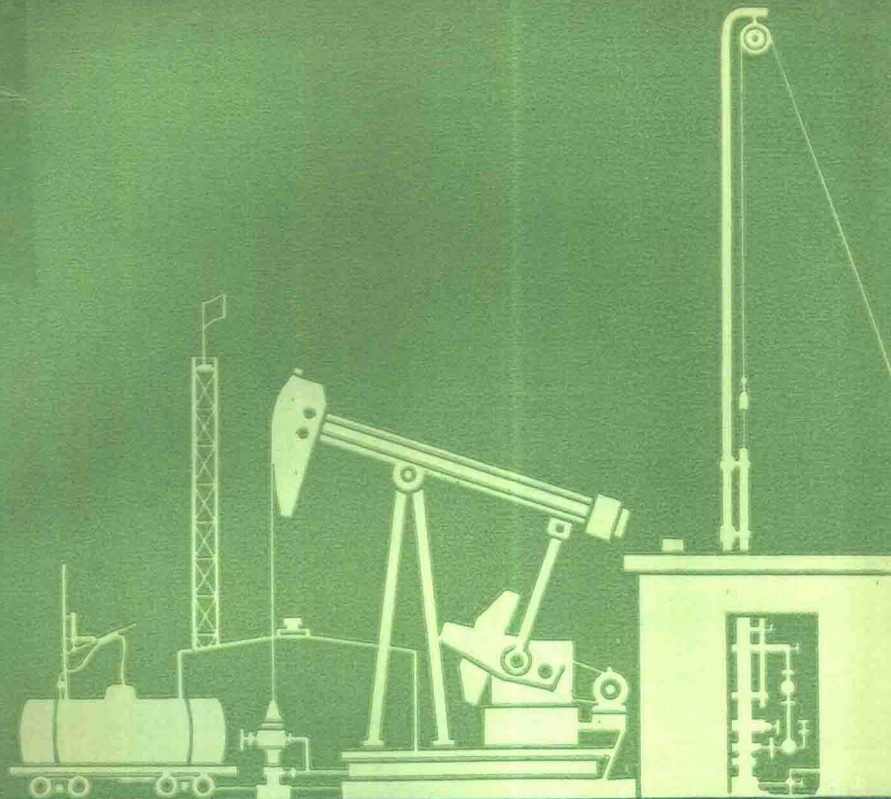




石油工业通俗读物之三

石油开发

大庆油田《石油开发》编写组

石油工业通俗读物之三

石油开发

大庆油田《石油开发》编写组

上海人民出版社

石油工业通俗读物之三

石油开发

大庆油田《石油开发》编写组

上海人民出版社出版

(上海绍兴路5号)

新华书店上海发行所发行 六安地区印刷厂印刷

开本787×1092 1/32 印张4.5 字数92,000

1975年3月第1版 1975年3月第1次印刷

印数1—4,000

统一书号: 15171·146 定价: 0.27 元

毛主席语录



鼓足干劲，力争上游，多快好省地建设社会主义。

中国人民有志气，有能力，一定要在不远的将来，赶上和超过世界先进水平。

前 言

石油工人一声吼 地球也要抖三抖

石油工人干劲大 天大困难也不怕

四海翻腾，五洲震荡，当世界进入伟大的六十年代时候，我国石油战线的广大职工，在毛主席无产阶级革命路线指引下，在两个阶级、两条道路、两条路线的激烈搏斗中，坚持贯彻执行毛主席制定的“鞍钢宪法”和“独立自主、自力更生”、“艰苦奋斗”、“勤俭建国”的伟大方针，头顶千里蓝天，脚踏万里草原，顶妖风，战恶浪，不顾帝修反的讽刺打击，蔑视资产阶级技术“权威”的条条框框，发扬一不怕苦，二不怕死，有条件要上，没有条件创造条件也要上的革命精神，在短短几年的时间里，先后发现和开发了大庆等油田，从而甩掉了西方资产阶级强加在我们头上的“中国贫油”帽子，实现了我国石油产品的全部自给，结束了我国使用“洋油”的时代。

石油被称为“工业的血液”，它是现代工业、现代农业和现代国防上应用极其广泛的原料。汽车、拖拉机、飞机、轮船、内燃机车和火箭、导弹等都离不开它。数千种的石油化工产品，应用于国民经济的各个方面，深入到现代生活的一切领域。因此，石油工业在国民经济中占有重要的地位。

