘇聯·伏·爾·米海洛夫著
張 焱譯



石油工業出版社

油 井 鑽 鑿 讀 本

蘇聯 伏·爾·米海洛夫 著

張 焱 譯

蘇聯勞動後備部技術教育教學委員會批准

作為石油工業工藝學校教材

石 油 工 業 出 版 社

內 容 提 要

本書敘述鑽井技術、鑽井設備、操作過程和不同作業的勞動組織；還敘述了所有與鑽井有關的生產過程和工作，而特別着重的，是直接屬於司鑽責任範圍內的那些作業。書中還介紹了新的鑽井方法及各種新型設備，並提供了簡單的計算方法。

本書是根據蘇聯勞動後備部教學管理局所批准的教學計劃而編寫的，可供技術學校訓練石油和天然氣井司鑽和副司鑽之用。

В. Р. МИХАЙЛОВ

БУРИЛЬЩИК НЕФТЯНЫХ И ГАЗОВЫХ СКВАЖИН

根據蘇聯國立石油燃料科技書籍出版社1951年列寧格勒增訂第二版翻譯

統一書號：15037·44

油 井 鑽 鑿 讀 本

張 森 譯

石油工業出版社出版（地址：北京大柵欄石油工業部十號樓）

北京市書刊出版業營業許可證出字第083號

北京市印刷一廠排印

新華書店發行

850×1092 $\frac{1}{2}$ 開本 * 印張12 $\frac{1}{2}$ * 296千字 * 印6,801-10,830冊

1954年9月北京第1版第1次印刷

1956年5月北京第1版第3次印刷

定價 2 元 8 角

目 錄

原序	6
第一章 油田和油層概說	7
第 1 節 岩石及其起源	7
第 2 節 地殼褶曲的發生及其形狀	7
第 3 節 怎樣根據硬度把岩石分類	8
第 4 節 石油的起源	9
第 5 節 石油是怎樣埋藏着的	10
第 6 節 蘇聯的油田	11
第 7 節 油田的普查與探勘	12
第 8 節 地質井	13
第 9 節 生產鑽井	14
第 10 節 標準油井剖面圖的繪製	15
第 11 節 油田水	16
檢查題	17
第二章 鑽井方法	18
第 12 節 衝擊鑽井法（頓鑽法）	18
第 13 節 旋轉鑽井法	18
檢查題	22
第三章 地面鑽井設備	23
第 14 節 井架	23
第 15 節 井架旁邊的建築	27
第 16 節 井架和鑽井設備下的基墩	29
第 17 節 成組安裝法	31
第 18 節 井架的安裝	37
第 19 節 井架的搬移	43
第 20 節 建立井架時的主要安全技術守則	45
檢查題	46
第四章 鑽井設備	47
第 21 節 絞車及其構造	47
第 22 節 安全貓頭	60
第 23 節 剎車調節器	63

第 24 節	水剎車	64
第 25 節	轉盤	66
第 26 節	減速器	70
第 27 節	ПНР2-4 型轉盤單獨傳動裝置	71
第 28 節	滑輪裝置	72
第 29 節	大鉤	84
第 30 節	泥漿泵	85
第 31 節	井場的基本計算工作	93
第 32 節	水龍頭	99
第 33 節	水龍帶	101
	檢查題	102
第 五 章 供鑽機、轉盤單獨傳動裝置和泥漿泵		
	用的發動機	104
第 34 節	電動機	104
第 35 節	內燃機	106
第 36 節	蒸汽動力裝置	113
第 37 節	滾子鏈條(格氏鏈)	114
第 38 節	皮帶傳動	115
	檢查題	115
第 六 章 設備的佈置(井場佈置)		
第 39 節	固定設備	116
第 40 節	活動鑽機和輕便鑽機	118
	檢查題	121
第 七 章 主要鑽具和輔助鑽具		
第 41 節	鑽頭	122
第 42 節	用硬質合金鑲焊鑽頭	137
第 43 節	鑽桿	138
第 44 節	鑽桿接頭	141
第 45 節	管子的登錄制度	143
第 46 節	無接頭鑽桿	148
第 47 節	鑽桿護箍	148
第 48 節	鑽鉞	149
第 49 節	方鑽桿(工作桿)	150
第 50 節	輔助鑽井工具	151
	檢查題	154
第 八 章 鑽井工作的小型機械化設備		
		155

