

高等地质学用書

7075

油礦地質学

上 册

苏联 M.Φ. 密尔欽克著

石油工業出版社

高等學校教學用書

油 礦 地 質 學

上 冊

蘇聯 M.Φ.密爾欽克著

石油工業出版社

高等学校教学用书

油 矿 地 质 学

下 册

苏联 M.Φ.密尔钦克著

石油工业出版社

內 容 提 要

本書所談範圍很廣，從鑽井剖面的研究談起到制訂油田開採計劃止，其中包括地質剖面繪制與對比、油層物理性、油田水、油田開採以及石油儲量計算法等，對於每個問題都有全面詳盡的敘述。

作者編寫這本書的目的，原是作為石油高等學校的教材，但就其內容來看，也是從事石油地質工作者的一部極其寶貴的參考書。

М. Ф. МИРЧИНК

НЕФТЕПРОМЫСЛОВАЯ ГЕОЛОГИЯ

根據蘇聯國立石油燃料科技書籍出版社

1946 年列寧格勒版翻譯

統一書號：13037·3

油 礦 地 質 學

上 冊

*

石油工業出版社出版（地址：北京六鋪炕石油工業部十号楼）

北京市書刊出版營業證許可証出字第083號

北京市印刷一廠排印 新華書店發行

*

850×1169 1/32 開本 * 印張12 1/2 * 插頁6 * 288千字 * 印1—8,100冊

1956 年 6 月北京第 1 版第 1 次印刷

定價(10) 2.4 元

內 容 提 要

油礦地質學分上下兩冊出版，上冊已經出版，這是下冊。

上冊談到油礦地質方面問題較多，下冊着重討論有關採油方面問題，如油層驅動，油田開採，油氣儲量計算，採油計劃等等，內容包括很廣，而且作者還引述了許多實際數據及例子作為說明，使所述內容更具說服力。

從全部內容來看，本書切合我國目前本課目的需要，使讀者對於各個問題都能有個比較明確的概念。

М. Ф. МИРЧИНК

НЕФТЕПРОМЫСЛОВАЯ ГЕОЛОГИЯ

根據蘇聯國立石油燃料科技書籍出版社

1946年列寧格勒版翻譯

統一書號：13037·12

油 礦 地 質 學

下 冊

*

石油工業出版社出版（廠址：北京六師航石油工業部十號樓）

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

*

787×1092 $\frac{1}{32}$ 開本 * 印張15 $\frac{1}{4}$ * 290千字 * 印1—6,100冊

1953年8月北京第1版第1次印刷

定價(10)2.40元

前 言

这本“油礦地質学”教材是重新寫的。它和 1934 年及 1939 年出版的(巴庫, 阿塞拜疆石油出版社)、大部分是本作者寫的那些教材完全不同。其不同之处將在緒論中談到。

这本教材早就准备付印, 但因种种原因延誤了出版。同时, 也因为这种原因, 所以在这本書里沒有談到莫斯科劳动紅旗勳章科学研究部古勃金石油研究所最近提出的關於井位佈置問題的著作以及美國研究工作者們關於該問題的最近著作, 也沒有談到油層的驅動問題和加强採油法問題。

在本書寫作过程中, 特·符·查勃列也夫及普·恩·也尼基夫兩位同志給我很大帮助——在我寫第二章时查勃列也夫同志給我很大的帮助, 在我寫第十三章时也尼基夫同志給了我很大的帮助。作者在这里向以上兩位同志表示衷心的感謝。

一九四五年十月十五日

緒 論

在本世紀二十年代末期和三十年代初期，首先在美國——當時石油工業最發達的國家——以後在我們蘇聯，可以在石油地質學這部門看到一個新的方向，就是要保證滿足在油田及油層開採中、在計算石油儲量及進行採油設計時所提出的各項要求。

在這個新的石油地質學領域內所出現的第一批著作有符·科特列爾，克·維爾，約翰路魯斯等的作品。這些人提出了一種當時認為是油井及油層未來產量的新的估計法——生產率曲綫法。科特列爾曾擬出一個說明油井排油半徑與產量關係的法則，這個法則曾得到廣泛的傳佈和應用。