随着我国社会主义革命和社会主义建设事业的不断发展，石油工业出现了持续发展的大好形势，老油田焕发青春，新油矿油流滚滚，石油战线的队伍也在迅速扩大。为了适应

石油战线新战士和广大工农兵群众对石油工业的了解，我们在上级党委的领导和广大石油职工支持下，组织编写了这套《石油工业通俗读物》。这套通俗读物的主要读者对象是参加石油工业的新生力量（包括青年工人、新工人、转业工人）；对于已经从事工作多年，而有所专长的广大石油职工，也可以参考；各条战线广大工农兵群众，也可以阅读，从而增长石油工业的基本知识。

这套通俗读物在编写的指导思想上，力图用辩证唯物论和历史唯物论的观点来介绍科学技术知识，反映人民群众是创造世界的主人；反映我国“独立自主、自力更生”发展石油工业的道路；对于广大石油职工在生产斗争和科学实验中的革新和创造也作了一些介绍。

这套通俗读物按照石油工业各部门的分工，系统地分为《石油勘探》、《石油钻井》、《石油开发》、《石油炼制与石油化工》等四个分册，是由来自三大斗争第一线的石油职工和部分教学人员，在有关单位支持下编写而成的。在编写过程中，我们认真学习马列和毛主席的有关著作，并深入现场调查研究，广泛地征求老工人、新工人、转业战士和各级领导干部的意见。但是，由于编写组的同志政治思想水平不高，实践经验不足，书中缺点错误在所难免，敬请广大读者多加批评指正。

大庆油田《石油开发》编写组

一九七四年九月

目 录

第一章 毛泽东思想放光芒 祖国盛开石油花	1
第二章 加强调查研究 掌握油层情况	6
(一) 油层有哪些特性	7
(二) 油层在地下是怎样分布的	10
1. 划分油层的方法	11
2. 地下油层分布的特点	14
(三) 认识油层有哪些方法	17
1. 钻井取心和录井	17
2. 地球物理测井	18
(1) 电法测井	20
(2) 声波速度测井	24
(3) 放射性测井	25
(4) 测井曲线的综合应用	26
3. 试油	28
(四) 算一算油层里有多少石油	28
第三章 合理制定油田开发方案	31
(一) 合理布井	34
(二) 合理利用和保持油层压力	39
(三) 把油层分类排队, 划分开发层系	45
第四章 打开地下石油宝库——采油	49
(一) 自喷采油	50
(二) 机械采油	52
1. 磕头机——抽油机抽油	52

2. 井下电动潜油泵采油	54
3. 气举采油	55
(三) 保持油层能量	56
(四) 搞好油井管理取全取准资料	57
1. 测量油气产量	58
2. 测量油井各种压力	63
3. 油井取样分析	64
4. 抽油井取资料	65
(五) 掌握地下油水的运动规律	67
第五章 采油工艺技术	72
(一) 油水井地下调查——油田开发中地球物理工作	73
1. 油水井体格检查——检查井身结构	73
2. 地层能喝多少水——测定注水井的分层吸水能力	75
3. 油层能出多少油——测定油井分层产量	77
(二) 定量注水——分层配注	78
(三) 定量采油——分层配产	82
(四) 井下“侦察”——分层测试	86
1. 用产量计测产量	87
2. 用压力计测压力	88
3. 用取样器井底取样	90
(五) 与油层作斗争——分层改造	91
1. 让油井多出油——增产措施	92
(1) 化学增产法——油井酸化	93
(2) 物理增产法——油井压裂	94
2. 千方百计多拿油——提高油田采收率	96
(1) 影响采收率的因素	96
(2) 提高采收率的方法	97
(六) 维修油井——井下作业	99
1. 维修设备	99

(1) 井架和作业机	99
(2) 不压井、不放喷井口控制器	101
(3) 特种车辆	102
2. 维修任务	104
(1) 蜡	104
(2) 砂	106
(3) 水	107
(4) 打捞	110

第六章 油气贮存和运输111

(一) 石油的始发站——井场装置112

(二) 油田上的“血管”——油、气集输管线114

1. 油、气集输管线担负的任务114
2. 油、气集输管线是怎样建成的115
3. 油、气集输管线的加热和保温116
4. 怎样延长埋在地下管线的使用年限116

(三) 原油的“初步加工厂”——转油泵站119

1. 油、气分离器119
2. 原油脱水121
 - (1) 原油为什么要脱水121
 - (2) 原油脱水的方法122
 - (3) 原油脱水的主要设备——电脱水器123
3. 原油的加热及输送125
4. 天然气脱水126

