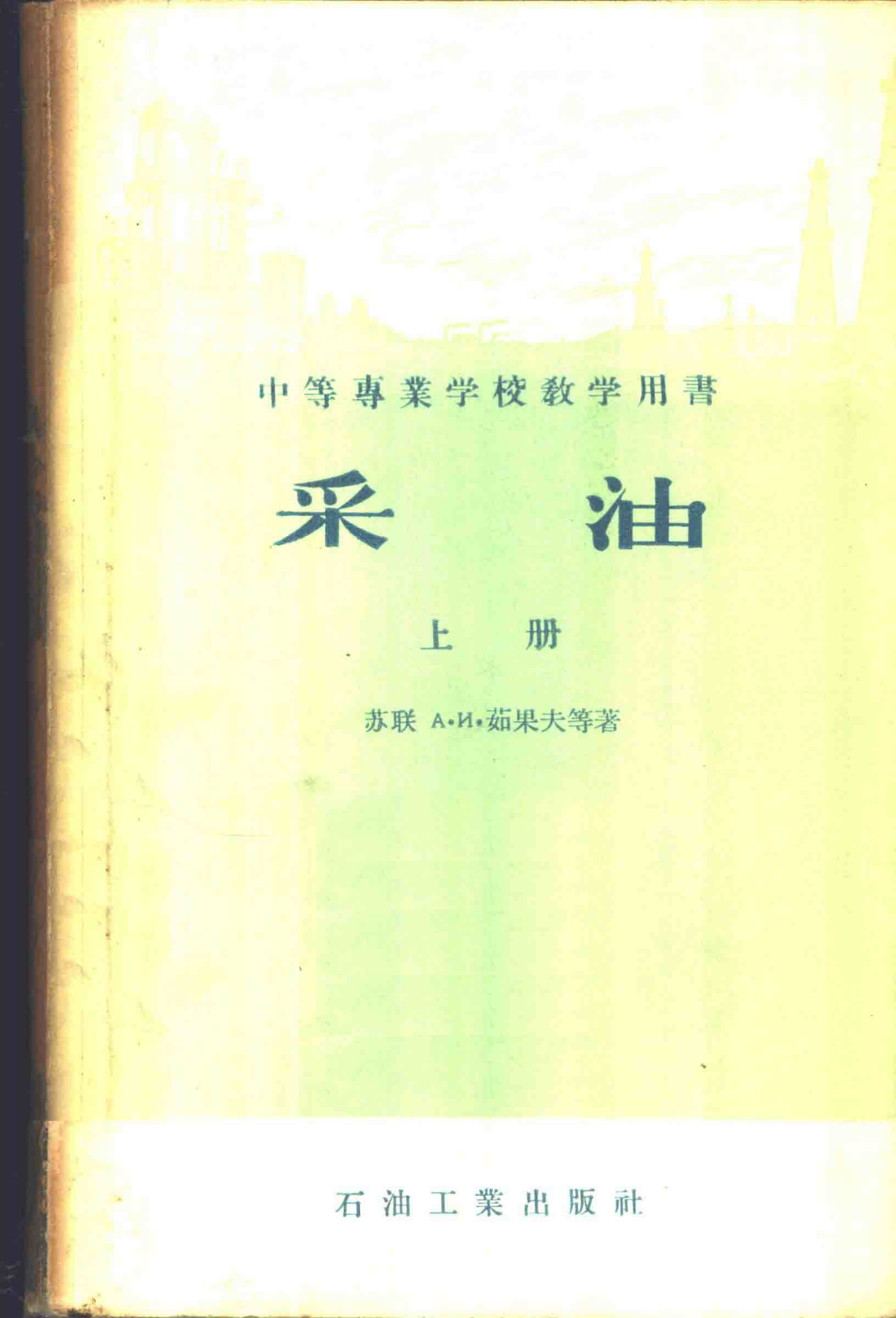




中等專業學校教學用書

采 油

上 册

苏联 А.И. 茹果夫等著

石油工業出版社

中等专业学校教学用书

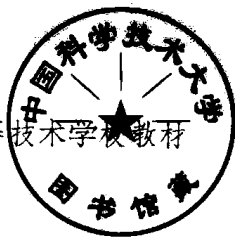
采 油

上 册

苏联 А. И. 茹果夫等著

王福松等译

苏联石油工业部教育司审订作为石油中等技术学校教材



石油工业出版社

这本“采油”是中等石油技术学校的教材。它系根据苏联采油科学和技术的新发展写成的，里面有一部分新的采油和修井设备。本书分上下册出版。在这本上册中主要讲油藏物理性质、采油物理基础、油藏研究和试井、鑽开油層和試油、自噴开采和气举开采等。

本书除可作中等石油技术学校的教材外，可供油田采油地质工程师和技术員参考；另因内容較新，还可作为石油学院采油系教授和学生的参考書。

本书第二章3—9节、第三章1—9节、第四章和第七章为王福松譯出，其余章节由本社譯出。

**А. И. ЖУКОВ, Б. С. ЧЕРНОВ,
М. Н. БАЗЛОВ, М. А. ЖУКОВА**

ЭКСПЛУАТАЦИЯ НЕФТЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ
根据苏联国立石油燃料科技書籍出版社(ГОСТОПТЕХИЗДАТ)

1954年莫斯科版翻譯

統一書号: 15037·244

采 油

上 册

王福松等譯

*

石油工業出版社出版(地址:北京六鋪炕石油工業部十号楼)

北京市書刊出版業營業許可証出字第083号