根據姆·斯·科列斯尼考夫、斯·查爾諾茲克、姆·弗·密爾欽克等的著作(1921—1928年)，在我們蘇聯就應用了一種新的評價油層及計算石油儲量的方法。在同一時期內，又出版了一種專為討論油層合理開採問題的文集(巴庫，阿塞拜疆石油地質勘探處出版，1927年)，在這個文集的許多作者之中姆·符·阿勃拉莫維奇起的作用最大，他曾提出了新的油層開採的分類法。

1930年比比-埃依巴特油田(在阿普希朗半島上)開始採用了新的“自下而上”的開採法，這種新的方法正和老的“自上而下”的開採法相反——這種老的方法，已經和當時我國對石油及石油產品需要的急劇增加而引起的鑽井技術的蓬勃發展、油田鑽探速度的加快及採油量的增長不能相容了。

在美國的許多直接談論油層開採的著作之中，以爾·斯·尤林及斯·哈勞德兩人所著的作品最為重要。特別是哈勞德討論儲油層驅動的著作，對於開採油層時長時間內地質方面所發

生的动态作了各种預測。

由於鑽井时的不取全心、限制鑽進間隔的尽量縮短以及电測与許多其他油井剖面对比法的發明，不但實質上改变了而且还使油礦地質师對於鑽井資料与油田地質構造及个别油層地質構造等研究工作更加复雜了。

石油地質师必須精心注意各种与油層及油井开採有关的問題。由於在苏联許多油区中已經轉入鑽探比較深的油層，油井过早地被水淹沒的現象非常嚴重，所以對於油層的鑽鑿、油井的試油以及採油时的技術措施等就变得無可比拟地更为复雜了。

採油部門对地質师提出的各色各样的要求，从定井位、試油、准备採油起，一直最后到如何从油井中獲得最經濟有利的產量，以及全面解决油層合理开採、油气儲量計算及採油計劃等的必要性，这些都是油礦地質师的新任务，完全和專門担任普查及勘探的石油地質师的工作范围不一样。

在外國的各种石油文献中，特別是美國的，有許多的著作專門談一些有关油層物理性質、油与气及水在礦層中的產狀和运动情况以及部分有关油層的开採等等問題。但是一直到今天我們還沒有看到一部有系統的著作，專門分析油礦地質学方面从實踐中所積累的及科学研究中所獲得的經驗。

第一个要想寫这样一本書的——油礦地質学，就是我們苏联，在石油之城巴庫。这当然不是一个偶然的現象。因为在这門課程中所談的許多基本問題，是由於我國的計劃經濟在原則上不同於資本主义經濟而發生的。油田及油層的勘探及开採法問題，油田及油層的驅動問題，油气採量的計劃問題等等，只有在石油工業的合理的、有計劃的及全國性的領導之下才能解决。

“油礦地質学”这本稿子第一次是 1932 年在阿塞拜疆工業学院中宣讀过。不久以后，在教授会的一些同志們的帮助下，作者就把这本教科書用同样的書名初次出版了。以后，这本教本又經過很大的修改，其中主要的是關於油層物理性質（孔

隙率，滲透率）、油層壓力及油層與油井生產率問題，特別是關於油層驅動與開採問題。關於計劃油氣產量問題，我們現在在原則上要用另外一種方法去說明。

1938年2月在巴庫城召開的全蘇石油工作者會議乃是油礦地質學發展中的一件大事。在討論到的許多問題中，大家特別注意井距問題，鑽井期間的地質領導工作及鑽井期間所得資料的解釋問題等等。根據該會議的決議，便在1938年3月19日發佈了給重工業人民委員部的第92及93號兩項命令。

在這兩項命令中提出要開展的行動綱領，不但包括機構的改組，並且規定地質部門必須實際直接參加油礦的鑽井工作和採油工作。在托辣斯及油礦地質部門的改組方面，命令中規定一向專從事檢察工作的地質師們應當直接參加生產工作，擔負起像鑽井及採油人員們一樣的責任。

上述命令中還規定了消除地質會議所暴露的一些缺點的具體指示。比如在油礦地質師確定技術措施時，應責成其：

- (1) 確定正確的採油井的操作措施，
- (2) 檢查油井規定採油措施的完成情況。

十分明顯，油礦地質師的責任應當包括分析工作和個別油層開採方法的確定，即在油礦上進行整個油井操作情況的分析研究，否則，如不進行分析，如不考慮油層物理-地質情況的變化，就不可能確定個別油井的正確的開採措施。