(四) 油田上原油的地面“仓库”——矿场原油库126

(五) 石油的长途“旅行”——长距离输送石油133

1. 长距离输油管线133
2. 铁路运输石油134
3. 汽车运输石油135
4. 内河及海洋运输石油136

第一章 毛泽东思想放光芒

祖国盛开石油花

1963年12月5日，我国政府庄严宣告了一个振奋人心的大好消息。“我国需要的石油，过去绝大部分依靠进口，现在已经可以基本自给了。”喜讯传遍祖国各地，在亿万人民的心中激荡。

亲爱的读者，你可知道这短短的28个字意味着什么呢？

人们常用“工业的血液”来形容石油在国民经济建设中所占的重要地位。从公路疾驶的汽车到田野奔驰的“铁牛”；从天空翱翔的雄鹰到击浪前进的舰艇，那一样能离开石油呢？从人们常用的肥皂、塑料制品到合成橡胶、合成纤维、直到发射人造卫星的巨型火箭，也都离不开石油。石油产品据现在统计就有五千种以上。

石油在工业、农业、国防科学和人们日常生活中到处散发着它的光和热。由于石油具有极大的经济价值，所以又常被人们称为“黑色的金子”。

亲爱的读者，你可知道为了在我国石油工业的发展史上写下这短短光辉夺目的28个字，以“铁人”王进喜同志为代表的我国石油工人熬尽了多少心血，洒下了多少汗水，历经了多少千辛万苦啊！

这短短的28个字，是对帝国主义和社会帝国主义的当头一棒。他们为了破坏我国的社会主义建设而挖空心思编造

“中国贫油论”的梦呓，遭到了彻底的破产；他们妄想用石油卡住中国人民的脖子，扼杀我国社会主义建设事业的阴谋诡计，落得个可耻的下场！“中国人民用洋油的时代已经一去不复返了！”

就是这短短的 28 个字，它真实地记录了我国石油工业两个阶级、两条道路、两条路线的斗争历史。我国需要的石油，为什么“过去绝大部分依靠进口”？为什么“现在可以基本自给了”？历史的经验值得注意。让我们回顾历史，看看过去所走过的道路吧。

伟大领袖毛主席指出：“中国是世界文明发达最早的国家之一”。我们伟大的祖国具有悠久的文明历史，勤劳勇敢的中华民族曾经在人类历史上写下了光辉灿烂的篇章。远在两千多年以前，我国就有关于石油的性质及其利用情况的文字记载。1800 多年以前，我国东汉时期在四川邛州一带钻成了世界上第一口天然气井。西晋初(公元 267 年左右)，张华在《博物记》一书中还记载了甘肃酒泉发现石油及四川邛州天然气井的情况。北宋时期(公元 1075~1082 年)沈括在延长、延安一带用石油制成了炭黑、优质墨。到了公元 1500 年左右，四川西部一带用天然气熬盐已很普遍。据文献记载，公元 1521 年在四川嘉州一带已钻成了深达 1000 多米的“油井”。《蜀中广记》的作者还详细的记述了他亲眼见到从“油井”中采出的石油。公元 1596 年出版的我国著名医学家李时珍所著的《本草纲目》中，记述了石油的产地、产状、以及在医药上的用途。到了明代末年(公元 1637 年)，《天工开物》的作者宋应星在书中写下了钻凿盐井和天然气井的技术，并有大量珍贵的插图。

大量的历史记载无可辩驳的证明，我们的祖先不仅最早

发现和利用石油和天然气，而且远在公元 220 年左右汉末时期就对四川自流井气田进行了开采，历代共钻井达数万口。到公元 1820 年已能够钻深达 1000 米以上的气井，开采工艺日趋完善，共采气几百亿立方米。同时还采出了一些石油。这样长久的油气田开采历史，在世界上也是罕见的。

尽管我国在石油和天然气的开发和利用上有着悠久的历史，但由于长期封建制度的统治，束缚了生产的发展。特别近百年来我国石油和天然气的开发史更是一部浸透了帝国主义、封建主义和官僚资本主义疯狂掠夺，残酷剥削中国人民的血泪史。解放前，我国石油产量少得可怜，从 1907 至 1948 年，42 年总共才开采石油 200 多万吨。帝国主义一面炮制了“中国贫油论”这副精神枷锁，胡说什么“中国是决不会生产大量石油的”；另一方面又用一桶桶“洋油”充塞中国市场，吮吸我国人民的大量血汗。在国民党反动政府统治下，国内资产阶级地质“权威”也跟着他们的主子喊叫：“中国地大而物不博”，中国石油“储量之微，概可知矣”。旧中国的石油工业，在三座大山的重重压迫之下，奄奄一息，濒于绝境。