北京市印刷一厂排印 新华書店發行

*

850×1168 $\frac{1}{32}$ 开本 * 印張10 $\frac{3}{4}$ * 257千字 * 印1—1,600册

1957年6月北京第1版第1次印刷

定价(10)1.70元

目 录

导 言	1
第 1 节 苏联采油事業發展簡史	1
第 2 节 苏联科学家在發展采油技术方面的作用	3
第一章 油藏物理性質	6
第 1 节 油藏和油田	6
第 2 节 岩样的采集、保存和分析前的准备工作	7
第 3 节 含油層的孔隙率	8
第 4 节 含油層的油、水飽和率和碳酸鹽度	15
第 5 节 含油層的滲透率	16
第 6 节 原始油層压力	20
第 7 节 原始压力在油層中的分配	23
第 8 节 油層溫度	29
第 9 节 石油的成分和物理性質	30
第 10 节 石油粘度	33
第 11 节 石油气的成分和物理性質	38
第 12 节 油田水的成分和物理性質	45
第 13 节 液体的分子压力	49
第 14 节 表面張力	50
第 15 节 各相之間的相互作用	52
第 16 节 地層条件下表面張力和潤湿接触角的測量	52
第 17 节 毛細管中可湿液体的自行上昇	54
第 18 节 油藏中束縛水的含量	56
第二章 采油物理基础	57
第 1 节 液体及天然气流向井底的条件	57
第 2 节 油井产量公式	58
第 3 节 有助于从油藏中采出石油的力和因素	71
第 4 节 油藏中的毛細管現象或分子-表面現象	76
第 5 节 妨碍从油藏中采出石油的力和因素	81
第 6 节 油藏驅動的概念	88