第 51 節 各種小型機械化設備	155
檢查題	172
第 九 章 泥漿	173
第 52 節 泥漿用途	173
第 53 節 膠體化學原理	173
第 54 節 對泥漿性質的基本要求	178
第 55 節 泥漿的化學處理	180
第 56 節 泥漿的加重	182
第 57 節 泥漿性質的檢查	184
第 58 節 泥漿的配製	192
第 59 節 泥漿的淨化	195
第 60 節 泥漿定額的制定	199
第 61 節 最簡單的計算	202
檢查題	204
第 十 章 海上鑽井工作的組織	206
第 62 節 海上井場底座的裝建	206
第 63 節 設備佈置	209
第 64 節 組織海上鑽井工作的特點	211
第 65 節 多向鑽井法	213
檢查題	214
第 十 一 章 渦輪鑽井	215
第 66 節 渦輪鑽井法的原理	215
第 67 節 渦輪鑽具的使用	218
第 68 節 鑽井操作方式(鑽井技術措施)	224
檢查題	226
第 十 二 章 使用電動鑽具鑽井	227
第 69 節 電動鑽具的構造	227
檢查題	231
第 十 三 章 以旋轉法鑽鑿油井	231
第 70 節 地質技術施工書	231
第 71 節 鑽井前的準備工作	232
第 72 節 控制量度儀表	235
第 73 節 給進鑽頭的設備和裝置	245
第 74 節 鑽頭在井底的操作	248
第 75 節 鑽井操作方式(鑽井技術措施)	250

檢查題·····	256
第十四章 起下鑽操作·····	257
第 76 節 起鑽和下鑽·····	257
第 77 節 換鑽頭·····	265
第 78 節 接鑽桿·····	265
第 79 節 鑽井時間的分配·····	266
檢查題·····	267
第十五章 定向鑽井法·····	268
第 80 節 以渦輪法打定向井·····	268
第 81 節 借助變向鑽具打定向井·····	273
檢查題·····	274
第十六章 井斜及其防止·····	275
第 82 節 井身彎曲的原因·····	275
第 83 節 預防井斜的措施·····	276
第 84 節 測量井斜的儀器·····	277
第 85 節 彎井的矯正·····	278
檢查題·····	279
第十七章 鞏固井壁(下套管)·····	280
第 86 節 井身裝置(套管程序)·····	280
第 87 節 套管·····	282
第 88 節 下套管的工具·····	287
第 89 節 下套管前的準備工作·····	288
第 90 節 下套管·····	290
檢查題·····	292
第十八章 注水泥·····	293
第 91 節 注井用的水泥·····	293
第 92 節 注水泥·····	295
第 93 節 標準注水泥工作的條件·····	297
第 94 節 水泥車·····	297
第 95 節 鑽開水泥柱和試水泥·····	300
第 96 節 最簡單的注水泥計算法·····	301
檢查題·····	306
第十九章 故障及其防止·····	307
第 97 節 循環失靈·····	307
第 98 節 循環失靈的防止·····	307

第 99 節	黏土水泥厚泥漿的調製	311
第 100 節	快乾水泥混合漿的調製	311
第 101 節	井壁塌陷	314
第 102 節	井眼的防止	316
第 103 節	卡鑽的防止	323
	檢查題	326
第二十章	事故及其防止	328
第 104 節	鑽具折斷等事故及其原因	328
第 105 節	打撈工具	331
第 106 節	打撈工作	340
	檢查題	345
第二十一章	鑽開油層和將井移交生產	347
第 107 節	鑽開油層	347
第 108 節	將井移交採油	348
	檢查題	349
第二十二章	勞動組織與工作地點組織	350
第 109 節	技術定額的製訂	353
	檢查題	356
附表		357