命令規定從開始鑽井時起必須填寫油井記錄証，這也是一項具有重大經濟意義的措施。填寫時必須按年月日順序將主要地質-生產情況記入記錄証，這毫無疑問可以便於正確地估計個別油井的、從而也就是全礦油井的可能生產量，並擬訂提高採油量的各項措施的計劃。

油礦地質師還應當負責檢察採油隊對井底油流情況所進行的系統測定。根據圖表至少每三日計算一次油、氣及水的採量，以及檢查日記錄及月記錄，這全都是油礦地質師的責任。

而尤其重要的是要在記錄中詳細記入井口压力、管外压力、油气分离器压力以及油咀有效直徑。

在根据上述命令制訂採油計劃方面，曾規定必須重新審查以前根据所謂压力遞減率（“純計算值”）所訂的計劃方法。新的計劃方法是从确定与油礦技術措施計劃相協調的各油井的可能採量出發的，它应当成为設計未來採油量的根据。

關於分析以及重新審查曾經採用过的開採方法問題，油礦地質師应当負責仔細觀察：開採同一油層時各油井的互相影響，新油井的試油工作，对分为个别採油層的厚油層進行開採的情況等等。所有這些資料，在開採主要油層時對於解決井位佈置法的選擇問題極為必要。

在命令里还特別指出了油礦上那种不能令人滿意的科學研究工作及實驗室工作方面的佈置情況，特別是關於含油岩層孔隙率及滲透率的研究方法。因此，油礦地質師應負責对“油礦範圍內含油岩層作系統的分析研究工作”。同时又指出各油礦必須備有井底压力計，雅科甫列夫仪器等，因为这些設備對於廣泛地研究油井動態以及油層压力作用都是很必需的。

以上就是全蘇石油會議（1938年2月）以及1938年3月18日發給重工業人民委員部第92，98号命令对油礦地質師提出的基本任务的簡述。

当然，在全蘇石油會議以后，作为一門科學的油礦地質學又有了進一步的發展，但是這方面的基本方針还是那个时候确定的。

根据上述任务，在目前“油礦地質學”的發展階段上，這門課程到底应当包括那些問題呢？我們認為下面的內容最为合理：

- （1）鑽井工作中的地質工作以及鑽井時所獲資料的研究。
- （2）油田地質構造的識別。
- （3）含油層物理性質的研究。
- （4）地下油、氣及水的化學与物理性質的研究。

(5) 根据油層驱动及構造确定油田及油層勘探及开采。

(6) 採油工作中的地質工作。

(7) 石油及天然气的儲量計算。

(8) 採油工作計劃。

本書第一部分包括兩章：第一章討論鑽井剖面的研究及地質資料的編錄，第二章討論現有的各鑽井剖面的对比法。

第二部分說明地質剖面的繪制法及油田構造的描述。

第三部分研究儲油層孔隙率及滲透率，這對於了解气、油及水在孔隙介質中的移动非常重要。

第四部分一共有三章，里面討論識別油田水的方法及确定油井滲水处的条件，叙述油与气的基本化学物理性質，以及闡明在地下一定压力及溫度下与油气所处状态有关的各項問題。

本課程中最重要的第五部分專討論油田开采問題，一共也分三章。第一章討論如何將含油層划分成几个开采層的原則和实际应用。第二章討論採油时油層中起作用的力、推动油到井底的力以及阻止原油移动的力的动态，同时还談到我們現在所謂的油層的驱动問題。第三章討論目前采用的开采整个油田与开采个别油層的方法，以及有关井位佈置的問題。

第六部分專門討論鑽鑿油層的地質条件，油井及目前油層採油情况的研究以及採用二次採油法的地質原理。

最后，第七与第八部分討論地下油气儲量計算与採油計劃問題。

自然，油礦地質学是一門年青的科学，現在还在發展的初期，所以这里有許多問題，如油層驱动、开采时的井位佈置、石油儲量計算以及採油計劃，都还不能算是已經最后解决和全面研究过了。这些問題还需要大家繼續討論。但是，我們也不能不承認，在过去二十年內，“油礦地質学”這門功課已經形成，而且已成为我國高等石油学校基本教學計劃中一門很重要的科学課目了。