第 7 节 油井的稳定工作制度	90
第 8 节 油井的相互作用	93
第 9 节 采油量的确定和控制	100
第三章 油藏研究和试井	101
第 1 节 试井的目的	101
第 2 节 试井方法	102
第 3 节 在稳定的油井工作制度下试井	103
第 4 节 当使用稳定排液法试井时试井资料的分析整理	104
第 5 节 在单相液流条件下试井时, 渗透率和导压系数的确定	111
第 6 节 试油井(水井)时确定导压系数	114
第 7 节 在不稳定的油井工作制度下试井	116
第 8 节 按照开井或关井后的井底压力变化曲线确定导压系数 和渗透率的方法	119
第 9 节 由试井转为研究油藏	123
第 10 节 试井设备	132
第四章 油田开发的基本概念	163
第 1 节 油田开发过程的工艺概念和合理开发油田的任务	163
第 2 节 确定合理开发方法的综合法的实质	165
第 3 节 油田合理开发方法的经济基础	170
第五章 鑽开油層和准备油井投入生产	172
第 1 节 鑽开油層时的措施	172
第 2 节 井底设备	175
第 3 节 襯管的構造	179
第 4 节 井下射孔	182
第 5 节 礫石襯管	183
第 6 节 自噴井及探井的井口装置	189
第 7 节 誘导油流和試油概述	190
第 8 节 利用抽子誘导油流	191
第 9 节 利用压缩天然气或空气进行試油	193
第 10 节 利用往井内同时压油、压气的方法試油	194
第 11 节 用提撈法誘导油流	196
第六章 自噴开采	197

第 1 节	总論	197
第 2 节	依靠靜水压头噴油	198
第 3 节	靠膨胀气体的能量噴油	200
第 4 节	噴油管的采用	205
第 5 节	調节自噴井工作的方法	207
第 6 节	噴油裝置	209
第 7 节	自噴井的管綫連接	221
第 8 节	油咀	225
第 9 节	油气分离器	230
第 10 节	用稳定排出法試自噴井	233
第 11 节	自噴井工作的管理及其工作时的故障	240
第七章	气举开采	247
第 1 节	气举开采的特征	247
第 2 节	昇举管系的工作原理及其效率	249
第 3 节	昇举管系的昇举方式及其特征	253
第 4 节	昇举管系的計算	259
第 5 节	油層和昇举管系協調工作	269
第 6 节	使气举采油井投入生产	272
第 7 节	降低啓动压力的方法	276
第 8 节	啓动凡尔	280
第 9 节	單套昇举管系	284
第 10 节	气举采油井的井口設備	285
第 11 节	工作剂分配系統	287
第 12 节	气举裝置	296
第 13 节	試气举采油井	299
第 14 节	气举开采时的故障及消除它們的措施	302
第 15 节	气举井工作的觀察	312
第 16 节	自动調节供給气举井的工作剂量	312
第 17 节	間歇气举开采	313
第 18 节	油矿压縮机站	319

导 言

第 1 节 苏联采油事業發展簡史

远在紀元初，巴庫区的石油开采事業在工業上已經具有很大意义。那时，巴庫的石油被用在医藥上和照明上，并且运往鄰区以及近东和中东各国。

除巴庫外，在紀元最初几世紀，在格魯吉亞和克里木也在开采石油。后来，到十八世紀初期，俄罗斯北部烏赫特油区的石油开采事業开始發展起来。1745 年在此区建成了世界上第一座石油淨化厂并投入了生产。

在这許多世紀，采油技术都是非常幼稚的。人們从渠溝、坑道、窪地和淺井中采油。用手或馬拉来轉动轆轤以皮囊提撈石油。

1846 年，西苗諾夫在巴庫鑽成了第一口油井。随着鑽井事業的發展，采油事業也發展了。在十九世紀七十年代油井口数开始迅速增長。吊油筒代替了皮囊。到七十年代末蒸汽机代替了馬拉轆轤。

在巴庫，除巴拉汗油区外，許多新的油区如薩崩奇、拉滿內、比比-埃巴德等都逐漸投入开采。

1893 年在格罗茲內鑽成了第一口噴油能力很强的油井。

1910 年至 1911 年，开始大規模地開發麦關普油区和恩巴油区的油田。

从俄罗斯石油工業出現直到革命爆發，采油技术一直处于非常低的水平上，噴油井在很短的時間內从油層中噴出大量的石油和天然气。但是大部分石油損失掉了：一部分滲入地中，一部分蒸發了；而天然气則全部揮發于大气中。