原 序

〔油井鑽鑿讀本〕這本教科書，是根據蘇聯勞動後備部教學管理局所批准的教學計劃編寫的，可供技術學校培養石油和天然氣井司鑽和副司鑽之用。

書中按課程每一單元的教學小時，分別介紹了鑽井技術、鑽井設備、技術操作過程和不同作業的勞動組織方法。

司鑽是整個工作班的領導者，他不僅要担任管理絞車的工作，並且還對全班的工作負責；所以在本教科書中闡述了全部與鑽井有關的作業，但特別着重說明的，是司鑽及其助手直接掌管的那些作業。

爲了擴大學生們的技術眼界並培養他們獨立地進行技術自學，在本教科書中也介紹了新的鑽井方法和各種新的設備，討論了基本作業最簡單的計算方法。

承工程師阿·阿·阿拉克良幫助撰寫〔油田和油層概說〕一章，工程師阿·斯·斯克維爾斯基幫助撰寫〔渦輪鑽井〕一章，工程師納·雅·烏琴斯基提供很多寶貴的意見，著者在這裏謹向他們表示深切的謝意。

著 者

第一章 油田和油層概說

第1節 岩石及其起源

所有構成地殼的石層都稱為岩石。岩石可以分為火成岩、變質岩和水成岩。

火成岩，或岩漿岩，是由高熱的岩漿構成的，這種岩漿曾在地殼形成前構成整個地球。從火山噴出的熔岩也可以構成火成岩。火成岩可能不露出地面，而保存和凝結在地球的深處。

火成岩不是成層的，其中沒有動植物的遺骸。

變質岩是從別種岩石變成的。例如，片麻岩是從花崗岩構成的。

水成岩(砂層、砂岩、黏土)則是別種岩石，主要是火成岩的破壞產物。在千千萬萬年的時間過程中，由於氣候變化、風和水的作用以及有機物的活動而受到破壞的岩石，被送到海洋裏，一層疊着一層地沉積起來，最後變為地層。

對於石油工作者最感興趣的是水成岩，因為石油多半是埋藏在這類岩石中的。

第2節 地殼褶曲的發生及其形狀

由水成岩構成的地層極少是很平整的，它們多半扭成各種形狀的褶曲。地殼褶曲是造山運動的結果，是側面力和垂直力作用的結果，這種力把水平狀的地層扭成褶曲。

我們每一個人都曾在河岸、峽谷和山嶺上看到水成岩層。

凡凸出部分朝上的褶曲，叫做背斜層；凡凸出部向下的褶曲，叫做向斜層(圖1)。褶曲的最高部分叫做頂或蓋，兩側部分叫做翼。圖2所示的背斜層的翼，其兩邊傾斜度是一致的；這樣的背斜層叫做對稱的背斜層。假如背斜層的兩翼傾斜得不一樣：一邊

陡削而一邊平緩，那麼這樣的背斜層就叫做不對稱的背斜層。



圖1 河岸的沉積層



圖2 背斜層和向斜層

有些背斜層是長的褶曲，反之，有些則是短的褶曲；短背斜可以造成穹隆，也就是一種四面地層都下傾的隆起。

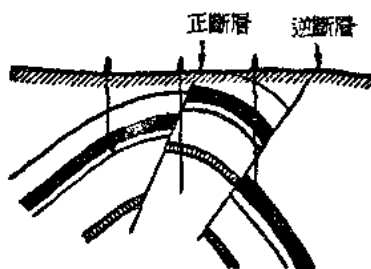


圖3 正斷層和逆斷層

但不是所有的岩層都折曲得這樣均勻。經常當地層發生褶皺時，在褶曲中發生斷口和隙縫，地層因此沿着這種裂縫彼此易位。假如一部褶曲下降，而其他部分停留在原處，那麼就構成斷層。伏爾加河上的齊古拉山，就是斷層造成的。