目 錄

前 言

緒 論

第一章 鑽井剖面的研究及地質資料的編錄 1

A. 鑽井中岩心、水樣、油樣及氣樣的採集 1

§ 1. 怎樣從頓鑽鑽進的井中採取岩樣 3

§ 2. 怎樣從旋轉鑽鑽進的井中採取岩樣 4

B. 岩樣描述 15

B. 根據各種岩樣研究構造資料 16

Г. 研究岩樣中的油氣含量 22

Д. 取水樣 27

E. 岩心的採集法 30

Ж. 鑽井時地質資料的編錄(鑽井記錄的填寫) 31

第二章 現有的各種鑽井剖面對比法 35

A. 肉眼對比法 36

§ 3. 按岩石成分對比剖面法 36

§ 4. 碎屑法 39

§ 5. 按肉眼可見的動物化石對比剖面法 47

B. 顯微岩石學對比法 48

§ 6. 岩石的機械分析 48

§ 7. 岩石顯微礦物分析 54

B. 微動物化石對比法 59

Г. 粘土層花粉分析對比法 65

Д. 地球化學對比法 66

§ 8. 含碳率對比法 66

§ 9. 含鈳量對比法 67

§ 10. 粘土的燃燒對比法 69

E. 地球物理對比法 69

§ 11. 电测和自然电位的对比	69
a. 關於視电阻率和自然电位的一般知識	70
б. 自然电位	74
в. 电测时测量电阻和 FS 原理摺論	78
г. 电测井时各种因素对测量电阻所起的影响	81
д. 误差法 (BK3)	89
e. 测井用电極系类型和大小的选择	97
ж. 採用电测法对比井下地質剖面	100
§ 12. 热测井	111
§ 13. 根据岩石的磁性对比	112
ж. 机械对比法	115
§ 14. 按鑽头磨損程度对比油井剖面	115
§ 15. 按鑽井時間对比井剖面	117
3. 井剖面的綜合对比法	120
§ 16. 油田正常(标准)剖面圖及一部分剖面圖的繪制	122
第三章 油田地質橫剖面圖的繪制及油田構造的描繪	
方法	126
A. 鑽井剖面的圖示	127
B. 油田地質橫剖面圖的繪制	131
§ 17. 繪制精確地質剖面的条件	143
§ 18. 地質橫剖面的对比	145
§ 19. 根据地質橫剖面繪制立体圖	145
B. 構造圖	147
§ 20. 構造圖的描述	147
§ 21. 構造圖的繪制	149
§ 22. 根据地質橫剖面繪制構造圖	153
§ 23. 影响構造圖精確度的条件	155
§ 24. 構造圖的实际应用	158
Г. 海蝕面、侵蝕面及構造生成面的構造圖	159
Д. 傾斜構造圖	160
E. 等垂距綫圖	169
Ж. 其他表示油藏構造的圖	172

§ 25. 油層圖	172
§ 26. 油層厚度变化圖	173
§ 27. 油滲岩石成分变化圖	176
§ 28. 油層膠結情况圖	178
§ 29. 油水接触面圖	179
§ 30. 等电阻圖	180
第四章 油層的物理性質	187
A. 岩石的孔隙度	187
§ 31. 砂質-粉砂質-粘土質(中粒和細粒碎屑的)岩石 的孔隙度	196
a. 顆粒絕對尺寸的影响	204
б. 顆粒尺寸的不均匀性	206
в. 顆粒的篩分(机械)組成及孔隙度	207
г. 顆粒的形狀与孔隙度	211
д. 在沉積过程中及沉積以后碎屑沉積物的緊縮作用	213
§ 32. 砂岩与礫岩的孔隙度	216
§ 33. 石灰岩和白云岩的孔隙度	217
§ 34. 致密(不松散)砂層孔隙度的計算法	218
a. 重量法或吸收法	219
б. 比重法	221
в. 計算孔隙率的容積法	223
§ 35. 疏松砂質岩層孔隙率的計算	231
§ 36. 石灰岩和白云岩孔隙率的計算	235
§ 37. 含油層的有效孔隙率	240
§ 38. 岩層孔隙中石油飽和的情况	250
B. 儲油層的滲透性	252
§ 39. 儲油層的滲透性及其構造特征	260
§ 40. 儲油層的滲透性与压力	277
§ 41. 儲油層的滲透性, 流体粘度与溫度	281
§ 42. 實驗室計算滲透性的方法	283
a. 現有的几种仪器	284
б. 岩样的准备	288