虽然如此，在这一时期內还应指出：（1）在格罗茲內各油矿已开始使用比吊油法更为有效的活塞抽油法；（2）初步用特制井

口裝置來封閉噴井；(3)部分蒸汽機已被電動機所代替；(4)已開始試用新式設備，特別是深井泵。深井泵是俄國工程師依萬尼茨基早在 1865 年就發明出來的。

1897 年，巴庫各油礦首先開始在采油工業中採用氣舉采油法。這種方法是 B. Γ. 舒禾夫在十九世紀七十年代研究出來的。

從 1920 年起石油工業的發展開始進入新的蘇維埃時期。把技術非常落后、設備破舊而又沒有任何技術器材儲備的油礦接收過來以後，在糧食不足、運輸和財政困難的情形下，光榮的巴庫石油大軍在共產黨的領導下開始了恢復和發展石油工業的鬥爭。不久以後吊油法就轉為較完善的深井泵采油法了。

大部分油礦已經電氣化。大大地改進了氣舉采油井擴大了它的使用範圍。取消了在土筑的露天的油池中儲油的方法。封閉了原油和大氣相接觸的地方。開始用天然氣制取貴重的產品——汽油。開始使用石油氣來代替空氣從井中昇舉液體。隨着油井深度的增加，發明了一種特制的高壓噴油裝置。油井敞開噴油的現象完全沒有了。在各油礦上修築了柏油路並建築了許多現代的工人村。

在 1928—1929 年以前（第一個五年計劃開始以前），在蘇聯所有工業部門中，石油工業首先完成了基本的技術改革，並且首先達到了戰前水平。它在兩年半的時間內完成了第一個五年計劃。

在第三個五年計劃時期，對采油組織機構進行了一次改革，並將采油工作轉到科學的基礎上進行——在實際工作中開始採用試井和試驗油層的方法。

1929 年，在上楚索夫城第一次采到了石油。1933 年發現了伊申拜油田。現在在蘇聯東部已建立起了強大的石油基地。從克拉斯諾卡姆斯克到斯大林格勒這一廣大的地區上分佈着很多油礦。最近幾年來巴什基里亞、韃靼和伏爾加河中游的許多大的新油礦都已投入了生產。

偉大的衛國戰爭爆發了，石油工業的發展暫時受到了阻礙。

但尽管条件困难，石油工業还是光荣地經住了最严重的考驗。充分地滿足了前后方对油品的迫切需要。

战争結束以后，石油工業很快的恢复了，并以更高的速度开始發展起来。第十九次党代表大会关于在第五个五年計劃期內把石油产量增加 85% (与 1950 年比較) 的指示，正在順利的执行着。

第 2 节 苏联科学家在發展采油技术方面的作用

苏联的科学家和工程师在世界采油科学和技术的发展中起着主导的作用。

前面已經講过第一口油井是巴庫的一位技术員西苗諾夫在 1846 年鑽成的。它比美国特尔爱克鑽成的油井早十三年。

早在八十多年前，即在 1865 年，当时还是从淺井中采油，依万尼茨基工程师就建議使用深井泵采油了。尽管油井佔有者極力反对，但終於在 1876 年在巴庫开始使用了深井泵，也就是說比美国早用了十五年。

气举采油法是苏联工程师舒禾夫在十九世紀七十年代發明的。

1916—1917 年基赫文斯基教授 (在巴庫) 創立了一套使用密閉循环系統利用壓縮过的干气开采油井的理論基础。过了 8—10 年以后，美国才开始利用壓縮气体采油。

И. М. 古勃金院士在發展石油工業方面，特別是在發展石油科学方面起了非常大的作用。古勃金和他創立的苏联石油地質学派所进行的巨大的油田研究工作，是發展油田合理開發方法的基础之一。

地下水力学、水动力学和气体动力学这些新科学的发展，是和 С. А. 赫里斯基阿諾維奇院士、Л. С. 列依本蓀院士、П. Я. 巴魯巴里諾娃-柯奇娜、В. Н. 謝尔卡契夫教授等人的名字分不开的。