假如一部分褶曲上昇而稍稍超覆於他部分褶曲之上，那麼就構成逆斷層。

大的逆斷層叫做逆掩斷層。最常發生的是由斷層裂縫把背斜層的頂部分開。在圖3中所示的背斜層，就其下降的兩翼來說，頂部是上昇的。這樣的構造叫做地壘。如兩側斷層之間的地區下降，那麼就構成所謂地堦。貝加爾湖就是這樣的大地堦。

第3節 怎樣根據硬度把岩石分類

岩石按硬度可分為七類：

- (1) 流砂，就是流砂地層，主要為吸足水的細砂層；
- (2) 散粒地層，由個別的岩石質粒，例如砂子、圓石、礫石等構成；
- (3) 軟地層或土質地層，屬於此類的有沖積層、純黏土；

(4) 弱地層，屬於此類的有少數幾種緻密的粘土、板岩、岩鹽；

(5) 鬆地層，例如石灰岩和砂岩；

(6) 硬地層，大部為火成岩——花崗岩等；

(7) 極硬地層，屬於此類的為硬度更大的火成岩——燧石、玄武岩。

在鑽鑿油、氣井的實際工作中，一般都採用另一種較簡單的岩石硬度分類法，即把岩石按其堅硬的程度分成四類：軟地層、次硬地層、硬地層和極硬地層。

這樣的岩石分類，是在每一地區根據實際的資料而制訂的。

第4節 石油的起源

石油是一種非常寶貴的可燃礦物，從石油中可以取得汽油、煤油、潤滑油和千百種在工業、運輸和農業上所必需的各色各樣的產品。

石油是一種可燃的油狀液體，其色澤的差異可自綠色到黯褐色。它主要由碳氫化合物，即烴所構成；它裏面碳的平均含量為86%，氫為13%。除了這些主要元素之外，在石油中尚有微量的氮、硫和無機雜質。

石油較水為輕。石油的比重從0.7到0.98；祇有在極少的場合，石油比水重。

石油氣是由最輕質的碳氫化合物組成的。

關於石油起源的問題，至今還沒有研究出來。

目前有兩派不同的石油起源學說。

第一派是石油無機起源說。

第二派是石油有機起源說。

俄國偉大的學者門捷列夫的碳化物說即屬於第一派。

根據這一派學說，在地下深處由於水蒸汽與含有微量碳（碳化物）的鎔化金屬（主要是鐵）相接觸，而構成了烴類。然後氣態烴沿着地殼內的裂縫而上昇到上部已經冷卻了的地層，以石油的

形態聚積在有孔隙的岩石中。

目前已經證明了這一派學說的錯誤性。

石油的有機起源說是比較有根據的。按照最可信的有機起源的說法，石油是由最簡單的海草和生活有機體（軟體動物、水母等）構成的；這種有機體目前在瀉湖和海灣底部也有大量的聚積而正在構成淤泥。在千千萬萬年的時間過程中，水草和動物的遺骸被沉積物所埋，多油的淤泥在壓力、溫度和化學變化的作用下變成了石油。

這一派學說的可靠性在於這一事實，即所有的油田都位於古海岸和海灣的附近。

第5節 石油是怎樣埋藏着的

石油多半埋藏在砂層和砂岩中，而少數埋藏在石灰岩中。它佔據着這些岩層中的孔隙，即岩石顆粒之間的空間。

油層中孔隙的容積很大，它可以佔到整個岩層體積的十二分之一到五分之一。一個厚度為5公尺和面積為1平方公里的油層，可以含油850 000噸。

石灰岩也有孔隙，但其中的孔隙有時很大，它們叫做晶洞。

在第二巴庫很多地區的石灰岩中都埋藏着石油；在砂層和砂岩中埋藏石油的，則有巴庫、格羅茲內、克拉斯諾達邊區、烏克蘭的西部各州和其他地區。

石灰岩、砂層和砂岩的一個非常重要的性能是它們孔隙的通透性，也就是所謂滲透性。假如孔隙的滲透性壞，那麼從這樣的油層採油就很困難；如滲透性太壞，採油就不可能。

石油總是和位於油層最高部分（褶曲頂部）的天然氣一同埋藏在油層中。天然氣可以處在石油的上部，也可以溶解在它裏面。在油層的下部（褶曲的翼部）差不多總有水，這水彷彿托持着石油。