“一唱雄鸡天下白，万方乐奏有于阕”，天安门上升起了红太阳！1949 年中华人民共和国诞生了，在毛主席和中国共产党领导下，中国人民从此站起来了！但是阶级斗争和路线斗争并未停止，围绕着发展我国石油工业走什么道路的问题，展开了激烈的斗争。刘少奇一类骗子继承帝、修、反的衣钵，继续贩卖“中国贫油论”的黑货，瞎说什么“要在中国找到丰富的石油资源是妄想。”叫嚷在我国发展石油工业“还不如发展太阳能去”！猖狂反对毛主席的无产阶级革命路线，充分暴露了他们崇洋媚外，卖国求荣的奴才嘴脸。

我国石油战线广大职工，在毛主席关于“破除迷信，解放思想”“打破洋框框，走自己工业发展道路”的伟大号召鼓舞下，发扬敢想、敢说、敢干的无产阶级大无畏革命精神，下定决心，要彻底扭转我国石油工业长期存在的被动局面，以实际行动粉碎帝国主义和社会帝国主义强加在我们身上的“中国贫油论”的谬论。“铁人”王进喜同志满怀信心地说：“我就不相信，难道石油就光埋在他们地底下？我们国家这么大的地方就没有油？”还说：“帝国主义骂我们，修正主义卡我们，站起来的中国人民是天不怕，地不怕，不怕鬼，不信邪的硬汉子，非要拿下大油田，为毛主席，为中国人民争这口气不可！”听！这就是中国石油工人顶天立地的豪迈誓言，这就是中国石油工人给刘少奇一伙的响亮回答。

在毛主席的革命路线胜利指引下，我国广大石油职工，坚持“独立自主，自力更生”的伟大方针，在祖国辽阔的大地上陆续发现了许多油气田。使我国石油工业得到了迅猛发展。大庆油田的发现和开发，是我国石油工业发展史上的一个转折点，为我国石油工业谱写了新的一章。

无产阶级文化大革命以来，我国广大石油职工，在毛主席“工业学大庆”的伟大号召下，继续革命，努力奋战，使老油田高产稳产，新油田不断发现，石油工业出现了持续跃进的大好局面。

锦绣河山美如画，祖国盛开石油花。我国石油战线广大职工在毛主席无产阶级革命路线指引下，自力更生，艰苦奋斗，戒骄戒躁，乘胜前进，决心高速度高水平开发更多更好的大油田，为中国革命和世界革命作出更大的贡献。

第二章 加强调查研究 掌握油层情况

现代科学技术的飞速发展,对石油的需要量越来越大。据统计,1940年世界石油总产量才3亿吨左右,到1960年就增加到10.45亿吨,1970年便猛增至23.36亿吨。三十年期间增加了8倍,可见石油工业在全世界的发展速度是很快的。

随着越来越多的油田投入大规模的工业开采。为了最经济、最合理地开发地下石油资源,油田开发的工艺技术得到了迅速发展。现代油田开发不仅是一门高度综合性的科学技术工作,而且它涉及的范围十分广泛。

要开发好一个油田,首先要做充分的调查研究,掌握油田地下的地质资料。这和军事上打仗一样,必须对敌情进一步详细侦察后才能进行作战。同样,开发油田也和作战一样,人们找到了油田,并不等于全部认识了油田,还必须进一步调查储藏石油的岩层有些什么特性?它在地下是怎样分布的?油层里到底储藏多少石油?将来开发的规模究竟有多大?等等。有了上述多方面的综合资料,然后才有可能着手油田开发方案的设计工作。我国玉门、克拉玛依和大庆等油田开发工作的实践证明,搜集资料越多,人们对油田地下的地质情况认识越清楚,油田开发方案就可以制定得越合理,油田就能开发得越好。

（一）油层有哪些特性

目前，世界上绝大部分的油田，都是在沉积岩里找到的（沉积岩也叫水成岩）。在古代，陆地上的泥砂，经过河流和风力的搬运，沉积在海洋或湖泊里，慢慢地形成了沉积岩。

在沉积岩的形成过程中，有很多有机物质随着泥砂一起沉淀下来。在一定的温度、压力作用下，经过复杂的物理、化学变化，这些有机物质就转化成了石油和天然气。刚刚生成的石油和天然气是呈分散的、点滴状分布的。要使它们集中起来成为油气矿藏，需要一个天然的程序。这个程序，随着地壳运动的发生而进行。