在 А. П. 克磊洛夫，М. М. 格罗柯夫斯基，М. Ф. 米尔庆克，

H. M. 尼柯拉也夫斯基和 И. A. 卡尔內合著的著作^①中，反映出了社会主义制度的优越性，無資本家参加的油藏開發經濟体系的优越性和苏联采油科学的成就。

И. M. 穆拉維也夫教授在采油工艺方面进行了巨大的工作。A. П. 克磊洛夫教授对气举装置的操作情况进行了研究。現在計算气举装置时，通常都采用他的公式。他还对启动凡尔的計算和活塞升降装置創立了理論根据。

在三十年代，在苏联首先一直从事油井研究工作的是亞可夫列夫工程师。他設計了许多仪器，其中亞可夫列夫試井机已在各油矿上采用。苏联的設计工程师(米宁佐等人)以及苏联的研究家(別洛夫、舍列美奇也夫等人)，对动力測量的理論和实践有許多新的貢獻。他們創造了新式的动力仪，使記錄深井泵各种不同工作情况的动力圖的解釋工作达到了高度的准确性。

斯大林獎金获得者 Ю. A. 柯洛佳日內工程师發明并运用了新的爆炸射孔槍。

上面所列举的例子，还远远不能把苏联專家、科学工作者和各科学研宄所在采油技术和采油工艺方面所做的全部工作概括無遺。

在革命前，苏联沒有一个科学研宄所。而現在，在苏联有苏联科学院直屬石油研宄所，阿塞拜疆和烏克蘭科学院直屬石油研宄所，在莫斯科、列宁格勒、巴庫和其他許多大城市里都有几个科学研宄所。在每一个石油联合局和大的石油拖拉斯中都附設有中心科学研宄試驗室。在油矿上和工厂里也有很多試驗室。除研宄所外，在苏联还有许多設計机关。这些机关和石油机械制造厂一起完成了用最新技术和更完善的設備装备苏联各油矿的巨大工作。对自噴采油制造了新的够承受各种压力(300 大气压以下)的噴油裝置，發明了强下管子的設備。为气举采油制造了功率高的压縮机(СГ-100)，制造了使能大量采用單排升降管系的仪器(啓

① “油田開發科学原理”，石油工業出版社 1956 年中文第一版。

动凡尔和工作凡尔)和带有测量仪器的新型的气体分配管等;而对深井泵采油制造了新式抽油机。新型深井泵,除了能延長使用时间以外,还有一个优点即使起下操作快了数倍。制造了功率高的新型修井机和許多其他装备。

在革命前的俄国,沒有培养石油工業干部的学校。

現在在苏联有三个石油学院,在工業学院和大学里都設有石油系,有数十个石油中等技术学校。他們給国家培养石油專家。还有数百个初級技术学校和訓練班,專門給国家培养工人干部和提高他們的技能。

第一章 油藏物理性質

第 1 节 油藏和油田

石油多半是从很深的地方采出来的，它在那里聚集在一些有孔隙的岩層中(儲油層)。这样自然聚集在一起的石油就叫做油藏。

石油浸入并充滿着儲油層的孔隙岩石。

被沒有滲透性的岩層隔开的这种儲油層通常叫做油層。

石油在油層中运动的規律，和液体在河內或管子中运动的規律是根本不相同的。

油藏的厚度可能介于数公分到数十公尺之間。它的寬度和長度变化非常大，从数十公尺到数十公里，有时还要多些。

油藏在各个方面为不含水的或者含水的岩層所包圍着。

各种形狀的油藏多半与水平面成不同的角度，但也有平緩的油藏。

通常，傾斜的油藏都被油層水托着。平緩的油藏有时也被油層水托着。在傾斜的油藏中，这种水叫做边水，因为它在油藏的最低部分限制着油藏的含油部分。在平緩的油藏中，这种水叫做底水，在这种情况下油藏好像浮在水上。如果油藏傾斜度不大并且具有足够的厚度，那么在采油过程中边水就会轉变成底水。