天然氣也可以單獨埋藏着，而沒有石油。在蘇聯有很多純粹的天然氣礦床。

油層中的石油、天然氣和水按着比重定律而分佈着：水（因為是最重的液體）在下面，油居中，氣在上。

油田很少是由一層油層構成的，通常一個油田有着好幾層油層。在某些油田中，也有開採幾十個油層的。

油層的儲油量應根據它的面積、厚度、孔隙率、壓力和其他因素而判斷。

照例，油層埋藏得愈深，其中的壓力也愈大。埋藏深度為1000公尺的油層，其壓力可達100個大氣壓或超過之。

自然，當井穿過這樣的油層時，石油和天然氣就會挾着很大的力量逃逸到地面，井就開始狂噴。

隨着井深增加，溫度也增加。在巴庫區，井深每增加30—33公尺，溫度增加 1° ；在第二巴庫區則井深每增加40—50公尺，溫度增加 1° 。凡地殼溫度每變動 1° 的垂直距離，稱為地溫差率。

第6節 蘇聯的油田

在蘇聯的礦藏中，石油特別豐富。世界聞名的蘇聯的大地質學家——顧勃金、阿爾亨格利斯基、郭魯別特尼可夫等人——在研究俄羅斯的地質構造以後，提出了很多關於發現新油田的預言。蘇聯的各加盟共和國差不多都產石油。

最古老的石油產區是巴庫、格羅茲內、馬關普和恩巴。最年青的是第二巴庫各油區。第二巴庫佔有伏爾加與烏拉爾之間的廣大地區。這裏的探勘工作是在三十年代按照斯大林同志的指示而開始的。那些最豐富的油層則是在偉大的衛國戰爭時期才發現的。

第二巴庫最有名的油區是：克拉斯諾卡姆斯克、伊森巴、杜馬扎、舍茲拉尼、斯塔夫羅泊利。

在中亞細亞各地，在格魯吉亞，在烏克蘭西部諸州及其他地區，都有油田。

地質學家逐年都在發現新的油田。

第7節 油田的普查與探勘

石油埋藏在不同的深處，並且石油礦床多半沒有外在徵象。因此，要把井打得成功而採得石油，首先應當知道哪些地區是可能有油、氣礦床的，然後再弄清楚石油和天然氣埋藏在怎樣的地層中和怎樣埋藏着，以便就在這些地層上打井。

普查與探勘油、氣礦床的目的就在於闡明這些問題。

礦床的普查與探勘包括着若干彼此不可分的階段。這些階段有時是依次進行的，有時在時間上則是彼此割斷的。

探勘的第一個階段是野外探勘。我們知道，大多數油田屬於地殼的背斜隆起（構造）。因此，地質探勘工作者對露出地表各地層加以觀察，或者以探坑或探槽暴露這些地層，由此來闡明研究地區的地質構造。地質學家同時要研究岩石的時代和它們的成份等等。根據這些間接的，有時則為直接的徵象（地表上的氣苗或油苗），地質學家就可以確定地下有沒有油和氣。

這樣的探勘方法並不是永遠適用的。有時探勘工作者對之感覺興趣的地層（或構造），被厚達數十公尺甚至數百公尺的其他地層覆蓋着。在這種場合，為了避免另打特種井眼去探明被覆地層的地質構造，就得進行地球物理探勘。