地壳运动，使已经形成的水平状岩层发生了折皱，使正在沉积过程中的岩层也随着发生变化，这就形成了适于集中储藏油气的各种场所，叫做储油构造。分散状的点滴油气，在压力、水动力和浮力等外力作用下，运移聚集到储油构造以后，就形成了可供人们开采的油气矿藏。在储油构造里，油、气、水由于比重的不同而发生重力分异，即气轻在上部，水重在下部，而油居中间（见图1）。实践证明，油气藏很少是单独存在

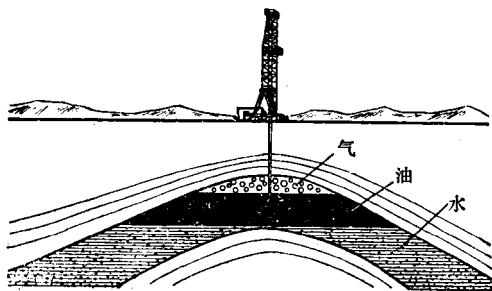


图1 油、气、水地下分布示意图

的,往往是两种或几种类型的油气藏复合出现。人们就把这种同一局部构造积下的几个油气藏叫做油气田。

一个油田往往有很多层油层,要全面认识和掌握油田,必须从认识每一个油层开始。油层是由岩石组成的,油气就是储藏在有孔隙和裂缝的岩石里,油层储油的多少,与岩石孔隙的大小和连通性能好坏的情况等有密切的关系。因此,研究油层的物理性质,对开发好油田有很重要的意义。

油层物理性质的优劣,是评价一个油层好坏的重要标志。不同的油层,有不同的物理性质。各种物理性质,通常叫做“物理参数”,可用数字表示。这些数据是油田计算储量、制定开发方案和掌握油田动态的基本数据。它们主要是油层的孔隙度、含油饱和度、渗透率和有效厚度等。

什么叫油层孔隙度?油层中的岩石是由大小不一的矿物颗粒胶结而成的。在被胶结的矿物颗粒之间,存在着极小的孔隙,石油一般就储存在油层岩石的孔隙中。为了计算油层储油能力的大小,人们把油层岩石的孔隙体积和油层岩石的总体积的比值,叫做孔隙度。

实验证明,在岩石总的孔隙体积中,有一些是不连通的“死”孔隙,还有一些孔隙体积非常小,以致在一般开采条件下,石油不能流出来。这两部分的孔隙体积,虽然能储油,但却不能产油。通常把岩石中连通的孔隙体积和岩石总体积的比值,称为有效孔隙度。一般的油田,有效孔隙度约在 20~30% 左右,有的油田大一些,有的油田小一些,它是计算油田储量中一个重要的参数。

油层岩石孔隙度的大小,一般在实验室里可以测得。

什么叫含油饱和度?油层的孔隙里面是不是全都装的是

石油呢？不是的。一般来说，孔隙里面既有油气又有水。人们把油层孔隙中的含油体积同油层孔隙体积的比值，叫做油层的含油饱和度。比值越大，说明油层中含油越多。它也是计算油田储量的重要参数。

油层的含油饱和度，可以通过油基泥浆取心或采用其他特殊的办法取得。在取心时，要尽量保持岩心的原始状态，避免受泥浆水冲刷而失真，从而确保含油饱和度测定的准确性。同样，它也可以用实验室的方法，分析计算出来。

渗透率的意思，就是说油层中绝大多数孔隙是相互连通的，它具有在一定压差作用下，使流体（油、气、水）以一定的速度通过的性质，这种性质称为油层的渗透性。渗透性的好坏用渗透率表示。就是说，油层能使流体通过能力的大小，叫渗透率，它是反映油层产油能力的重要指标，也是油田开发和进行油田动态分析的基本参数。

油层的渗透率，可通过所取的岩心在实验室里直接测定。它的单位是“达西”，通常使用它的千分之一即千分达西来表示油层的渗透率。

油层的渗透率是不均匀的，不同的油田，不同的油层，渗透率有大有小，即使在同一个油层内，它也可能有很大的变化。一般的油层渗透率在 50~500 千分达西之间，好的油层则高于 500 千分达西，而低于 50 千分达西的油层，即便它里面含有很多石油，但由于渗透率较底，石油的流动就比较困难了。

什么是油层有效厚度呢？一个油田的油层往往有几层，几十层。每一层的厚度大小不同，有的层可能厚达几十米，有的层可能薄到几厘米。一些太薄的油层，由于没有工业开采价