油藏的含水部分不是孤立的，它和油藏的含油部分是一个統一的水动力系统。通常，含水区要比含油区大得多。

石油中經常含有一定量的溶解气。在油層水中有时也有極少量的溶解气。因为水中含的气量要比油中少得多，因此，在实际工作中，通常把和液体一起采出的气量仅仅与石油体积产量或重量产量相比較。

在还未开采的新油田中，石油或者沒有被气体饱和，或者被气体完全饱和。在后一种情况下，气体成游离状态分佈在油藏上

面，如果具有形成气頂的优良条件（例如穹隆），就会形成所謂气頂。

某些油田的油層在含水区内露出地面，并从此处得到雨水、河水、湖水或者溶解的冰水；但也有这样的油田，它們的油層在含水区内并没有与地面連通，而是閉合的。

油田的工業价值主要决定于含油岩層和其內油、水、气的性質。

第 2 节 岩样的采集、保存和分析前的准备工作

含油層的某些性質要根据油層的岩样俗称岩心来进行研究。

岩样或岩心是用特制的取心鑽头在打估价井时取出的。这些估价井比較均匀地分佈在油藏面积上。在取心鑽进时，必須沿油藏整个厚度（从頂部到底部）或者在油藏最有代表性的部分进行取心。非产油層（粘土層）的岩心，使用价值很小。

从內岩心筒中取出岩心以后，將每塊岩心上的泥漿清洗掉并选出最有代表性的岩心供實驗室分析和描述之用。为了尽可能最完整地保持地層情况，选出的各塊岩心需用蜡封住。为此將选出的岩样在溶解的石蜡里（或地蜡）放一下，用透明紙（蜡紙）卷起来。包紮好后再在溶解的石蜡中放一下。在所有选出的岩样上都附上一个标籤，在上面詳細記出取样情况。然后，將岩样收藏到玻璃盒內，密封起来送往實驗室。

直徑不小于 60 公厘和長約 150 公厘的岩样最合适。

为了确定滲透率、孔隙率、机械成分和碳酸鹽度，要对所选出的岩样进行蒸餾提取，也就是將岩样中的油和水蒸餾掉。进行蒸餾提取后便得到干的岩样矿体。

岩样的蒸餾在苏可斯烈特仪器中（圖 1）进行。索可斯烈特仪器由下列三个主要部分組成：玻璃燒瓶 1，提取器 2 和球形回流冷却器 3。

燒瓶內盛有約为燒瓶容积 $\frac{3}{4}$ 的溶剂（苯、四氯化碳，苯与酒精的混合物或苯与丙酮的混合物）。

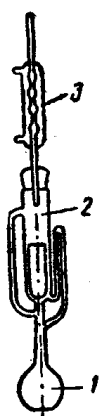


圖 1 苏克斯
烈特仪器

將試驗岩样先裝到用濾紙做成的帶底的杯子內，然後把它們一起放到提取器中。

为了使冷却水作必要的循环，用橡皮管將冷却器的下支管与供水管連接，而將上支管与排水管連接。

把仪器裝好后，放在提取箱內，然后开始进行蒸餾提取工作。为此把燒瓶放在水槽中或电爐上加熱。当熱到一定程度时燒瓶內的溶剂即行煮开，溶剂的蒸气上升到提取器的上部（提取器用两个管子与燒瓶連接），而后进入冷却器里冷却。冷却后流入提取器內（有岩样的杯內），溶解岩样中所含的石油，并在积滿

以后靠虹吸作用自动地順着管子返回到燒瓶里面。

如此反复多次以后，溶剂就完全变成透明体，此时岩样的蒸餾提取工作就算結束。待仪器冷却后，把它卸开并取出岩样。將岩样放入干燥器內进行烘干，直到岩样在 105°C 的温度下呈恆重时为止。

第 3 节 含油層的孔隙率

孔隙率說明岩石或儲油層容納油、水和气体的性質。它表明岩層內孔隙的总容积有多大。孔隙就是岩層中顆粒与顆粒之間的个别孔和孔道（在砂層和砂岩層中）或者是裂縫和溶洞（如在石灰岩和白云石中）。