в.	流体的选择	290
г.	用液体测定绝对渗透性或物理渗透性	291
д.	用气体测定岩石的绝对渗透性(即物理渗透性)	294
е.	用气体和液体测定岩石绝对(物理)渗透性的比较	296
ж.	原有结构已被破坏的疏松砂岩渗透性的测定	298
з.	有效渗透性的测定	300
и.	在实验室研究储油层渗透性的实际意义	301
§ 43.	根据油田资料计算油层渗透性	302
第五章 油田内的石油与天然气		307
§ 44.	石油及其性质	307
§ 45.	石油的商品质量	315
§ 46.	石油的主要物理性质	317
а.	石油的粘度	318
б.	表面张力	322
в.	石油的热性	326
§ 47.	油层中石油性质的变化	330
§ 48.	油田气	333
§ 49.	气体状态变化的规律	335
§ 50.	石油中的气体溶解度	343
§ 51.	溶解气体对于石油的粘度和表面张力的影响	348
§ 52.	溶解气体对于石油密度和体积的影响	349
§ 53.	油气比, 调节油气比的必要性	352
§ 54.	采气量计算	355
第六章 油田水		356
§ 55.	关于油田水聚集的一般概念	356
§ 56.	油田水的物理性质	358
§ 57.	油田水的化学性质	360
§ 58.	巴列麦尔关于水的分类	366
§ 59.	巴列麦尔油田水分类的补充	374
§ 60.	油田水的类型	378
§ 61.	确定井下漏水位置的技術方法	382
а.	套管注水泥法(水泥塞法)	383
б.	圆锥形提捞器法	383
в.	压木塞法	384
г.	用液体电阻器测定井下漏水的方法	385
д.	用电力温度计测定井下水流法	389
е.	用电力温度计测定管外液体(水)流动的方法	392
ж.	用光电定位器测定侵入井内的水流的方法	393

目 錄

第七章 油田内部的压力与温度	395
§ 62. 油層中的地層压力	395
§ 63. 靜液面与动液面。关于压力梯度的概念	400
§ 64. 井底压力及油層压力的計算	403
§ 65. 生產井中井底压力近似值的計算法	407
a. 自噴井井底压力近似值計算法	407
б. 压縮机採油井井底压力近似值計算法	410
в. 深井泵採油井中井底压力近似值計算法	414
§ 66. 測量油層压力及井底压力的仪器(井底压力計)	423
§ 67. 等压圖的繪制	428
§ 68. 油田的地下溫度	430
第八章 怎样把一个含油層划分为好几个开採層	435
§ 69. 含油層的厚度	435
§ 70. 油田剖面中油層、水層以及干層(漏失層)間之相互 关系	437
§ 71. 岩石成分, 滲透率, 油气飽和度不同的油層在油田 剖面中的相互关系	438
§ 72. 在含油層系剖面中的不滲透油, 气和水的分隔層	445
§ 73. 石油物理-化学成分的一致程度	447
§ 74. 划分油田剖面的方法	448
§ 75. 怎样划分厚油層为几个开採層	452
第九章 油層驱动	456
§ 76. 原理	456
§ 77. 油層动力	457
a. 边水压头或称边水压力	457
б. 压縮气体的压力	461

n. 重力	465
§ 78. 保持石油在油層中的力量	468
a. 毛細管力	468
6. 石油的附着現象	470
§ 79. 石油在油層中运动时的阻力	472
a. 水压阻力	472
6. 賈敏效应	476
§ 80. 現有关於油層驅動的概念(斯·海勞德的分類法)	480
§ 81. 对斯·海勞德原理的批判	483
§ 82. 關於油層驅動的近代概念	487
第十章 油田及各油層的勘探与开採	492
A. 油礦区內的勘探	492
§ 83. 概論	492
§ 84. 採油層下面新油層系的勘探	493
§ 85. 已开採油層系的勘探及探边工作	495
§ 86. 定探井井位的根据	499
a. 探边井	500
6. 勘探和試驗新区內正在开採的油層的探井	502
B. 鑽穿和試驗新油層的探井	503
§ 87. 鑽探計劃执行情况的監察	505
§ 88. 如何計算增加的总井数及增加的含油面積	506
§ 89. 探井試油时的地質檢察	506
B. 油田的开發	507
§ 90. 合理开發油田的問題	507
§ 91. 开發整个油田的方法	509
§ 92. 开發单独油層的方法	515
§ 93. 按几何網制訂的油層开發系統	518
a. 井位佈置網的形狀	519
6. 井距	523
a) 井距問題發展史	523