地球物理探勘方法是以研究不同岩層的某些物理性質的變化為基礎的。

當進行石油的地球物理探勘時，所用的方法有如下幾種：重力、磁力、地震和電法。

重力探勘法以測量地心吸力為基礎。

構成地殼的岩層因其密度各不相同，故吸引地面上的物體時，力量有強有弱。

以非常靈敏的特種儀器來測量研究地區的重力變動情況，就可以判斷岩石的密度，算出它的埋藏深度，同時測定它的埋藏形態（地層的地下地形）。

磁力探勘法是假助特種的儀器來測量地磁場的強度。

若地內積有磁質量，磁場強度就會增大而超過正常，也就是出現磁力異常。

磁力探勘就在於調查磁力異常。

根據磁力異常，地質學家就可判明構成地球各物質的非均一性，從而作出關於該研究地區地質構造的結論。

地震探勘法是在於測定由地面上人工爆炸引起的震波通過地層的速度，是在於研究從地層邊緣反射出來的震波。換言之，地震法是以研究岩層的彈性為基礎的。

電法探勘是使電流通過岩石而研究後者的電氣性質。

岩石按其導電性質可以分成三類：導電良好的、導電不良的和差不多不導電的。

地質學家測定了岩石對電流通過所生的阻力以後，就可以了解地內的構造情況。

根據野外探勘和地球物理考察所得的資料，就可編製區域地質圖，該圖在於說明研究區的地質構造。這一工作的結果是第二個階段——詳查——的基礎。

進行詳查的目的是在於研究可能含油的地質構造。為了確定已探勘地區的構造與剖面，要進行深達 300—400 公尺的構造製圖鑽井工作，有時要鑽深到 900—1000 公尺。打這種井是以機械方法用輕便鑽機和半輕便鑽機（KAM-500 型及其他型式鑽機）來進行的。這種井的井身裝置很簡單，因為它們的用途不在於作工業性的試油、氣工作。

在詳細研究了區域構造之後，就可以選定深探井的位置而開始進行深探鑽工作。鑽深探井是確定礦床工業性價值的最後一個階段。為了詳細地研究地層，確定石油貯量並測定石油礦床的邊界（或所謂「含油邊線」），普通要打好幾口井。

第8節 地 質 井

蘇聯石油和天然氣工業的發展要求着發現新的石油和天然氣產區。這祇有在全蘇範圍內，在全面的地質研究基礎上着手才有

可能。

爲了達成這一任務，就得在不同的地區鑽鑿所謂地質井。打地質井首先在於弄清楚未經過很好考察的地區的地質構造和石油普查工作的方向。

地質井的井位是根據各有關機關學術委員會所批准的地質鑽井總計劃而選定的，每一地質井應當以地質和地球物理方法，作多次的觀察與研究而加以全面考察。對所取的岩心應特別重視。所有關於地質井的材料，都要在科學研究所中整理。

第9節 生產鑽井

經過以鑽深探井法確定石油或天然氣礦床的工業性價值之後，就可進入油田的工業性開採階段，也就是進入打生產井和採油的階段。

每一個別油層以至整個油田的開採工作是按照周密考慮過的計劃而進行的。

目前對每一新油田都要製訂總體開採計劃，由這一計劃規定礦床的開採期限、在礦場興建各種設備的程序、鑽井步驟（也就是礦床的開採方法）。

油層的開採方法有兩種：一種是全盤開採法，另一種是逐步開採法。

凡佈定在各生產層上的井眼於最短期間鑽完的，這種開採方法就叫做全盤開採法。

當採用逐步開採法時，鑽井工作是逐步進行的。在這種場合，井位可以按不同方式佈置。第一批井可以就整個油層的面積而佈置，然後再在已開採各井之間另佈井眼。這樣的開採法叫做密植法。第一批井眼也可以佈置在油層的一定部分，以後的井眼則並列地佈置在油層的未開採部分。這樣的開採法叫做蔓延法。這裏又可分爲沿油層傾斜面往下的蔓延法和沿油層升起面向上的蔓延法。

對於每一油層，應根據它的厚度、含油飽度和其他地質以