孔隙率分总的（物理的）孔隙率和有效孔隙率。

孔隙可能相互連通，也可能相互隔开。石油和天然气只能从那些連通的孔隙內采出。因此，我們只研究有效孔隙率。

孔隙度的数值用孔隙率 α 表示。所謂孔隙率就是岩層中孔隙的体积 V_1 与岩層总体积 V_2 的比值：

$$\alpha = \frac{V_1}{V_2}, \quad (I, 1)$$

也就是說孔隙率用小数来表示。例如： $\alpha = 0.2$ ；这就說明岩層中孔隙体积佔岩層总体积的 $2/10$ 。

孔隙率有时用百分比来表示如：

$$\alpha\% = \frac{V_1}{V_2} 100. \quad (I, 2)$$

在上例中应写为： $\alpha = 20\%$ 。

直到现在还没有一个统一的确定有效孔隙率的方法。下面我们

我们来研究一下格罗兹内科学研究所 K. Г. 奥尔金采用的方法。他利用这种方法确定了非膠結砂層对水的有效流动孔隙率。圖 2 所示是測定儀器的略圖。首先用水和鹽酸沖洗所要研究的砂子，除去其中在水內可以膨脹的粉狀物（粘土、氧化鐵、碳酸鹽），然後在 $100-105^{\circ}\text{C}$ 的溫度下將其烘乾，待其冷卻後，倒入玻璃管 4 中。在管子的兩端插著帶有供液體出入用的玻璃短管的橡皮塞子。為了防止砂子被液體帶走，在橡皮塞子的內端面上墊有紗布墊。在管子 4 上每隔 15 公分安有一個壓力計 5，以便沿整個管長來測量壓力。在這些壓力計的後面有一個擋板，板上有一張公厘刻度表，按照這張表來讀出液面的讀數。將水從壓力瓶 1 內引入管子的下部。壓力瓶借助活動架子 7 可以上下移動，這樣在試驗時就能夠保持常壓。

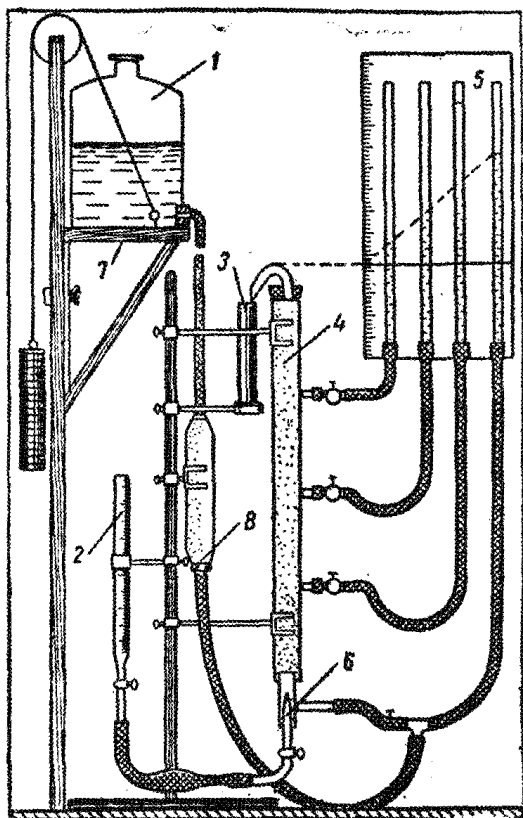


圖 2 測定砂子有效流動孔隙率的裝置的略圖

為了澄清水中偶而帶有的機械雜質，在壓力瓶與管子之間裝

有砂濾器 8。水流經砂子的流速是用有色液体来确定的，有色液体通过吸液管 6 由玻璃滴管 2 中流入下面軟木塞子的进液短管中。

水經過管子 4 中的孔隙介質以后聚集到量筒 3 內。此筒安在支架的台上。

曾用螢光体代替过有色液体。当水在管 4 中滲流时，螢光体既不随水流动，也不为砂子所吸附，而不断地往水中散放稳定的有色原子。

在裝砂子之前，將管子 4 連同兩端的塞子一起仔細地称一下，預先确定出砂子的机械組成和砂粒的比重。將干砂子一撮撮地放入管中并搗固。裝滿砂子并將塞子塞紧以后，再將管子称一次。精确定出砂柱的長度。根据砂子的重量及其所佔的体积求出砂子的視比重 γ_0 。根据顆粒的真实比重 γ_s 和視比重 γ_0 求出絕對孔隙率 m ：

$$m = 1 - \frac{\gamma_0}{\gamma_s}. \quad (1,3)$$

然后将压力瓶 1 固定在所需的高度上，观察压力計的显示，等待管 4 內的液体运动达到稳定。管内液流稳定后，关上滴管上的活門，再用手指捏住橡皮管，略微將吸液管上的活門打开，通过吸液管的毛細管头放出一短节有色液体(約 1 公分長)，同时記出秒表上所示的时间，并放上量筒来收集从管 4 中流出的液体。剛一出現微弱的顏色，就立即記出時間，并确定出流过管子的無色液体的数量 $V_{\text{поп}}$ 。

有效流动孔隙率的数值按下式求出：

$$m_{\text{э.н}} = \frac{V_{\text{поп}}}{FL}, \quad (1,4)$$

式中 $m_{\text{э.н}}$ ——有效流动孔隙率； F ——管子內橫断面的面积；
 L ——管子長度。

当計算油田中石油、天然气或水的貯量时，孔隙率起着很大的作用，因为孔隙率决定着油田的容量。其他計算同样需要孔隙

率的数值。

从表 1 中可以看出，岩層孔隙率的变化是很大的。表 1 中列举了若干种岩層的孔隙率。

砂層是主要的儲油層，并且正如从表 1 中看出的，它們具有很高的孔隙率。因此，砂層的孔隙率在技术文献中佔有很特殊的地位。

組成岩石的砂粒具有絕然不同的尺寸和形狀。

当根据砂子的大小区分时，砂層可分为下列几种：
淤泥質砂層——顆粒在 0.01 公厘以下；細粒砂層——0.01—0.05 公厘；小顆粒砂層——0.1—0.25 公厘；中粒砂層——0.25—0.5 公厘；粗粒及大粒砂層（已轉变成礫石層）——大于 0.5 公厘。

砂粒的大小用篩析法測定。篩析法，就是用各种不同篩眼的篩子組成的篩子組来篩一定量的砂子。把这些篩子順序套在一个鉄架上（篩眼最大的放在上面，篩眼最小的放在下面），并均匀摆动。將不能通过各篩的篩眼而留在各个篩子中的篩分分別称一下；各种篩分砂子在砂粒总重量中所佔的百分比將表示砂子的篩分組成。在进行这种机械分析时，一般采用由 11 个篩子組成的篩子組（表 2）。

由于砂粒具有各种各样的形狀和尺寸，因此，由它們組成的儲油層的孔道具有一种奇特的形狀。在油層中，孔道的剖面变化急剧而且混乱。在这种情况下，实际上不可能准确地解决粘性液体在孔隙介質中运动的問題。因此，必須利用簡單的孔隙介質模型，这种簡單模型就是理想土壤和假想土壤，

表 1

岩 層	孔 隙 率
火成岩	0.05—1.25
水成岩	
粘土質頁岩及硅質頁岩	0.54—1.44
粘土	8 以上
油砂(巴庫)	18.0—50.0
油砂(塞茲蘭)	4.2—33.1
油砂(加利福尼亞)	25.0
含油砂岩(老格罗茲內)	3.5—29.2
含油砂岩(新格罗茲內)	16.7—28.0
石灰岩	0.53—13.35
白云灰岩(克拉斯諾卡姆斯克)	6.0—17.0
篩狀石灰岩(依申拜)	2.4—30.0
泥炭	81.0